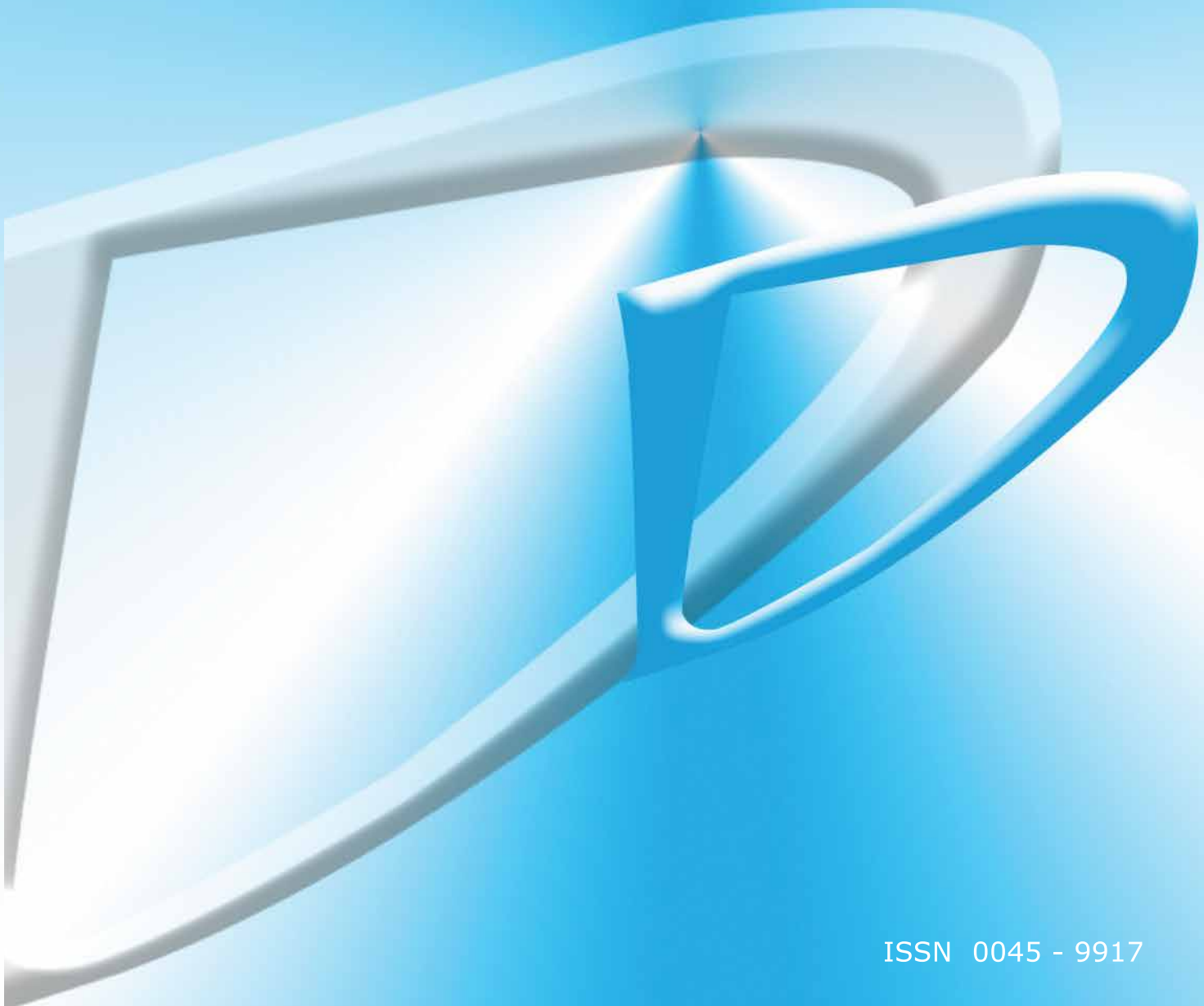




วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

Journal of the DENTAL Association of THAILAND

ปีที่ 63 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2556 Volume 63 • Number 3 • July - September 2013



ISSN 0045 - 9917



วารสารทันตแพทยศาสตร์
Journal of the Dental Association of Thailand



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

ที่ปรึกษา (Advisory Board)

ทญ. บุญสม สุภาพันธุ์ (Dr. Boonsom Subhabhundu)
ผศ. ทญ. ถวัลย์รัตน์ โทละสุต (Asst. Prof. Thavalyarat Holasut)
ผศ. ทญ. วราภรณ์ บัวทองศรี (Asst. Prof. Varaporn Buatongsri)
รศ. ทญ. Wacharaporn ทศจันทร์ (Assoc. Prof. Wacharaporn Tasachan)
ศ. คลินิก ทพ. นิติพนธ์ จีระแพทย์ (Clinical. Prof. Nitipun Jeeraphaet)
ทพ. วีระวัฒน์ สัตยานุรักษ์ (Dr. Werawat Satayanurug)
ผศ. ทพ. ดร. สุชิต พูลทอง (Asst. Prof. Dr. Suchit Poolthong)
ทพ. ปริญญา ปฐมกุลมัย (Dr. Prinya Pathomkulmai)
รศ. ทญ. ดร. วรานันท์ บัวจیب (Assoc. Prof. Dr. Waranun Buajeeb)

คณะกรรมการอำนวยการประจำปี 2556 - 2558 (Board of Directors 2013 - 2015)

นายกสมาคม (President)	ศ. (พิเศษ) พลโท พิศาล เทพลีธา (Lt. Gen. Phisal Thepsithar)
นายกสำรอง (President Elect)	ทพ. อติเรก ศรีวัฒนาวงษา (Dr. Adirek S. Wongsa)
อุปนายกคนที่ 1 (1st Vice-President)	ผศ. ทญ. ดร. ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์ (Asst. Prof. Dr. Sirivimol Srisawasdi)
อุปนายกคนที่ 2 (2nd Vice-President)	รศ. ทญ. พอใจ เรืองศรี (Assoc. Prof. Porjai Ruangsri)
เลขาธิการ (Secretary-General)	ทพ. ชาวลิต กาญจนโอภาสวงศ์ (Dr. Chavalit Karnjanaopaswong)
เหรัญญิก (Treasurer)	รศ. ทญ. ภรณ์ พิธานนท์ (Assoc. Prof. Poranee Berananda)
สารานุกรม (Editor)	รศ. ทพ. ดร. ธีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง (Assoc. Prof. Dr. Teerasak Damrongrungruang)
กรรมการกลาง (Executive Committee)	ทพ. ชนาธิป อมาตยกุล (Dr. Chanathip Amatyakul)
	รศ. ทพ. สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร (Assoc. Prof. Surasith Kiatpongsan)
	ผศ. ทญ. อนงค์นาฏ ภักดีณรงค์ (Asst. Prof. Anonknart Bhakdinaronk)
	ทญ. จามรี เจริญอัมพร (Dr. Charmary Reanamporn)
	ศ. คลินิก ทญ. ผุสดี ยศเนื่องนิตย์ (Clinical. Prof. Pusadee Yotnuengnit)
	พลโทหญิง นวรัตน์ สุนทรวิทย์ (Lt. Gen. Nawarut Soonthornwit)
	ศ. ทพ. ดร. ประสิทธิ์ ภาสสันต์ (Prof. Dr. Prasit Pavasant)
	ทญ. วันทนา พุฒิภาษ (Dr. Wantana Puthipad)
	รศ. ทญ. ดร. ศิริรักษ์ นครชัย (Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai)
	ผศ. ทพ. เอกชัย ชุณหชาวีฉะโล (Asst. Prof. Ekachai Chunhacheevachaloke)
	ทพ. ขนิษฐ ธเนศวร (Dr. Kanit Dhanesuan)
	รศ. ทญ. ดร. ภาติตา ภูริเดช (Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej)



วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

ที่ปรึกษา (Advisory Board)

ศ. (พิเศษ) พลโท พิศาล เทพสิทธิธา (Lt. Gen. Phisal Thepsithar)
ศ. ดร. มงคล เดชนครินทร์ (Prof. Dr. Mongkol Dejnarintra)
ศ. ทญ. ใจนุช จงรักษ์ (Prof. Chainut Chongruk)
ศ. (พิเศษ) ทพ. สิทธิ ส. ศรีโสภาค (Special Prof. Sitthi S Srisopark)
รศ. ทญ. พอใจ เรืองศรี (Assoc. Prof. Porjai Ruangsri)
ผศ. ทญ. พนมพร วาณิชชานนท์ (Assist. Prof. Phanomporn Vanichanon)
รศ. ทญ. ดร. ภทิตา ภุริเดช (Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej)

สารานุกรม (Editor)

รศ. ทพ. ดร. ธีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง (Assoc. Prof. Dr. Teerasak Damrongrungruang)

รองสารานุกรม (Associate Editors)

ศ. ทพ. ดร. ประสิทธิ์ ภาวสันต์ (Prof. Dr. Prasit Pavasant)
รศ. ทญ. ดร. ศิริรักษ์ นครชัย (Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai)
รศ. ทญ. ดร. นิรดา ธเนศวร (Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan)

ฝ่ายสารานุกรม (Editorial Boards)

รศ. ทพ. ทองนารถ คำใจ (Assoc. Prof. Thongnard Kumchai)
ผศ. ทญ. ดร. วรานุช ปิติพัฒน์ (Asst. Prof. Dr. Waranuch Pitiphat)
รศ. ทญ. ดร. นิตา วิวัฒน์ทิพย์ (Assoc. Prof. Dr. Nita Viwattanatipa)
รศ. ทพ. ดร. พลธรรม ไชยฤทธิ์ (Assoc. Prof. Dr. Ponlatham Chaiyarit)
ผศ. ทพ. ดร. เลิศฤทธิ์ ศรีนินภากร (Asst. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn)
ศ. ทพ. ดร. สุตติชัย กฤษณะประกรกิจ (Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit)
รศ. ทพ. ดร. สมศักดิ์ ไมตรีรัตนกุล (Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitrirattanakul)
ผศ. ทพ. ดร. กิตติ ต. รุ่งเรือง (Asst. Prof. Dr. Kittit Torrungruang)
รศ. ทพ. บุญเลิศ กุ้เกียรติตระกูล (Assoc. Prof. Boonlert Kukiattrakoon)
รศ. ทญ. ดร. อรนาฎ มาตังคสมบัติ (Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut)
ผศ. ทพ. ดร. วรณธนะ สัตตบรรณสุข (Asst. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk)
อ. ทญ. ดร. อรุณวรรณ หล้าอุบล (Dr. Aroonwan Lam-ubol)
ผศ. ทพ. ดร. เทวฤทธิ์ สมโคตร (Asst. Prof. Dr. Tewarit Somkotra)
Prof. Dr. Antheunis Versluis
Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Ogawa
Assoc. Prof. Dr. Anwar Merchant
Dr. Brian Foster

คณะทำงานฝ่ายสารานุกรม (Editorial Staffs)

อ. วัฒนา จันทร์จรัสวัฒนา (Miss. Wattana Chancharuswattana)
นาย อนุชาติ ศรีจันบาล (Mr. Anucharte Srijunbarl)

ผู้จัดการ (Manager)

รศ. ทญ. ภาณี พิธานนท์ (Assoc. Prof. Poranee Berananda)

กำหนดออกปีละ 4 ฉบับ โดยออกทุก 3 เดือน ค่าบำรุงในประเทศปีละ 200 บาท สมาชิกทันตแพทย์สมาคมฯ ไม่ต้องเสียค่าบำรุง
พิมพ์และจัดรูปเล่มที่บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด
การติดต่อส่งเรื่องลงพิมพ์ที่ รศ. ทพ. ดร. ธีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง
71 ลาดพร้าว 95 วังทองกลาง กรุงเทพฯ 10310

E-mail: jdat.editor@gmail.com

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

Publisher and artwork: Thai Watana Panich Co., Ltd.

Mailing address: 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand)



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสารานุกรม

สวัสดีท่านสมาชิกวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ทุกท่าน สำหรับวารสารเล่มที่ 3 ประจำปี พ.ศ. 2556 ในฉบับนี้ ประกอบไปด้วยบทความวิชาการ และบทความปริทัศน์ ทั้งหมด 4 เรื่องคือ (1) การจัดการฟันที่ได้รับบาดเจ็บในฟันแท้และฟันน้ำนม (2) ผลของวิธีการถอดแบร็กเกตที่มีต่อการดักค้ำของสารยึดติดบนผิวหน้าฟอร์ซเลน (3) การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียม-ฟอสเฟตกับชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์ (4) The Correlation between Electronic and Radiographic Working Length Determination in Resin Model: a Laboratory Study

ที่ผ่านมา กองบรรณาธิการ วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ มีการปรับปรุงให้วิทยาสารฯ มีความเป็นนานาชาติมากขึ้น จุดที่สำคัญประการหนึ่งคือ ระบบการเรียกชื่อฟันในระบบ FDI (11-18, 21-28, 31-38 และ 41-48) ที่ถูกต้องจะต้องไม่มีเครื่องหมาย # หน้าตัวเลขเรียกชื่อฟันแต่อย่างใด เช่น ในการเรียกฟันชื่อฟันกรามแท้ซี่ที่สามด้านล่างซ้าย ในภาษาอังกฤษตามหลักของ FDI ใช้ tooth 38 (โดยเว้นช่องว่างระหว่างคำว่า tooth และตัวเลขที่ตามมาเสมอ) ทางกองบรรณาธิการขอให้ทุกท่านที่จะส่งบทความมาตีพิมพ์ ได้โปรดปรับเปลี่ยนการเรียกชื่อฟันตามที่ได้เรียนแจ้ง เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

นอกจากนั้น ขณะนี้ได้พยายามที่จะนำข้อมูลการตีพิมพ์บทความในปีเก่าๆ เข้าไปไว้ในระบบออนไลน์ เพื่อให้ท่านสมาชิกหรือผู้ที่สนใจ ได้ค้นหาและอ้างอิงเอกสาร เพื่อการศึกษาและวิจัยได้สะดวกยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดนี้ ทางกองบรรณาธิการ ขอให้ทุกท่านสนับสนุนวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ต่อไป และถ้ามีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดส่งเข้ามายังกองบรรณาธิการได้ตลอดเวลา

รศ. ทพ. ดร. วีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง
สารานุกรม



วิทยาศาสตร์ทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

Contents

ปีที่ 63 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน พ.ศ. 2556

Volume 63 Number 3 July - September 2013

บทความปริทัศน์

Review Article

การจัดการฟันที่ได้รับบาดเจ็บในฟันแท้และฟันน้ำนม

103 Management of Traumatized Teeth: Permanent Teeth and Primary Teeth

ปัทมา ชัยเลิศวานิชกุล

Pattama Chailertvanitkul

อรอุมา อังวรารวงศ์

Onauma Angwaravong

สุภาพร คงสมบุญ

Supaporn Kongsomboon

บทวิทยากร

Original Article

ผลของวิธีการถอดแบร์กเกตที่มีต่อการตกค้างของสารยึดติดบนผิวหน้าพอร์ซเลน

112 The Effect of Different Debonding Techniques on Adhesive Remnants of Porcelain Surface

สุชนม์ วัตรฐิณีฤต

Suchon Vatarugegrid

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตกับชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

120 Comparison of Microleakage between Resin Sealant with Amorphous Calcium Phosphate Versus Sealants with and without Fluoride

ธิดารัตน์ อังวรารวงศ์

Thidarat Angwarawong

กัญรัตน์ ตั้งศิริอำนวย

Kanyarat Thangsiriamnuay

ชุติกานต์ บัดแก้ว

Chutikarn Badkeaw

ทิพย์สุดา ทัดมาลา

Thipsuda Tadmala

สิริพัทธ์ นีโรธร

Siripak Nirothorn

อรอุมา อังวรารวงศ์

Onauma Angwaravong

The Correlation between Electronic and Radiographic Working Length Determination in Resin Model: a Laboratory Study

129 The Correlation between Electronic and Radiographic Working Length Determination in Resin Model: a Laboratory Study

La-ongthong Vajrabhaya

La-ongthong Vajrabhaya

Suwanna Korsuwannawong

Suwanna Korsuwannawong

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 January, April, July and October.

Categories of the Articles

1. **Original Articles:** includes research reports, which have never been published elsewhere and represent new and significant contributions to the field of Dentistry.
2. **Review Articles:** includes articles with technical knowledge collected from journals or textbooks, which had been analyzed, criticized or compared to clarify profoundly.
3. **Case Reports:** a short report of an update case or case series related to dental field which has been carefully analyzed, criticized with scientific observation.
4. **Letter to the Editor:** includes brief questions or comments that will be mainly useful for readers and dentists.

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). Figures should be submitted as .tif, .bmp, .jpeg with 600 dpi resolution.

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: 662-539-4748 Fax: 662-514-1100

Manuscript Preparation

1. For English article, use font of Times New Roman size 12 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on all four sides. The manuscript should be typewritten with double-spacing.
2. For Thai article, use font of Cordia New Style size 16 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm

margin on all four sides. The manuscript should be typewritten with 1.5 line spacing. Thai article must also provide English abstract. All references must be in English.

For the article written in Thai, please visit the Royal Institute of Thailand (<http://www.royin.go.th>) for the assigned Thai medical and technical terms. The original English words must be put in the parenthesis mentioned at the first time.

3. Numbers of page must be on the top right corner. The length of article should not exceed 10 pages of the journal (approximate 24-28 pages A4, not include figures and tables)
4. Measurement units such as length, height, weight, capacity etc. should be in metric units. Temperature should be in degree Celsius. Pressure units should be in mmHg. The hematologic measurement and clinical chemistry should follow International System Units or SI.
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.
6. Position of the teeth may use full proper name such as maxillary right canine or symbols according to FDI two-digit notation and write full name in the parenthesis after the first mention such as tooth 31 (mandibular left central incisor).
7. Every illustration including tables must be referred in the articles. The contents and alphabets in the illustrations and tables must be in English. Numbers are used in Arabic form and limited as necessary. During the submission process, all photos and tables must be submitted in the separate files. Once the manuscript is accepted, an author may be requested to resubmit the high quality photos.

Preparation of the Research Articles

1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

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

2. Abstract

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 semicolon (;) in-between.

3. Text

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

- **Introduction:** indicates reasons or importance of the research, objectives, scope of the study. Introduction should review new documents in order to show the co-relation 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 the names, types, specification or other details of materials for each method.

For research reports 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 on only important issues.
- **Discussion:** The topics to be discussed can be on 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](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 by putting in the parenthesis.

Sample of references from articles in Journals

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

- **Institutional authors**
Council on Dental materials and Devices. New American Dental Association Specification No.27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 1977;94:1191-4.
- **No author**
Cancer in south Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

Sample of references from books and other monographs

- **Authors being writers**
Neville BW, Damn DD, Allen CM, Bouquot JE. Oral and maxillofacial pathology. Philadelphia: WB Saunder; 1995. p. 17-20
- **Authors being both writer and editor**
Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for the elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.
- **Books with authors for each separate chapter and also have editor**
Sanders BJ, Henderson HZ, Avery DR. Pit and fissure sealants; In: McDonald RE, Avery DR, editors. Dentistry for the child and adolescent. 7th ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 373-83.

- Institutional authors

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

Samples of references from academic conferences

- Conference proceedings

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

- Conference paper

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

- Documents from scientific or technical reports

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

Samples of reference from thesis

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

Samples of reference from articles in press

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

Samples of reference from articles in electronic format

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

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

- Online only article (without doi)

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs*. 2002;102(6) [cited 2002 Aug 12] Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>.

- Ahead of printing

McGuire MK, Scheyer ET, Nevins M, et al. Living

cellular construct for increasing the width of keratinized gingival. Results from a randomized, within-patient, controlled trial [published online ahead of print March 29, 2011]. *J Periodontol* doi:10.1902/jop.2011.100671.

- Homepage/ website

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

- Monograph in electronic format

CDI, clinical dermatology illustrated [monograph on CD-Rom]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: SMEA; 1995.

Samples of references from patents/petty patents

Patent

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

Petty patent

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

Preparation of the Reviewed Articles and Case Reports

Use the same format as preparation of the research articles 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 in duration of the review process. 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>.

Management of Traumatized Teeth: Permanent Teeth and Primary Teeth

Pattama Chailertvanitkul¹, Onauma Angwaravong² and Supaporn Kongsomboon³

¹Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

²Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

³Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

Correspondence to:

Pattama Chailertvanitkul. Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen 40002, Thailand Tel: 043-202405 ext. 11143-4 Fax: 043-202862 E-mail: patchai@kku.ac.th

Abstract

During the life of a dentist, the accident of the teeth, which is often associated with periodontal tissues and jaws, is an unavoidable problem. Patients need to be treated correctly and urgently. History taking, physical examination, oral examination and other appropriate clinical examinations are important for the treatment. This article discusses the management of traumatized teeth which general dentists can provide treatment to deciduous teeth, permanent teeth and fracture of the alveolar processes.

Key words: Traumatized teeth

การจัดการฟันที่ได้รับบาดเจ็บในฟันแท้และฟันน้ำนม

ปัทมา ชัยเลิศวนิชกุล¹, อรุณา อังวรารวงศ์² และสุภาพร คงสมบูรณ์³

¹ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

²ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

³ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและกระดูกรูขรุกรไกร คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ปัทมา ชัยเลิศวนิชกุล ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 043-202405 ต่อ 11143-4 โทรสาร: 043-202862 อีเมล: patchai@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ในช่วงชีวิตของการเป็นทันตแพทย์ ไม่อาจปฏิเสธได้ว่า เราต้องพบกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับฟัน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อปริทันต์และขากรรไกร ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการรักษาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและอย่างเร่งด่วน เพื่อความสวยงามและเพิ่มความสำเร็จของการรักษา เพื่อให้ฟันสามารถใช้งานได้ช่องปาก การซักประวัติ ตรวจร่างกาย ตรวจสภาพช่องปากและพิจารณาส่งตรวจทางคลินิกอื่น ๆ ที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลมาประเมินและจัดลำดับแนวทางการรักษา หลายครั้งการรักษาค่อนข้างซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับทันตแพทย์หลายสาขา บทความนี้กล่าวถึงการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับฟันที่ทันตแพทย์ทั่วไปสามารถให้การรักษได้เริ่มตั้งแต่ฟันน้ำนม ฟันแท้ รวมถึงการแตกหักบางส่วนของกระดูกรูขรุกรไกร

คำสำคัญ: ฟันที่ได้รับบาดเจ็บ

สิ่งสำคัญประการแรกที่ควรถามผู้ป่วยที่มีฟันได้รับบาดเจ็บ คือ อาการสำคัญ (chief complaint) โดยถามถึงการบาดเจ็บว่า เกิดเมื่อไหร่ เกิดที่ไหน เกิดอย่างไร และได้รับการรักษาอะไรมาบ้าง เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการรักษาที่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟันหลุดจากเบ้า (avulsion) ระหว่างชักถามอาการให้สังเกต บาดแผลตามร่างกายและใบหน้า เพราะอาจมีการได้รับบาดเจ็บทางอ้อม (indirect trauma) นอกจากนี้ ทันตแพทย์ควรตรวจดูเยื่อเมือกใน ช่องปากและเหงือก พร้อมทั้งคลำส่วนยื่นเบ้าฟัน (alveolar process) ว่ามีการแตกหักหรือไม่ สุดท้ายจึงตรวจดูฟันที่ได้รับบาดเจ็บ โดยตรวจบริเวณตัวฟันว่ามีรอยบิ่น ร้าว แตกทะลุเนื้อเยื่อในหรือไม่ ฟันเปลี่ยนสี มีการโยก หรือเคลื่อนที่ผิดไปจากตำแหน่งเดิมหรือไม่ ผู้ป่วยสบฟันได้ในตำแหน่งเดิมหรือไม่ ควรตรวจความมีชีวิตของฟัน ที่สงสัยว่าได้รับบาดเจ็บและฟันซี่ปกติที่อยู่ข้างเคียงอย่างน้อยข้าง ละ 1 ซี่ ถึงแม้ว่าฟันที่ได้รับบาดเจ็บมักไม่ตอบสนองต่อการทดสอบ ในช่วงแรกของการได้รับอุบัติเหตุ แต่จำเป็นต้องบันทึกค่าไว้เพื่อเป็น ข้อมูลพื้นฐานในการติดตามผลการรักษา หากสงสัยว่ามีการเคลื่อนที่ ของฟัน ทันตแพทย์ควรถ่ายภาพรังสีรอบรากฟัน (periapical radiograph) อย่างน้อย 3 มุม เพื่อยืนยัน คือ มุมด้านบดเคี้ยว มุมที่แสงตั้งฉากกับฟันและมุมที่แสงเฉียงเบนไปด้านข้าง¹ กรณี ฟันโยกให้สงสัยรากฟันหัก ทันตแพทย์ควรถ่ายภาพรังสี โดยเคลื่อน กระจกบังสีในแนวตั้งให้มุมของกระจกบังสีเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อ ตรวจหารอยหัก กรณีสงสัยว่า มีสิ่งแปลกปลอมฝังอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อน เช่น ริมฝีปาก ควรถ่ายภาพรังสีเนื้อเยื่ออ่อนด้วย²

การตรวจทางคลินิกในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับบาดเจ็บเป็นสิ่ง ที่ค่อนข้างยาก เนื่องจากผู้ปกครองตกใจ มีความวิตกกังวลและผู้ป่วย เด็กไม่ให้ความร่วมมือในการตรวจ ทันตแพทย์จึงควรตรวจด้วย ทำทางมันใจ มีความเห็นอกเห็นใจและเข้าใจความรู้สึกของผู้ปกครอง โดยเฉพาะในรายที่มีเลือดออก ทันตแพทย์ควรใช้ผ้าก๊อชชุบน้ำอุ่น หรือน้ำเกลือเช็ดทำความสะอาดบริเวณใบหน้า เพื่อให้ผู้ป่วยปกครอง และเด็กมีกำลังใจดีขึ้นว่า บาดแผลที่เกิดขึ้นนั้นไม่ได้น่ากลัวมาก อย่างที่คิดและยังช่วยให้การตรวจและประเมินสภาพบาดแผลทำ ได้ง่ายขึ้น^{3,4}

การบาดเจ็บที่เกิดกับฟันและกระดูกรองรับฟัน แบ่งเป็น การแตกหัก (fracture) และการเคลื่อน (luxation) โดยการแตกหัก แบ่งจากระดับเล็กน้อยไปมาก^{1,5} ดังนี้

1. เคลือบฟันร้าว (enamel infraction) (รูปที่ 1.1) คือ รอยร้าวที่ผิวเคลือบฟันและไม่มีการสูญเสียโครงสร้างฟัน การรักษา โดยติดตามผลการรักษา หรือกรณีที่พบรอยร้าวชัดเจน อาจปิด รอยร้าวด้วยเรซินคอมโพสิตเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสีบริเวณรอยร้าว¹
2. เคลือบฟันบิ่นหรือหัก (enamel fracture) (รูปที่ 1.2) การรักษา คือ ขัดฟันด้วยหัวขัดเรซินคอมโพสิตเพื่อลบรอยคมหรือ บुरณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต^{1,6}

3. เคลือบฟันและเนื้อฟันแตกหัก (enamel-dentin fracture) แต่ยังไม่เผยเนื้อเยื่อใน (รูปที่ 1.3) การรักษาในฟันแท้และ ฟันน้ำนมคือ ปิดส่วนเนื้อฟันด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์และบูรณะฟัน ด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต^{1,6}

4. เคลือบฟันและเนื้อฟันแตกหักจนเผยเนื้อเยื่อใน (enamel-dentin-pulp fracture) (รูปที่ 1.4) การรักษาใน ฟันแท้ จะพิจารณาจากลักษณะของปลายรากฟันว่าปิดหรือยัง ขนาดและระยะเวลาที่เกิดการเผยเนื้อเยื่อใน¹ ซึ่งสรุปดังตาราง ที่ 1 ส่วนการรักษาในฟันน้ำนมจะขึ้นกับความมีชีวิตของเนื้อเยื่อใน และความร่วมมือของผู้ป่วย ซึ่งทางเลือกในการรักษามีทั้งการรักษา เนื้อเยื่อในแบบพัลโพโทมี (pulpotomy) พัลเพกโทมี (pulpectomy) และการถอนฟัน (extraction)^{6,7}

5. ตัวฟันและรากฟันแตกหัก (crown-root fracture) (รูปที่ 1.5) อาจเผยหรือไม่เผยเนื้อเยื่อในก็ได้ การรักษาในฟันแท้ให้ นำส่วนที่แตกหักออก แล้วพิจารณาดำแหน่งของรอยแตกหัก และ เนื้อเยื่อในเผยหรือไม่ หากรอยแตกหักอยู่เหนือเหงือก ให้รักษา เช่นเดียวกับการแตกหักของเคลือบฟันและเนื้อฟัน กรณีรอยแตก อยู่ใต้เหงือก ให้พิจารณาอัตราส่วนของตัวฟันต่อรากฟัน (crown-root ratio) หากทำครอบฟันได้ ให้ทำขอบฟันที่แตกให้อยู่เหนือ เหงือก โดยการดึงฟัน หรือการทำศัลยกรรมเพิ่มความสูงตัวฟัน (crown lengthening)¹ ในกรณีที่แตกหักลึกลงไปถึงรากฟันมาก ให้ถอนฟันออกและพิจารณาใส่รากฟันเทียมหรือทำสะพานฟัน ทดแทนฟันที่เสียไปแทน¹ การรักษาในฟันน้ำนมขึ้นกับเนื้อฟันส่วน ที่เหลือ ว่าสามารถบูรณะได้หรือไม่ หากไม่สามารถบูรณะได้ให้ ถอนฟันออก ถ้าเป็นไปได้ให้เอาออกทั้งหมด^{4,6,7}

6. รากฟันแตกหัก (root fracture) (รูปที่ 1.6) การรักษา ในฟันแท้ ขึ้นกับตำแหน่งของรอยแตกหัก ดังนี้ การแตกหักส่วน ปลายและส่วนกลางรากฟัน (apical and middle root fracture) ให้จับฟันเข้าที่และยึดฟันด้วยเฟืองฟันชนิดยืดหยุ่น (flexible splint) นาน 4 สัปดาห์ การแตกหักส่วนตัวฟัน (coronal fracture) การพยากรณ์โรคไม่ดี หากรากฟันส่วนที่เหลือยังสามารถ ทำครอบฟันได้ ให้นำฟันส่วนตัวฟันออกและทำครอบฟัน หากไม่ สามารถทำครอบฟันได้ ให้เก็บส่วนตัวฟันไว้และยึดฟันไว้ยาวนานขึ้น จนถึง 4 เดือน การหาย (healing) ของรากฟันที่แตกหัก ขึ้นกับการ ยึดฟันให้อยู่ที่ตำแหน่งเดิมและการป้องกันการเกิดการติดเชื้อของ เนื้อเยื่อใน โดยติดตามผลอย่างต่ำ 1 ปี หากพบการตายของเนื้อเยื่อใน ให้รักษาคลองรากฟันเฉพาะส่วนที่ตาย ซึ่งอาจเป็นส่วนตัวฟัน จนถึงรอยแตก ส่วนปลายรากฟันเนื้อเยื่อในมักยังมีชีวิตอยู่¹ การรักษาในฟันน้ำนม แบ่งเป็น 2 กรณี คือ ถ้ารากฟันหัก แต่ส่วนบน ของรากไม่เคลื่อนที่ ให้ติดตามผล แต่ถ้าส่วนบนของรากที่หักเคลื่อน ให้นำขึ้นส่วนบนออกและเหลือส่วนปลายรากฟันไว้ ให้รากฟัน ละลายเองหรือเหลือไว้กรณีที่น่าขึ้นส่วนนั้นออกยาก และอาจเป็น อันตรายต่อหน่อฟันแท้⁶⁻⁸

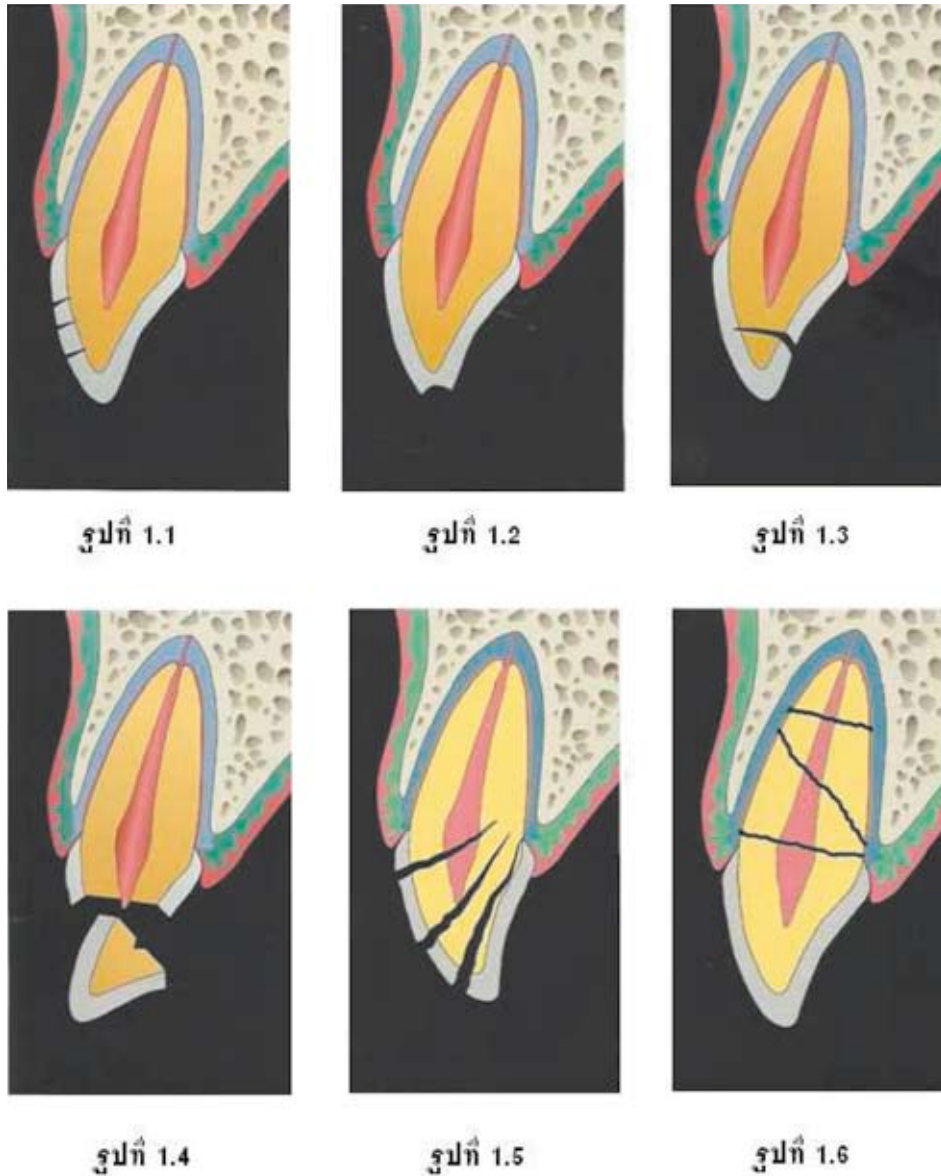
7. กระดูกเบ้าฟันแตกหัก (alveolar bone fracture) โดย

พบมีการเคลื่อนของฟันร่วมกับส่วนของกระดูกเขี้ยวฟันที่แตกหัก ทำให้การกัดสบฟันผิดปกติ ภาพถ่ายรังสีอาจพบรอยแตกหักตั้งแต่บริเวณขอบกระดูกเขี้ยวฟันถึงบริเวณปลายรากฟัน แต่ไม่ถึงขากลางของกระดูกขากรรไกร ควรถ่ายภาพรังสีหลาย ๆ ทิศทางเพื่อช่วยในการดูตำแหน่งของการแตกหัก การรักษาทำโดยจับฟันและกระดูกเขี้ยวฟันให้เข้าที่และยึดฟันเพื่อให้ฟันและกระดูกอยู่นิ่งเป็นเวลา 4

สัปดาห์และเย็บเนื้อเยื่อหากพบมีการฉีกขาด¹

การเคลื่อนของฟัน แบ่งจากระดับเล็กน้อยไปมาก^{1,5} ดังนี้

1. คอนคัสชัน (concussion) (รูปที่ 2.1) เป็นการบาดเจ็บเล็กน้อยที่เกิดกับอวัยวะปริทันต์ ฟันไม่เคลื่อน แต่จะเคาะแล้วเจ็บ หลอดเลือดที่มาเลี้ยงฟันปกติ การรักษาในฟันแท้ ให้ติดตามความมีชีวิตของฟันอย่างน้อย 1 ปี¹ การรักษาในฟันน้ำนมให้ติดตามผล



รูปที่ 1 การแตกหักของฟัน

- 1.1 เคลือบฟันร้าว 1.2 เคลือบฟันหัก 1.3 เคลือบฟันและเนื้อฟันแตกหักแต่ยังไม่เผยเนื้อเยื่อใน 1.4 เคลือบฟันและเนื้อฟันแตกหักจนเผยเนื้อเยื่อใน 1.5 ตัวฟันและรากฟันแตกหัก 1.6 รากฟันแตกหัก

Figure 1 Fracture of teeth

- 1.1 Enamel infraction 1.2 Enamel fracture 1.3 Enamel-dentin-fracture 1.4 Enamel-dentin-pulp fracture 1.5 Crown-root-fracture 1.6 Root fracture

(ที่มา: Tsukiboshi M. Treatment planning for traumatized teeth 2nd ed. Chicago: Quintessence; 2012. p. 4-5.)

การรักษาเป็นระยะ^{4,6}

2. สับลักเซชัน (subluxation) (รูปที่ 2.2) เป็นการบาดเจ็บที่เกิดกับอวัยวะปริทันต์ ฟันโยก แต่ยังไม่มีการเคลื่อนของฟัน มักพบมีเลือดออกรอบเบ้ารากฟัน การรักษาในฟันแท้ โดยติดตามผลการรักษา หรืออาจพิจารณาจับฟันให้เข้าที่ ยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่น ไว้ 2 สัปดาห์¹ การรักษาในฟันน้ำนมให้ติดตามผลการรักษาเป็นระยะ ทำความสะอาดฟันด้วยแปรงสีฟันขนอ่อนและเช็ดด้วยคลอร์เฮกซิดีนปราศจากแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 (alcohol free 0.12% chlorhexidine) วันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์^{4,6}

3. เอ็กซ์ทรูชัน (extrusion) (รูปที่ 2.3) คือ การเคลื่อนของฟันออกจากกระดูกเบ้าฟันบางส่วน ทำให้เกิดการยื่นยาวของฟัน การรักษาในฟันแท้ ให้จับฟันกลับเข้าที่ ปรับแต่งการสบฟัน และยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่นนาน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นนัดผู้ป่วยมาถอดเฟือกฟันออก ให้ทดสอบความมีชีวิตของฟัน หากฟันตายต้องรักษาลงรากฟัน¹ สำหรับการรักษาในฟันน้ำนม ทันตแพทย์ควรพิจารณาถึงระดับการเคลื่อนของฟัน ระยะการสร้างรากฟันและความร่วมมือของผู้ป่วย ประกอบการรักษาด้วยกรณีการเคลื่อนที่ของฟันน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรและการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ พิจารณาจัดฟันให้อยู่ในตำแหน่งเดิม (repositioning) หรือให้ฟันจัดเรียงตัวเอง (spontaneous alignment) กรณีการเคลื่อนที่ของฟันมากและการสร้างรากฟันสมบูรณ์ก็พิจารณาถอนฟันดังกล่าวออก^{6,7}

4. แลทเทอรัลลักเซชัน (lateral luxation) (รูปที่ 2.4) คือ การเคลื่อนที่ของฟันจากตำแหน่งเดิมไปในทิศทางอื่นที่มีไซแนวแกน (axial) ของฟัน โดยฟันอาจจะเคลื่อนไปด้านข้าง ด้านหน้า หรือด้านหลัง ฟันมักถูกล็อกอยู่กับกระดูกเบ้าฟันที่แตก การรักษาในฟันแท้ ให้จับฟันกลับเข้าที่และยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่นนาน 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นนัดผู้ป่วยมาถอดเฟือกฟัน ให้ทดสอบความมีชีวิตของฟัน หากฟันตายต้องรักษาลงรากฟัน¹ การรักษาในฟันน้ำนม แบ่งเป็น 4 กรณี คือ กรณีแรกถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางการสบฟัน (occlusal interference) ให้ติดตามผลเป็นระยะ กรณีที่สองมีสิ่งกีดขวางการสบฟันเล็กน้อย ให้ปรับแต่งแก้ไขการสบฟัน กรณีที่สามมีสิ่งกีดขวางการสบฟันมาก ให้จัดฟันให้อยู่ในตำแหน่งใหม่ ส่วนกรณีสุดท้าย ถ้ามีการเคลื่อนของฟันมาก หรือฟันใกล้จะหลุดให้ถอนฟันซี่ดังกล่าวออก^{6,7}

5. อินทรูชัน (intrusion) (รูปที่ 2.5) คือ การยุบของฟันเข้าไปในกระดูกเบ้าฟัน จึงมักเกิดรวมกับการแตกหักของกระดูกเบ้าฟัน ถือเป็นอุบัติเหตุที่รุนแรงที่สุด ฟันปลายรากปิด โอกาสฟันตายเกือบร้อยละ 100 การรักษาในฟันแท้ขึ้นกับขนาดของรูเปิดปลายรากฟันและระยะการยุบตัวของฟัน¹ ดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับการรักษาในฟันน้ำนมต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างฟันน้ำนมที่ได้รับบาดเจ็บกับหน่อฟันแท้ กรณีที่ปลายรากฟันที่ได้รับบาดเจ็บเคลื่อนไปที่หน่อฟันแท้ ให้ถอนฟันน้ำนมออก แต่ถ้าปลายรากฟันที่

ได้รับบาดเจ็บเคลื่อนไปบริเวณแผ่นกระดูกด้านใกล้แก้ม (labial bone plate) ให้เก็บฟันซี่นี้ไว้โดยให้จัดตำแหน่งใหม่เอง (spontaneous reposition)^{6,7}

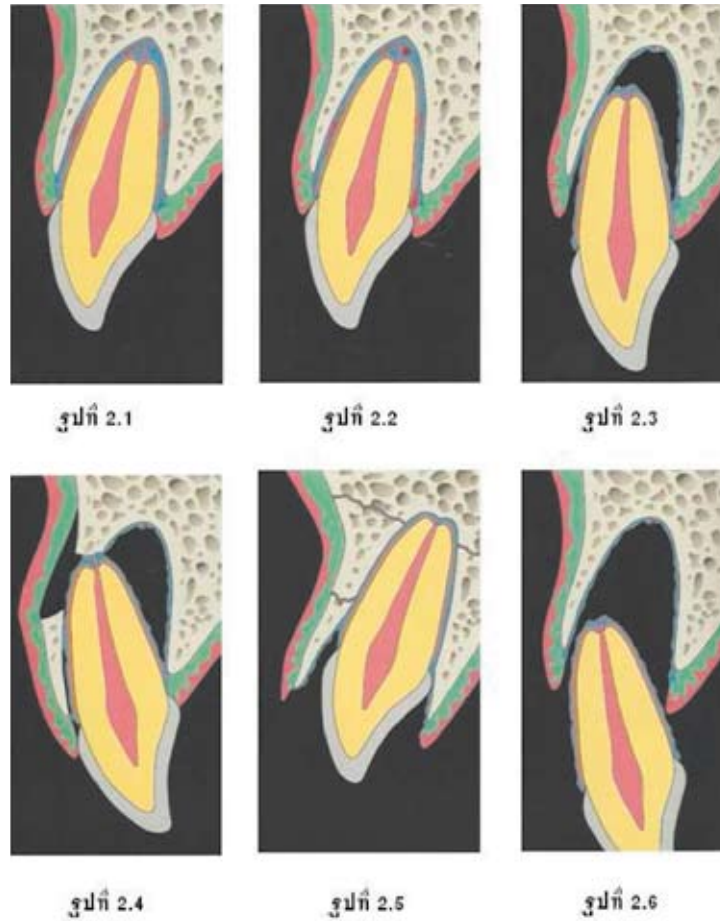
6. ฟันหลุดจากเบ้า (avulsion) (รูปที่ 2.6) คือ การหลุดของฟันจากเบ้าฟัน มักเกิดกับฟันหน้าตัดบนซี่แรก การพยากรณ์โรคขึ้นกับขนาดรูเปิดปลายรากฟันและระยะเวลาที่ฟันอยู่นอกช่องปาก ทันตแพทย์ควรแนะนำให้ผู้ป่วยครองอย่าเก็บฟันแบบแห้ง ปัจจุบันมีหลายบริษัทผลิตน้ำยาเก็บฟันที่เป็นตัวกลางสรีระ (physiologic media) โดยทำเป็นชุดพร้อมใช้งาน เช่น Save a toothTM หรือ Teeth saver setTM หากไม่มี ให้แช่ฟันในตัวกลางออสโมลาริตี (osmolality media) ที่แนะนำคือ น้ำนมไขมันต่ำ รสจืด แซ่เย็น และรีบมาพบทันตแพทย์ การรักษาในฟันแท้ แบ่งได้ดังนี้⁹

- ปลายรากปิดและแช่ฟันในตัวกลางสรีระหรือตัวกลางออสโมลาริตี หรือฟันอยู่นอกช่องปากน้อยกว่า 60 นาที ให้จับฟันที่ตัวฟัน ล้างผิวรากฟันอย่างเบาเมื่อน้ำเกลือ นำฟันกลับเข้าเบ้าฟันให้เร็วที่สุด ยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่นนาน 2 สัปดาห์ นัดผู้ป่วยมารักษาลงรากฟัน โดยการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นยาภายในคลองรากฟัน

- ปลายรากเปิดกว้างกว่า 1 มิลลิเมตรและแช่ฟันในตัวกลางสรีระ หรือตัวกลางออสโมลาริตี หรือฟันอยู่นอกช่องปากน้อยกว่า 60 นาที แช่ฟันในสารละลายมินอไซคลิกลิน (Minocycline) หรือดอกซิซัยคลิกลิน (Doxycycline) 1 มิลลิกรัมต่อน้ำเกลือ 20 มิลลิลิตร นาน 5 นาที เพื่อเพิ่มโอกาสการมีเลือดมาเลี้ยงใหม่ (revascularization) นำฟันกลับเข้าเบ้าฟันให้เร็วที่สุด ยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่นนาน 2 สัปดาห์ ทดสอบความมีชีวิตของฟันเป็นระยะ เพราะฟันปลายรากเปิด อาจเกิดการมีเลือดมาเลี้ยงใหม่ได้ หากพบฟันตายให้รักษาลงรากฟัน

- ฟันอยู่นอกช่องปากในสภาวะแห้งนานกว่า 60 นาที ทั้งฟันปลายรากเปิดและปลายรากปิด ไม่แนะนำให้ใส่ฟันกลับเข้าที่ เพราะการพยากรณ์โรคไม่ดี จะเกิดภาวะฟันยึดแข็ง (ankylosis) รากฟันละลายและสูญเสียฟันในที่สุด ถ้าจำเป็นต้องเก็บฟันเพื่อความสวยงามหรือเหตุผลอื่น ให้ชุดเนื้อเยื่อผิวรากฟันออกให้หมด และแช่ฟันในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 นาน 20 นาที เพื่อลดการเกิดการละลายของรากฟัน ทันตแพทย์สามารถรักษาลงรากฟันนอกช่องปากก่อนใส่ฟันกลับเข้าที่ และยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่นนาน 4 สัปดาห์

หลังการรักษาแนะนำผู้ป่วยรับประทานอาหารอ่อน รักษาความสะอาดโดยการแปรงฟันด้วยแปรงสีฟันอ่อนนุ่ม และน้ำยาบ้วนปากคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เป็นเวลา 1 - 2 สัปดาห์ ร่วมกับจ่ายยาปฏิชีวนะ 7 วัน โดยพิจารณายาเททราซัยคลิน 25 - 50 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน เป็นลำดับแรก หากผู้ป่วยแพ้ยาเททราซัยคลิน หรืออายุน้อยกว่า 12 ปี ให้ยาเพนนิซิลินวี หรืออ็อกซิซิลิน 20 - 50 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน⁹ และแนะนำให้ดัดฟันป้องกันบาดเจ็บซ้ำโดยมีหลักพิจารณา ดังนี้¹⁰



รูปที่ 2 การเคลื่อนของฟัน

2.1 คอนคัสชัน 2.2 สับลักเซชัน 2.3 เอ็กซ์ทรูชัน 2.4 แลเทอร์รัลลักเซชัน 2.5 อินทรูชัน 2.6 อะวิลชัน

Figure 2 Luxation of teeth

2.1 Concussion 2.2 Subluxation 2.3 Extrusion 2.4 Lateral luxation 2.5 Intrusion 2.6 Avulsion

(ที่มา: Tsukiboshi M. Treatment planning for traumatized teeth 2nd ed. Chicago: Quintessence; 2012. p. 4-5.)

ตารางที่ 1 การรักษาฟันแท้ที่ได้รับอุบัติเหตุชนิดเคลือบฟันและเนื้อฟันแตกหัก จนเผยเนื้อเยื่อใน

Table 1 Treatment of permanent teeth with enamel-dentin-pulp fracture

ลักษณะปลายรากฟัน	ขนาดของรูทะลุ	ความมีชีวิตของฟัน	การรักษา
ปิด	ไม่ระบุขนาด	มีชีวิต	ฟัลเพ็กโทมี
		ไม่มีชีวิต	การรักษาคลองรากฟันโดยตรง
ไม่ปิด	เล็ก	มีชีวิต	การปิดแผลเนื้อเยื่อใน (Direct pulp capping)
		ไม่มีชีวิต	ฟัลโพโทมี
	ใหญ่	ไม่มีชีวิต	การเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด

(ที่มา: Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol 2012;28:2-12.)

ตารางที่ 2 การรักษาฟันแท้ที่ได้รับอุบัติเหตุชนิดอินทรูชัน

Table 2 Treatment of permanent teeth with intrusion

ขนาดของรูเปิดปลายรากฟัน	ระยะการยุบตัวของฟัน	การรักษา
เปิด	น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร	ให้ฟันงอกขึ้นเองอีกครั้งโดยธรรมชาติ (spontaneous re-eruption)
	มากกว่า 7 มิลลิเมตร	ดึงฟันด้วยการจัดฟันหรือผ่าตัด
ปิด	น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร	ให้ฟันงอกขึ้นเองอีกครั้งโดยธรรมชาติ
	ระหว่าง 3 - 7 มิลลิเมตร	ดึงฟันด้วยการจัดฟันหรือผ่าตัด
	มากกว่า 7 มิลลิเมตร	ดึงฟันด้วยการผ่าตัด

(ที่มา: Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol 2012;28:2-12.)

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการยึดฟันกรณีเกิดการบาดเจ็บต่อฟัน

Table 3 Duration of fixation of injured teeth

ประเภทของการเกิดอุบัติเหตุ	ระยะเวลาในการยึดฟัน
สับลักเซชัน	2 สัปดาห์
เอ็กซ์ทรูชัน	2 สัปดาห์
อะวัลชัน	2 สัปดาห์
แลเทอร์ลัลลักเซชัน	4 สัปดาห์
รากฟันแตกหัก บริเวณส่วนกลางของรากฟัน	4 สัปดาห์
การแตกหักของกระดูกเข้าฟัน	4 สัปดาห์
รากฟันแตกหัก บริเวณส่วนบนของรากฟัน	4 เดือน

(ที่มา: Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol 2012;28:2-12.)

- กรณีแผลขนาดเล็ก แผลสะอาด ถ้าไม่เคยได้รับวัคซีนบาดทะยักมาก่อน หรือได้วัคซีนไม่ครบ 3 ครั้ง หรือฉีดวัคซีนเข็มสุดท้ายมานานกว่า 10 ปี ต้องพบแพทย์เพื่อฉีดวัคซีนบาดทะยัก

- กรณีแผลขนาดใหญ่ หรือค่อนข้างสกปรก ถ้าฉีดวัคซีนมาครบตามกำหนด แต่ฉีดวัคซีนเข็มสุดท้ายมานานกว่า 5 ปี ต้องฉีดวัคซีนบาดทะยัก ถ้าไม่เคยฉีดวัคซีนหรือฉีดไม่ครบตามกำหนด นอกจากจะต้องฉีดวัคซีนบาดทะยักแล้ว ต้องให้แอนติบอดีเพื่อไปทำลายพิษด้วย

ผลข้างเคียงที่มักพบในกรณีฟันหลุดจากเบ้าคือ ภาวะฟันยึดแข็ง โดยรากฟันซี่นั้นจะละลายและถูกแทนที่ด้วยกระดูกทำให้ขัดขวางการเจริญของกระดูกที่รองรับฟันซี่นั้น ส่งผลให้ฟันงอกต่ำกว่าระดับการสบ (infra-occlusion) และฟันซี่ข้างเคียงเอียงตัว ภาวะนี้ถ้าเกิดในผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 10 ปี จะทำให้เกิดฟันงอกต่ำกว่าระดับการสบที่รุนแรง หากตรวจพบการกีดสับต่ำกว่าปกติประมาณ 1/8 - 1/4 ของตัวฟัน ควรรักษาโดยการทำดีโคโรเนชัน (decoration) ภายใน 2 - 3 ปี เพื่อให้กระดูกเข้าฟันเจริญต่อไป ในผู้ป่วย

ที่อยู่ในช่วงเจริญเติบโตมาก (growth spurt) ควรติดตามอาการ หากพบภาวะฟันงอกต่ำกว่าระดับการกัตสบที่รุนแรงร่วมกับมีการ เอียงตัวของฟันข้างเคียงให้พิจารณาทำดีโคโรนชั้น¹¹
การรักษาในฟันน้ำนม ไม่นำฟันกลับเข้าไปใส่ในเข้าฟัน

เพราะมีแนวโน้มที่จะทำอันตรายต่อหน่อฟันแท้^{6,7}

ควรติดตามผลการรักษาฟันหลุดจากเบ้าเป็นระยะ ๆ โดย ติดตามความมีชีวิตของฟันและผลข้างเคียงต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อสามารถแก้ไขได้ทันเวลาที่ ซึ่งในฟันแท้¹² แสดงในตารางที่ 4 และในฟันน้ำนม⁶ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แนวการติดตามผลการรักษาฟันแท้ที่ได้รับอุบัติเหตุ

Table 4 Guideline for follow-up of injured permanent teeth

ประเภทของการเกิดอุบัติเหตุ	เวลา					
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 - 8 สัปดาห์	6 เดือน	1 ปี	ติดตามทุกปี เป็นเวลา 5 ปี
1. คอนคัสชัน และสับลักเซชัน		C (1)	C (1)		C (1)	NA
2. เอ็กซ์ทรูชัน	S + C (2)	C (3)	C (3)	C (3)	C (3)	C (3)
3. แลเทอร์รัลลักเซชัน	C (3)	S	C (3)	C (3)	C (3)	C (3)
4. อินทรูชัน	C (4)		C (4)	C (4)	C (4)	C (4)

หมายเหตุ : S = การเอาเยื่อยึดฟันออก, C = การตรวจทางคลินิกและภาพรังสี, NA = ไม่เกี่ยวข้อง

(1) = ไม่มีอาการ รากฟันมีการเจริญต่อ ตอบสนองต่อการทดสอบความมีชีวิตของฟัน

(2) = มีอาการเล็กน้อย โยงเล็กน้อย ภาพถ่ายรังสีพบเงาดำเล็กน้อย

(3) = ไม่มีอาการ ลักษณะทางคลินิกและภาพถ่ายรังสีพบการหายปกติของเนื้อเยื่อปริทันต์ ตอบสนองต่อการทดสอบความมีชีวิตของฟัน

(4) = ฟันขึ้นปกติ ภาพถ่ายรังสีพบความต่อเนื่องของผิวกระดูกเบ้าฟัน (lamina dura) ไม่พบการละลายของรากฟัน ในฟันที่รากเจริญแล้วให้เริ่มรักษารากภายใน 3 สัปดาห์

(ที่มา: Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I Fractures and luxations of permanent teeth. Dental Traumatology 2007;23:66-71)

ตารางที่ 5 แนวทางการติดตามผลการรักษาฟันน้ำนมที่ได้รับอุบัติเหตุ

Table 5 Guideline for follow-up injured deciduous teeth

ประเภทของการเกิดอุบัติเหตุ	เวลา						ติดตามจนกระทั่งฟันน้ำนมหลุด
	1 สัปดาห์	2 - 3 สัปดาห์	3 - 4 สัปดาห์	6 - 8 สัปดาห์	6 เดือน	1 ปี	
1. ตัวฟันแตกหักแบบไม่ซับซ้อน			C				
2. ตัวฟันแตกหักแบบซับซ้อน	C			C + R		C + R	
3. ตัวฟันและรากฟันแตกหัก	C			C + R		C (*)	
4. รากฟันแตกหัก							
4.1 ไม่มี การเคลื่อนของฟัน	C			C		C + R	C (*)
4.2 ถอนฟัน						C + R	C (*)
5. การแตกหักของกระดูกงูขาฟัน	C		S + C + R	C + R		C + R	C (*)
6. คอนคัสชัน และสับลักเซชัน	C			C			
7. เอ็กซ์ทรูชัน	C			C + R	C + R	C + R	
8. แลเทอร์รัลลักเซชัน	C	C		C + R		C + R	
9. อินทรูชัน	C		C + R	C	C + R	C + R	C (*)
10. อะวัลชัน	C				C + R	C + R	C (*)

หมายเหตุ : C = การตรวจทางคลินิก, R = การตรวจทางภาพรังสี, S = การเอาเยื่อยึดฟันออก, C (*) = การตรวจทางคลินิกและภาพรังสีจนกระทั่งฟันแท้ขึ้นมาในช่องปาก

(ที่มา : Malmgren B, Andreasen JO, Flores MT, Robertson A, DiAngelis AJ, Andersson L, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. Dent Traumatol 2012;28:174-82.)

บทสรุป

เมื่อผู้ป่วยมารับการรักษาด้วยอุบัติเหตุ ทันตแพทย์จำเป็นต้องซักประวัติการตรวจทางคลินิกและทางภาพรังสีอย่างรอบคอบ รวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อจะได้นำข้อมูลไปใช้ในการวินิจฉัย และให้การรักษามีประสิทธิภาพ ในกรณีที่ประเมินแล้วว่า ไม่สามารถให้การรักษาที่เหมาะสม ควรส่งต่อทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้องเหมาะสมต่อไป นอกจากนี้การติดตามผลการรักษาเป็นระยะจนถึง 5 ปี ก็เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากภาวะแทรกซ้อนอาจเกิดขึ้นได้ในเวลาต่อมา

เอกสารอ้างอิง

1. Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:2-12.
2. Timpawat S, Vongsawan N, Wanachantararak S, Jiradechochai P. Traumatic Dental Injuries: A Clinical Approach 2nd edition. Bangkok: Prachachon; 2009. p. 9-23.
3. Needleman HL. The art and science of managing traumatic injuries to primary teeth. *Dent Traumatol* 2011;27:295-9.
4. Flores MT, Malmgren B, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. III. Primary teeth. *Dent Traumatol* 2007;23:196-202.
5. Tsukiboshi M. Treatment planning for traumatized teeth. 2nd ed. Chicago: Quintessence; 2012. p. 4-5.
6. Malmgren B, Andreasen JO, Flores MT, Robertson A, DiAngelis AJ, Andersson L, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. *Dent Traumatol* 2012;28:174-82.
7. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on management of acute dental trauma. *Pediatr Dent* 2011;33:220-8.
8. McTigue DJ, Thikkurissy S. Orofacial trauma. In: Mourisi AM, da Fonseca MA, Truesdale AL. Clinical cases in pediatric dentistry. West Sussex: Wiley-Blackwell; 2012. p.137-80.
9. Andersson L, Andreasen JO, Day P, Heithersay G, Trope M, Diangelis AJ, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:88-96.
10. Cdc.gov [Homepage on internet] Center of disease control.[updated 2013 May 1; cited date 2013 May 28]. Available from: Hyperlink “<http://www.cdc.gov/vaccines/pubs/pinkbook/downloads/tetanus.pdf>.”
11. Malmgren B, Malmgren O. Rate of infraposition of reimplanted ankylosed incisors related to age and growth in children and adolescents. *Dent Traumatol* 2002;18:28-36.
12. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol* 2007; 23:66-71.

The Effect of Different Debonding Techniques on Adhesive Remnants of Porcelain Surface

Suchon Vatarugegrid

Dental Department, Hatyai Hospital, Hatyai, Songkhla, Thailand

Correspondence to:

Suchon Vatarugegrid. Dental Department, Hatyai Hospital, Hatyai, Songkhla, 90110 Thailand Tel: 074-273100 ext. 1753

Fax: 074-273134 E-mail: abbot_dt@yahoo.com

Abstract

The purpose of this study was to compare the porcelain surfaces after debonding with two debonding methods. Feldspathic porcelain discs (n = 68) were randomly assigned to one of four groups, seventeen specimens for each; 3MS: Gemini metal brackets with a mesh base (3M Unitek, USA) were debonded with shear force, 3MP: Gemini metal brackets were debonded with peel force, TMS: MicroLine metal brackets that have machined undercut base (TOMY, Japan) were debonded with shear force, TMP: MicroLine metal bracket were debonded with peel force. The peel force was produced by conventional ligature cutter and the shear force was produced by conventional debonding plier. All surface discs were treated with silane primer (porcelain primer,Ormco Corp., USA), and the Transbond XT adhesive system (3M Unitek, Monrovia, USA) was used to bond all brackets to the discs. After debonding, the amount of residual adhesive on porcelain discs were examined according to Adhesive Remnant Index (ARI) score under 10x magnification. Data were statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and multiple comparisons test. The ARI scores were statistically significant difference ($\chi^2 = 19.612, p = 0.00$) in bond failure pattern of 3MS-TMS, 3MS-TMP and 3MP-TMP groups. In general, brackets from the same company debonded with shear or peel force showed no statistically significant within group. About 5 – 10 % of porcelain damages were observed for 3 groups, while 0 % of porcelain damage was found in 3MP group. MicroLine brackets debonded with two techniques tended to leave a significant amount of all adhesive on porcelain surface.

Key words: ARI score; Debonding technique; Porcelain surface

ผลของวิธีการถอดแบร็กเกตที่มีต่อการตกค้างของสารยึดติดบนผิวหน้าพอร์ซเลน

สุชนม์ วัตรูจิกฤต

กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลหาดใหญ่ อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สุชนม์ วัตรูจิกฤต กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลหาดใหญ่ อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 โทรศัพท์: 074-273100 ต่อ 1753

โทรสาร: 074-273134 อีเมล: abbot_dt@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตด้วยวิธีการถอด 2 วิธี กลุ่มทดลองทำจากแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนจำนวน 68 ชิ้นแบ่งเป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ชิ้น ดังนี้ กลุ่ม 3MS: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นเจมินี ซึ่งฐานมีลักษณะเป็นร่างตาข่าย (3M Unitek, USA) ด้วยแรงเฉือน, 3MP: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นเจมินีด้วยแรงปอก, TMS: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นไมโครไลน์ ซึ่งฐานมีลักษณะเป็นร่องจากการกลึง (TOMY, Japan) ด้วยแรงเฉือน, TMP: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นไมโครไลน์ด้วยแรงปอก โดยใช้คีมตัดลวดทำให้เกิดแรงปอก และใช้คีมถอดแบร็กเกตทำให้เกิดแรงเฉือน ปรับสภาพผิวพอร์ซเลนทุกชิ้นด้วยสารตั้งต้นไซเลน (porcelain primer,Ormco Corp., USA) และติดแบร็กเกตด้วยวัสดุยึดติดทรานส์บอนด์เอ็กซ์ที (3M Unitek, Monrovia, USA) หลังถอดแบร็กเกตตรวจดูการหลงเหลือของสารยึดติดด้วยกำลังขยาย 10 เท่า โดยใช้ระดับคะแนนดัชนีส่วนที่เหลือของสารยึดติดหรือค่าเออาร์ไอเป็นตัวประเมิน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิสและการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า กลุ่มทดลองที่มีค่าเออาร์ไอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไควสแควร์ = 19.612, $p = 0.00$) คือ ระหว่างกลุ่ม 3MS และ TMS, กลุ่ม 3MS และ TMP, และสุดท้ายคือระหว่างกลุ่ม 3MP และ TMP กล่าวโดยสรุปได้ว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเออาร์ไอระหว่างแบร็กเกตที่มาจากบริษัทเดียวกันเมื่อถอดแบร็กเกตด้วยวิธีการทั้งสองวิธี พบการแตกหักของพอร์ซเลนประมาณร้อยละ 5 - 10 ในกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่ม ยกเว้นกลุ่ม 3MP ไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลน การถอดแบร็กเกตไมโครไลน์ด้วยวิธีการถอดทั้งสองวิธี มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการตกค้างของสารยึดติดทั้งหมดบนผิวหน้าของพอร์ซเลน

คำสำคัญ: ดัชนีเออาร์ไอ; เทคนิคการถอดแบร็กเกต; ผิวพอร์ซเลน

บทนำ

เมื่อกล่าวถึงการติดแบร็กเกตบนวัสดุบูรณะฟันที่เป็นพอร์ซเลน เช่น ครอบฟัน หรือวีเนียร์ งานวิจัยส่วนใหญ่กล่าวถึงวิธีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนเพื่อให้เกิดการยึดติดกับแบร็กเกตได้ดีที่สุด ไม่หลุดระหว่างการจัดฟัน เช่น การปรับสภาพผิวพอร์ซเลนด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก การเป่าทราย หรือการทาสารไซเลนเป็นต้น¹⁻⁶ นอกจากนี้มีงานวิจัยอีกบางส่วนที่กล่าวถึงวิธีการทำความสะอาดหรือขัดแต่งผิวพอร์ซเลน และการซ่อมพอร์ซเลนที่เสียหายหลังการถอดเครื่องมือจัดฟัน เพื่อให้ผิวหน้าของพอร์ซเลนคืนสภาพเดิมมากที่สุด เช่น การขัดวัสดุยึดติดออกจากผิวพอร์ซเลนด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ การขัดละเอียดด้วยหัวขัดเฉพาะสำหรับขัดพอร์ซเลน หรือการใช้ผงขัดผสมกากเพชร และการซ่อมพอร์ซเลนด้วยคอมโพสิตเป็นต้น⁷⁻¹¹ แต่มีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยที่กล่าวถึงความเสียหายของผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตโดยตรง เช่น งานวิจัยของ Kao และคณะ¹² ที่อธิบายถึงสาเหตุการแตกหักของพอร์ซเลนวีเนียร์ว่ามีความสัมพันธ์กับแรงยึดระหว่างแบร็กเกตกับผิวพอร์ซเลน และชนิดของพอร์ซเลน หากแรงยึดมากเกินไปกำลังแรงยึดภายในเนื้อพอร์ซเลน (cohesive strength) (มากกว่า 80 นิวตัน: การวิจัยนี้ไม่ได้คำนวณแรงต่อพื้นที่) ก็จะทำให้เกิดความเสียหายที่ผิวหน้าพอร์ซเลนในรูปของรอยร้าว (surface crazing) และมีการแตกหักในเนื้อพอร์ซเลน (cohesive failure) โดยไม่พบการหักของพอร์ซเลนทั้งชิ้นหรือการหลุดของวีเนียร์เกิดขึ้น งานวิจัยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวัดแรงยึดและมีวัตถุประสงค์รองคือ การตรวจสอบสภาพผิวหน้าของพอร์ซเลนว่ามีการแตกหักหรือไม่ ไม่ได้จำแนกความเสียหายว่ามีแตกต่างกันอย่างไร มีเพียงงานวิจัยของ Bourke และ Rock ที่ได้กำหนดดัชนีการแตกหักของพอร์ซเลน (Porcelain Fracture Index) ไว้ 4 ระดับมาอธิบายระดับความรุนแรงของความเสียหายที่พอร์ซเลน¹³

การทดลองของ Pannes และคณะ¹⁴ พบเพียงการแตกหักในชั้นของสารยึดติด (adhesive failure) โดยไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลนเลย เมื่อถอดด้วยแรงเฉือน แม้ว่าจะมีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนด้วยสารไซเลนมาก่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eustaquio และคณะ¹⁵ ที่ไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลนเมื่อใช้แรงดึง (tensile force) ในการถอดแบร็กเกตที่ยึดด้วยสารยึดติด System 1+® ร่วมกับการใช้สารไซเลน ในขณะที่ Sant' Anna และคณะ¹⁶ พบการแตกหักของพอร์ซเลนทุกกลุ่มทดลอง ได้แก่ การกรอเปิดผิวพอร์ซเลนด้วยหัวกรอกากเพชร การกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 10 และการเป่าผิวหน้าด้วยผงอะลูมินัมออกไซด์ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ซึ่งกลุ่มทดลองเหล่านี้ทำไซเลนร่วมด้วยและถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน และยังพบอีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีการปรับสภาพผิวหน้าพอร์ซเลนใด ๆ เลยก็มีการแตกหักบริเวณผิวหน้าของพอร์ซเลนได้เช่นกัน ส่วน Winchester ศึกษาพบว่า มีพอร์ซเลนแตกหักในกลุ่มที่ใช้แรงเฉือน/ปอก (shear/peel) มากกว่ากลุ่มที่ใช้แรงดึง/

ปอก (tensile/peel) ในการถอดแบร็กเกต โดยที่พอร์ซเลนแตกหักติดฐานแบร็กเกตร้อยละ 20 - 80 ขึ้นกับสารยึดติดที่ใช้ ส่วนการถอดด้วยแรงดึง/ปอก มักพบการหลุดของแบร็กเกตที่บริเวณรอยต่อของฐานแบร็กเกตกับชั้นของสารยึดติดมากกว่า¹⁷

งานวิจัยเหล่านี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของแรงที่ใช้ถอดแบร็กเกต วิธีการปรับสภาพผิวของพอร์ซเลน เกมพีในการตรวจสอบพอร์ซเลนและชนิดของสารยึดติดที่ใช้ จึงยากต่อการนำมาเปรียบเทียบกัน การถอดแบร็กเกตมีโอกาที่จะทำให้เกิดพอร์ซเลนแตกหักหากการแตกหักเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ทันตแพทย์ก็สามารถบูรณะใหม่หรือขัดแต่งเพื่อให้พอร์ซเลนคืนสู่สภาพเดิมใกล้เคียงกับก่อนการรักษาให้มากที่สุดได้ แต่ถ้าพอร์ซเลนนั้นแตกหักมากจนกระทั่งไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ ผู้ป่วยก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำชิ้นงานใหม่ ดังนั้น นอกจากการพยายามแก้ไขสภาพผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตให้กลับคืนสู่สภาพเดิม ทันตแพทย์จัดฟันจึงควรจะหาวิธีการป้องกันการแตกหักของพอร์ซเลนในระหว่างการถอดแบร็กเกตหรือหาวิธีการถอดแบร็กเกตที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวพอร์ซเลนน้อยที่สุดด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลโดยตรงของวิธีการถอดแบร็กเกตโลหะด้วยวิธีการให้แรงที่แตกต่างกันต่อสภาพผิวหน้าของพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกต ด้วยการตรวจดูการแตกหักและปริมาณสารยึดติดที่หลงเหลือบนผิวของพอร์ซเลน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำแผ่นพอร์ซเลนชนิดเฟลด์สปาทิก (Vita VMK95, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 68 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ชิ้น ขัดผิวหน้าพอร์ซเลนให้เรียบด้วยหัวกรอหินสีเขียวทรงกระบอกนาน 10 วินาที หล่อด้วยน้ำขณะขัด จากนั้นขัดซ้ำด้วยผงฟิมมิชความละเอียดเบอร์ 2 ชุมน้ำชนิดปราศจากฟลูออไรด์นาน 10 วินาที ล้างผงขัดออกด้วยน้ำและลมจากกระบอกฉีดนาน 10 วินาที เป่าแห้งด้วยลมที่ปราศจากน้ำมันนาน 10 วินาที ตรวจสอบผิวหน้าของแผ่นพอร์ซเลนด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (EMZ-TR model, MEJI Techno Co., LTD., Japan) ด้วยกำลังขยาย 10 เท่าว่า มีความสมบูรณ์ไม่มีรอยแตกหรือหลุมก่อนการติดแบร็กเกต ทาสารตั้งต้นไซเลน (porcelain primer, Ormco Corp., USA) ที่ผิวหน้าพอร์ซเลนตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ติดแบร็กเกตด้วยสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันชนิดบ่มตัวด้วยแสง (Transbond XT primer and Transbond XT light cure adhesive paste, 3M Unitek, USA) โดยที่การติดแบร็กเกตแต่ละตัวจะใช้แรงกด 300 กรัมจากเกจวัดแรง (pressure tension gauge, Human Yayi Medical Instruments Co., Ltd., China) ทำมุมตั้งฉากกับผิวหน้าแบร็กเกต ออกแรงกดเป็นเวลานาน 10 วินาทีเพื่อให้แน่ใจว่า สาร

ยึดติดมีการไหลแผ่อย่างสม่ำเสมอและแบร็กเกตแนบสนิทกับผิวหน้าพอร์ซเลนพอดี ขจัดสารยึดติดส่วนเกินด้วยเครื่องมือชุดแต่งอะมัลกัมที่คม (sharp amalgam carver) หลังจากนั้นฉายแสงตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีไร้สาย (PenCure, J Morita INC., Japan)

กลุ่มที่ 1 และ 2 ติดแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันตัดซี่กลางบน รุ่น Gemini ของบริษัท 3M (3M Unitek, USA) ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว ซึ่งมีฐานแบร็กเกตเป็นแบบร่างตาข่าย (mesh type) ส่วนกลุ่มที่ 3 และ 4 ติดด้วยแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันตัดซี่กลางบน รุ่น MicroLine ของบริษัท TOMY (TOMY, Tokyo, Japan) ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว ซึ่งเป็นแบร็กเกตชนิดที่ผลิตด้วยการใช้โลหะหลอมฉีดเข้าไปในแม่แบบ (metal injection molding: MIM) โดยที่ฐานและตัวแบร็กเกตต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกันไม่มีการเชื่อมต่อ ฐานแบร็กเกตมีลักษณะเป็นร่องจากการกลึงตัด (machined undercut) (รูปที่ 1)

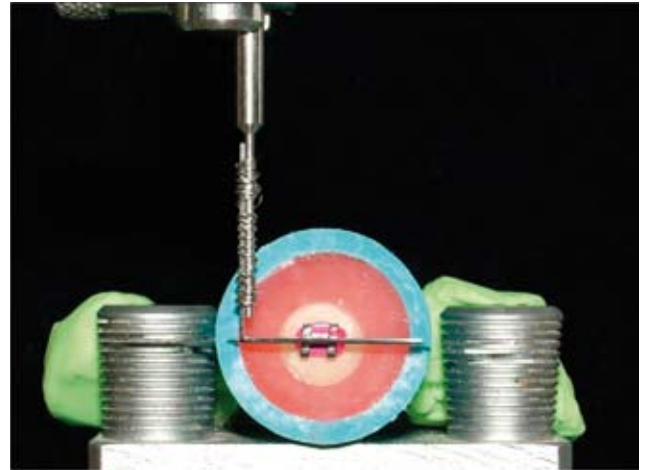


รูปที่ 1 ฐานแบร็กเกต: ชนิดร่างตาข่าย (ซ้าย) และชนิดร่อง (ขวา)
Figure 1 Bracket bases: mesh type (left) and machined undercut (right)

เมื่อติดแบร็กเกตเสร็จ นำแผ่นพอร์ซเลนมาฝังในท่อพีวีซีด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวเองโดยให้ผิวหน้าของแบร็กเกตขนานกับพื้น หลังเรซินอะคริลิกแข็งตัวนำลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว ยาว 2 เซนติเมตร ใส่ในร่องของแบร็กเกตแต่ละตัวรัดด้วยยางโอริง (O-ring) เพื่อเลียนแบบสภาพจริงในช่องปากก่อนการถอดแบร็กเกตในคลินิก จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Contherm series five, USA) นาน 24 ชั่วโมงก่อนการถอดแบร็กเกต

วิธีการทดลอง

นำชิ้นตัวอย่างมาปรับระดับลวดให้อยู่ในแนวระนาบด้วยเครื่องสำรวจความขนาน (Degussa รุ่น VG 1N, Germany) โดยปรับให้ลวดที่ยึดบนแบร็กเกตขนานกับแขนของเข็มสำรวจที่ตัดแปลงให้มีแขนตั้งฉากกับแนวตั้ง (รูปที่ 2) เมื่อปรับตำแหน่งดีแล้ว ลวดจะอยู่ในแนวระนาบพอดี ยึดชิ้นตัวอย่างให้ติดแน่นบนแป้นของเครื่องสำรวจความขนานด้วยดินน้ำมัน การจัดตำแหน่งของลวดนี้จะช่วยให้เข้าถอดแบร็กเกตง่าย และมองเห็นตำแหน่งของการวางคีมชัดเจน จากนั้นจึงใช้แรงเฉือนและแรงปอกในการถอดแบร็กเกตโดยมีทิศทาง

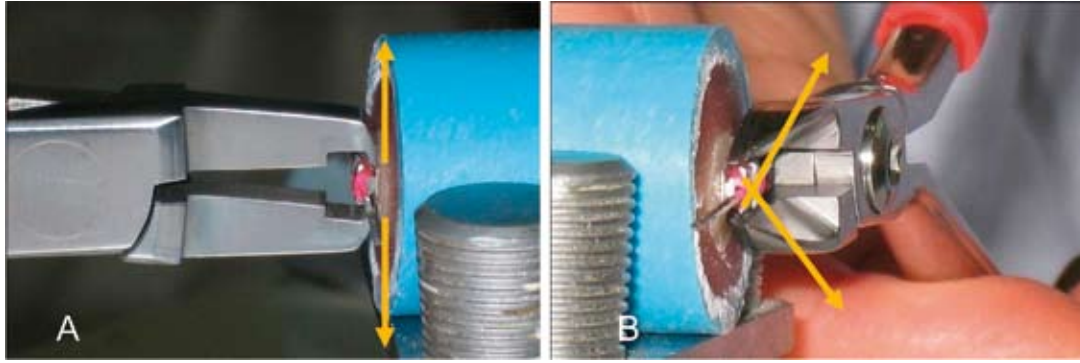


รูปที่ 2 การจัดตำแหน่งของแบร็กเกตด้วยเครื่องสำรวจความขนานก่อนการถอดแบร็กเกต

Figure 2 Dental surveyor used to align brackets before debonding

การให้แรงตามการทดลองของพาซันและคณะ¹⁸ โดยขึ้นตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (3MS) และ 3 (TMS): ถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน (shear force) ด้วยการวางขอบคมของคีมถอดแบร็กเกต (TP-25, Task Inc., Japan) ระหว่างรอยต่อของฐานแบร็กเกตกับผิวพอร์ซเลน ออกแรงบีบคีมจนกระทั่งแบร็กเกตหลุด ส่วนกลุ่มที่ 2 (3MP) และ 4 (TMP): ถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก (peel force) โดยใช้คีมตัดลวด (Mini pin and ligature cutter, AEZ, USA) วางขอบคมของคีมใต้ปีกแบร็กเกตและขนานกับผิวหน้าของพอร์ซเลน ออกแรงบีบคีมจนกระทั่งแบร็กเกตหลุด (รูปที่ 3) การถอดแบร็กเกตทุกตัวใช้แรงจากมือผู้วิจัย ไม่ได้วัดแรงที่ใช้ในการถอดเพื่อเป็นการเลียนแบบการถอดจริงในช่องปาก และการวิจัยอื่น ๆ พบว่า แรงยึดระหว่างแบร็กเกตกับพอร์ซเลนที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยไซเลนมีกำลังแรงยึดมากพอ (8.06 - 18.64 เมกะปาสคาล) ที่จะใช้ในทางคลินิกมาก่อนแล้ว^{13,16,19}

ตรวจสอบสภาพผิวหน้าของพอร์ซเลนด้วยการดูปริมาณการหลงเหลือของสารยึดติดที่กำลังขยาย 10 เท่าด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ บันทึกค่าโดยใช้ดัชนีส่วนที่เหลือของสารยึดติด (Adhesive Remnant Index score; ARI score) ตามเกณฑ์ของ Årtun และ Bergland²⁰ ดัดแปลงเพิ่มเติมโดยเพิ่มระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้ คือ 0 หมายถึง ไม่มีสารยึดติดเหลือค้างบนผิวพอร์ซเลน, 1 หมายถึง มีสารยึดติดเหลือค้างบนผิวพอร์ซเลนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ฐานแบร็กเกต, 2 หมายถึง มีสารยึดติดเหลือค้างบนผิวพอร์ซเลนมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ฐานแบร็กเกต, 3 หมายถึง มีสารยึดติดทั้งหมดเหลืออยู่บนผิวพอร์ซเลน โดยที่ผิวหน้าของสารยึดติดมีลักษณะเหมือนพิมพ์ด้วยฐานแบร็กเกต และ 4 หมายถึง มีการแตกหักของผิวพอร์ซเลน ผู้วิจัยเพียงคนเดียวเป็นผู้



รูปที่ 3 ตำแหน่งการวางคีมและทิศทางของแรง

A. การถอดแปร์ริเกตด้วยการใช้แรงเฉือน B. การถอดแปร์ริเกตด้วยการใช้แรงปอก

Figure 3 The position of pliers and directions of forces

A. Bracket removal by using shear force B. Bracket removal by using peel force

อ่านค่าเออาร์ไอ ซึ่งผู้วิจัยผ่านการทดสอบความสามารถในการวัดซ้ำค่าเออาร์ไอโดยสุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้นจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาอ่านค่าเออาร์ไอซ้ำในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ท่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ความสามารถในการวัดซ้ำด้วยค่าแคปปาในผู้วัดคนเดียว (intra-examiner Kappa) แสดงค่าความสอดคล้องในระดับดีมาก (0.859) จากนั้นวิเคราะห์ค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เอสพีเอสเอส 11.5 (SPSS version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL., USA) หากพบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จะทดสอบต่อด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

ผล

จากการศึกษาผลของแรงเฉือนและแรงปอกที่มีต่อผิวพอร์ซเลนด้วยการพิจารณาตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวโดยพิจารณา

จากคะแนนเออาร์ไอพบว่า มีค่าความถี่ของค่าดัชนีเออาร์ไอของแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อทดสอบด้วยสถิติครัสคัล-วอลลิสพบว่า มีกลุ่มทดลองอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีค่าเออาร์ไอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) จึงทดสอบต่อด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (ตารางที่ 3) ผลการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการถอดแปร์ริเกตด้วยแรงเฉือนหรือแรงปอกในแปร์ริเกตชนิดเดียวกัน ทั้งแปร์ริเกต Gemini (3MS และ 3MP) และแปร์ริเกต MicroLine (TMS และ TMP) แต่จะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการถอดด้วยแรงเฉือน ระหว่างกลุ่มที่ใช้แปร์ริเกต Gemini (3MS) กับกลุ่มที่ใช้แปร์ริเกต MicroLine (TMS) และยังพบความแตกต่างระหว่างการถอดแปร์ริเกตด้วยแรงเฉือนหรือแรงปอกในกลุ่มที่ใช้แปร์ริเกต Gemini (3MS และ 3MP) เมื่อเปรียบเทียบกับการถอดด้วยแรงปอกในกลุ่มแปร์ริเกต MicroLine (TMP) อีกด้วย

ตารางที่ 1 การแจกแจงความถี่ของค่าเออาร์ไอตามวิธีการถอดแปร์ริเกต 2 วิธี

Table 1 Frequencies of ARI Score for 2 debonding techniques

Group	N	ARI Score				
		0	1	2	3	4
3MS	17	4	3	6	3	1
3MP	17	1	8	2	6	0
TMS	17	2	0	0	13	2
TMP	17	0	0	0	16	1

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส

Table 2 Kruskal-Wallis test to compare ARI score between comparative groups

Group	ARI score
	Mean rank
3MS	23.85
3MP	25.85
TMS	43.53
TMP	44.76

Chi-square = 19.612, df = 3; p = 0.00

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ

Table 3 Results of multiple comparison tests among groups

	3MS	3MP	TMS	TMP
3MS				
3MP	2			
TMS	19.68*	17.68		
TMP	20.91*	18.91*	1.23	

Critical difference = 18.86

* Significant difference between the groups (different observed value \geq critical difference at p = 0.05)

บทวิจารณ์

การติดแบร็กเกตทางทันตกรรมจัดฟันต้องการแรงยึดอย่างน้อยที่สุดระหว่าง 5.9 - 7.8 เมกะปาสคาล ตามคำแนะนำของ Reynolds²¹ จึงจะสามารถทนต่อแรงกระทำในช่องปากได้ตลอดระยะเวลาการรักษาประมาณ 2 ปี แรงยึดระหว่างแบร็กเกตโลหะกับพอร์ซเลนขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของลักษณะฐานแบร็กเกต ชนิดของสารยึดติด และวิธีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลน เป็นต้น^{4-7,22-25} งานวิจัยของสุชนม์และสมรตรี¹⁹ ศึกษาพบว่า การเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยการทาเจลเอพิเอฟความเข้มข้นร้อยละ 1.23 เป็นเวลา 10 นาทีให้แรงยึดระหว่างแบร็กเกตโลหะกับพอร์ซเลนไม่ต่างจากการเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยการทาสารไซเลน คือ ได้แรงยึดเฉลี่ย 9.42 เมกะปาสคาลและ 9.68 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งมากกว่าที่ Reynolds ได้แนะนำไว้ แต่ Thurmond และคณะ²⁶ พบว่าแรงยึดที่สูงกว่า 13 เมกะปาสคาลจะทำให้เกิดการแตกหักในเนื้อ

พอร์ซเลน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแรงยึดที่มากเกินไป จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกหักให้เนื้อพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตได้ แต่ถ้าแรงยึดอยู่ในระดับต่ำแล้ว ยังมีการแตกหักของพอร์ซเลน แสดงว่าอาจมีความผิดปกติในเนื้อพอร์ซเลนเอง เช่น การมีฟองอากาศ (void) หรือการมีรอยร้าว (crack line) ก่อนการถอดแบร็กเกต ประเด็นนี้มีความเป็นไปได้น้อย เนื่องจากได้ตรวจสอบสภาพผิวหน้าพอร์ซเลนก่อนการติดแบร็กเกตมาแล้ว ในงานวิจัยนี้พบการแตกหักของพอร์ซเลนในระดับ 2 ทั้งหมดเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของดัชนีการแตกหักของพอร์ซเลน¹³ ซึ่งหมายถึงมีความเสียหายของผิวพอร์ซเลนที่ต้องการการซ่อมแซมด้วยคอมโพสิตหรือทำวัสดุบูรณะใหม่ จากการประเมินของผู้วิจัยเอง การแตกหักที่พบนี้อยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง สามารถบูรณะได้ด้วยการอุดคอมโพสิตตามปกติ หากทันตแพทย์หลีกเลี่ยงการแตกหักของพอร์ซเลนด้วยการลดแรงยึดของแบร็กเกตกับพอร์ซเลนให้น้อยลง อาจทำให้เกิดความไม่มั่นใจว่าแบร็กเกตจะสามารถทนต่อแรงกระทำ

ในช่องปากได้ตลอดการรักษาหรือไม่ อาจต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเมื่อต้องมาติดแบร็กเกตใหม่ ดังนั้นทางเลือกในการลดความเสียหายที่จะเกิดกับผิวหน้าของฟอร์ชเลน จึงควรใช้วิธีการอื่นแทน คือ มุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนสุดท้ายของการรักษา คือ การถอดแบร็กเกตและการทำความสะอาดสารยึดติดออกจากผิวหน้าฟอร์ชเลน เพื่อให้ฟอร์ชเลนกลับคืนสู่สภาพเดิมมากที่สุด

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าการตกร้างของสารยึดติดบนผิวฟอร์ชเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตโลหะที่มีฐานแบบเดียวกันด้วยแรงถอดที่ต่างกันคือ แรงเฉือนและแรงปอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากเป็นแบร็กเกตที่มีฐานแตกต่างกันซึ่งการทดลองนี้ใช้แบร็กเกตที่มีฐานเป็นรูปร่างคล้ายเปรียบเทียบกับแบร็กเกตที่มีฐานเป็นร่องจากการกลึงพบว่า ตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าแบร็กเกตที่มีฐานเป็นร่องมีค่าเออาร์ไอระดับ 3 มากที่สุดคือ กลุ่ม TMS พบร้อยละ 76.47 และกลุ่ม TMP ร้อยละ 94.12 ในขณะที่แบร็กเกตกลุ่ม 3MS และ 3MP พบเพียงร้อยละ 17.64 และ 35.29 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นเพราะฐานแบร็กเกตที่มีลักษณะเป็นร่องมีส่วนคอด (undercut) สำหรับการเกาะของสารยึดติดได้น้อยกว่ากรณีฐานแบร็กเกตเป็นแบบรูปร่างคล้าย ทำให้เมื่อถอดแบร็กเกตออกจึงพบสารยึดติดทั้งหมดติดอยู่บนผิวฟอร์ชเลนเป็นส่วนใหญ่และจากการวิจัยในครั้งนี้ยังได้ข้อพิจารณาเพิ่มเติมอีกว่า หากเลือกใช้แบร็กเกตที่มีฐานเป็นรูปร่างคล้ายควรจะถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน จึงจะมีโอกาสทำให้เกิดการแตกหักของผิวฟอร์ชเลนลดลง การตรวจดูค่าเออาร์ไอภายหลังการถอดแบร็กเกต งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ระดับกำลังขยาย 10 เท่า^{12,13,19,24,25} แต่ Montasser และคณะ²⁷ ศึกษาความน่าเชื่อถือของการตรวจค่าเออาร์ไอด้วยระดับกำลังขยายที่แตกต่างกันคือ ดูด้วยตาเปล่า ดูด้วยกำลังขยาย 10 เท่าและดูด้วยกำลังขยาย 20 เท่า พบว่าการตรวจดูด้วยตาเปล่าและที่กล้องจุลทรรศน์ 10 เท่าให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การตรวจดูด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบกับการดูที่กล้องจุลทรรศน์ 20 เท่าให้ผลแตกต่างกัน คือ มีแนวโน้มตรวจให้คะแนนที่มีค่าน้อยลดลง แต่จะตรวจให้คะแนนที่มีค่ามากขึ้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ 10 เท่าให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังขยาย 20 เช่นกัน ดังนั้นหากจะดำเนินการวิจัยในลักษณะนี้ต่อไปในอนาคตควรจะตรวจด้วยระดับกำลังขยาย 20 เท่าขึ้นไป

ข้อจำกัดบางประการของงานวิจัยนี้คือ ไม่ได้วัดขนาดแรงที่ใช้ถอดแบร็กเกตเนื่องจากในสภาวะจริงทางคลินิกเราไม่สามารถกำหนดแรงถอดได้ แต่จำเป็นต้องทำให้แบร็กเกตหลุดให้ได้ไม่ว่าจะต้องใช้แรงมากน้อยเพียงใด สิ่งที่ทันตแพทย์ควรคำนึงคือ แรงที่ใช้ในการถอดแบร็กเกตจากวิธีการถอดที่ต่างกันย่อมทำให้ผู้ป่วยมีความเจ็บปวดไม่เท่ากัน ดังนั้นควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนนี้ด้วย เพื่อให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายที่สุดในขณะที่กำลังถอดเครื่องมือ นอกจากนี้เมื่ออยู่ในคลินิกให้ทราบหรือทิศทางของการเข้า

ถอดแบร็กเกตและตำแหน่งของการวางคีมถอดแบร็กเกตในช่องปากอาจมีความแตกต่างจากทิศทางที่ใช้ทดสอบในห้องวิจัยไม่มากนักน้อย เนื่องจากการเข้าทำงานมีความจำกัดมากกว่า ตลอดจนเครื่องมือหรือคีมที่ทันตแพทย์เลือกใช้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อวิธีการให้แรง ในขณะที่ดำเนินการถอดแบร็กเกตทำให้ได้ผลการถอดที่แตกต่างกัน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าทันตแพทย์สามารถเลือกใช้แบร็กเกตที่มีลักษณะฐานแตกต่างกันไปเพื่อให้เกิดผลหลังการถอดแบร็กเกตที่ต่างกัน เช่น หากทันตแพทย์มองว่าการเหลือสารยึดติดที่ผิวหน้าฟอร์ชเลนมากที่สุดเป็นการช่วยประกันได้ว่าจะไม่มีฟอร์ชเลนแตกหักก่อนการขัดแต่ง ทันตแพทย์ก็ควรเลือกแบร็กเกตที่มีลักษณะเป็นร่องร่วมกับการถอดแบร็กเกตด้วยการใช้แรงเฉือนหรือแรงปอกก็ได้ จากนั้นค่อยพิจารณาหาวิธีการในการขจัดสารยึดติดออกจากผิวหน้าของฟอร์ชเลนที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อฟอร์ชเลนน้อยที่สุด แต่หากทันตแพทย์ไม่ต้องการเสียเวลาขัดแต่งมากก็อาจเลือกแบร็กเกตชนิดที่มีฐานเป็นแบบรูปร่างคล้ายเพื่อให้ภายหลังการถอดแบร็กเกตจะมีสารยึดติดเหลือตกค้างที่ผิวหน้าฟอร์ชเลนน้อยที่สุดซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการขัดแต่งน้อยตามมาด้วย แต่ก็มีความเสี่ยงที่จะพบการแตกหักของฟอร์ชเลนก่อนการขัดแต่งมากขึ้นเช่นกัน โดย Herison และคณะ¹¹ แนะนำขั้นตอนการขัดผิวฟอร์ชเลนดังนี้คือ ขจัดสารยึดติดที่ตกค้างด้วยหัวขัดคาร์ไบด์ ตามด้วยชุดขัดฟอร์ชเลนและขัดซ้ำด้วยครีมขัดผสมกากเพชร ส่วน Karan และคณะ¹⁰ ศึกษาพบว่า การขัดแต่งฟอร์ชเลนด้วยหัวขัด Sof-Lek (3M ESPE) ตามลำดับความหยาบของหัวขัด ทำให้ผิวหน้าฟอร์ชเลนเรียกว่าการขัดด้วยชุดขัดแต่งฟอร์ชเลนร่วมกับการขัดด้วยครีมขัดผสมกากเพชร แต่ทั้งนี้ก็ยังไม่สามารถขัดแต่งให้ผิวเรียบได้เท่ากับก่อนการติดแบร็กเกตเช่นกันเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ แต่ในสภาพจริงทางคลินิกแล้ว ทันตแพทย์และผู้ป่วยอาจไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

บทสรุป

ด้วยข้อจำกัดของการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่า แบร็กเกตที่มีฐานแบบเดียวกันจะให้ค่าเออาร์ไอไม่แตกต่างกันเมื่อใช้แรงในการถอดแบร็กเกตแตกต่างกัน และแบร็กเกตที่มีฐานต่างชนิดกันจะได้ค่าเออาร์ไอแตกต่างกัน ทันตแพทย์จัดฟันที่ใช้แบร็กเกตชนิดที่แตกต่างกัน จึงควรตรวจสอบหรือทดสอบเพิ่มเติมว่าแบร็กเกตที่ตนเองใช้เหมาะกับการถอดด้วยแรงแบบใด จึงจะส่งผลเสียหายต่อผิวฟอร์ชเลนน้อยที่สุด หรือช่วยทำให้การบูรณะฟันพุ่มสภาพผิวหน้าของฟอร์ชเลนให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่ายที่สุด ปัจจัยด้านแรงถอดเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งเท่านั้นที่ส่งผลต่อการหลงเหลือสารยึดติดบนผิวฟอร์ชเลน ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของทันตแพทย์เอง ที่จะต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบคอบเพื่อให้เกิดผลดีต่อผู้ป่วยมากที่สุด

1. Newman SM, Dressler KB, Grenadier MR. Direct bonding of orthodontic brackets to esthetic restorative materials using a silane. *Am J Orthod* 1984;86:503-6.
2. Kao EC, Boltz KC, Johnston WM. Direct bonding of orthodontic brackets to porcelain veneer laminates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:458-68.
3. Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod* 1993;27:661-75.
4. Major PW, Koehler JR, Manning KE. 24-hour shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded to porcelain using various adhesion promoters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:322-9.
5. Nebbe B, Stein E. Orthodontic brackets bonded to glazed and deglazed porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:431-6.
6. Schmage P, Nergiz I, Hermann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:540-6.
7. Tylka DF, Stewart GP. Comparison of acidulated phosphate fluoride gel and hydrofluoric acid etchants for porcelain-composite repair. *J Prosthet Dent* 1994;72:121-7.
8. Diaz-Arnold AM, Wistron DW, Aquilino SA, Swift EJ. Bond strengths of porcelain repair adhesive systems. *Am J Dent* 1993;6:291-4.
9. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent* 1995;73:464-70.
10. Karan S, Toroglu MS. Porcelain refinishing with two different polishing systems after orthodontic debonding. *Angle Orthod* 2008;78:947-53.
11. Herion DT, Ferracane JL, Covell DA. Porcelain surface alterations and refinishing after use of two orthodontic bonding methods. *Angle Orthod* 2010;80:167-74.
12. Kao EC, Johnston WM. Fracture incidence on debonding of orthodontic brackets from porcelain veneer laminates. *J Prosthet Dent* 1991;66:631-7.
13. Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod* 1999;26:285-90.
14. Pannes DD, Bailey DK, Thompson JY, Pietz DM. Orthodontic bonding to porcelain: a comparison of bonding systems. *J Prosthet Dent* 2003;89:66-9.
15. Eustaquio R, Garner LD, Moore BK. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:421-5.
16. Sant' Anna EF, Monnerat ME, Chevitaress O, Stuani MBS. Bonding brackets to porcelain-*in vitro* study. *Braz Dent J* 2002;13:191-6.
17. Winchester L. Direct orthodontic bonding to porcelain: An *in vitro* study. *Br J Orthod* 1991;18:299-308.
18. Thipsoonthornchai P, Chiewcharat P, Apinhasmit W, Thanboonsombut B. Bracket removal effect on adhesive remaining on enamel and enamel loss by using shear and peel forces. *J Dent Assoc Thai* 1999;49:268-82.
19. Vatarugegrid S, Viteporn S. Shear-peel bond strength of metal bracket to porcelain surface treated with 1.23% acidulated phosphate fluoride gel. *CU Dent J* 2010;33:109-18.
20. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
21. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
22. Smith NR, Reynolds IR. A comparison of three bracket bases: an *in vitro* study. *Br J Orthod* 1991;18:29-35.
23. Mackay F. The effect of adhesive type and thickness on bond strength of orthodontic brackets. *Br J Orthod* 1992;19:35-9.
24. Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Ajlouni R. The effect of variation in mesh-base design on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2004;74:400-4.
25. Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:74-82.
26. Thurmond J, Barkmeier W, Wilwerding T. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72:355-9.
27. Montasser M, Drummond JL. Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod* 2009;79:773-6.

Comparison of Microleakage between Resin Sealant with Amorphous Calcium Phosphate Versus Sealants with and without Fluoride

Thidarat Angwarawong¹, Kanyarat Thangsiriamnuay², Chutikarn Badkeaw², Thipsuda Tadmal², Siripak Nirothorn² and Onauma Angwaravong³

¹Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

³Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen, Thailand

Correspondence to:

Onauma Angwaravong. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen 40002, Thailand Tel: 043-202222-41 ext. 11157 Fax: 043-202862 E-mail: onaang @ kku.ac.th

Abstract

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the median of the mean of microleakage in three pit and fissure sealants. In this study, sealants used were resin-based sealant without fluoride releasing, with fluoride releasing and amorphous calcium phosphate. Ninety 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 $\times 30$ 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 0.0167 α level resulted the no significant differences between sealants with and without fluoride groups ($p = 0.082$). There were significant differences between sealants with ACP and sealants without fluoride ($p = 0.007$), and also between sealants with ACP and with fluoride ($p < 0.001$) as well. In conclusion resin-based sealants with ACP had higher microleakage than resin-based sealants with and without fluoride releasing.

Key words: Amorphous calcium phosphate; Fluoride; Microleakage; Pit and fissure sealant

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต กับชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์

จิตรรัตน์ อังวรารวงศ์¹, กัลยรัตน์ ตั้งศิริอำนวย², ชุตติกานต์ บัดแก้ว², ทิพย์สุตา ทัดมาลา², สิริพัชกร นิโรธร² และอรอุมา อังวรารวงศ์³

¹ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

³ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อรอุมา อังวรารวงศ์ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 043-202222-41 ต่อ 11157 โทรสาร: 043-202862 อีเมล: onaang@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟัน 3 ชนิด โดยทำในฟันกรามน้อยบนจำนวน 90 ซี่ สุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ กลุ่มที่ 2 ผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีฟลูออไรด์ และกลุ่มที่ 3 ผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต ตามวิธีการใช้ที่บริษัทกำหนด จากนั้นนำฟันไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ แล้วทาน้ำยาทาเล็บให้ทั่วฟัน โดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร นำฟันไปแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดฟันในแนวแก้มลิ้น ด้วยเครื่องตัดฟันยี่ห้อไฮโซเมท และวัดรอยซึมเล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 30 เท่า เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยของรอยซึมเล็กทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) เมื่อพิจารณาเป็นคู่ของกลุ่มศึกษาด้วยสถิติทดสอบแมนวิทนีย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ แตกต่างกับกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีฟลูออไรด์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.082$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ กับกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต และกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีฟลูออไรด์ กับกลุ่มสารผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตามลำดับ ($p = 0.007$, $p < 0.001$) สรุปว่า การผนึกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต เกิดรอยซึมเล็กมากกว่าสารผนึกหลุมร่องฟันเรซินชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

คำสำคัญ: ฟลูออไรด์; รอยซึมเล็ก; สารผนึกหลุมและร่องฟัน; อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต

โรคฟันผุเป็นปัญหาสุขภาพช่องปากที่สำคัญ พบบ่อยในประชาชนทุกเพศ ทุกวัย ส่งผลเสียโดยตรงต่อสุขภาพช่องปากและยังมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายโดยรวม โดยมักพบการเกิดฟันผุบริเวณหลุมและร่องฟันของฟันกรามในเด็กและวัยรุ่นอายุ 5 - 16 ปี โดยเฉพาะบริเวณด้านบดเคี้ยวของฟันกรามแท้ที่กำลังขึ้น ซึ่งสาเหตุมาจากการพัฒนาของชั้นเคลือบฟันยังไม่สมบูรณ์ ลักษณะกายวิภาคของด้านบดเคี้ยวที่ซับซ้อน และการแปร่งฟันบริเวณดังกล่าว เข้าถึงได้ลำบาก ทำให้ทราบจุลินทรีย์สะสมได้ง่าย² ดังนั้นการส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันฟันผุ จึงมีความสำคัญ เช่น การแปร่งฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรับบริโภคอาหาร ร่วมกับการใช้สารผนึกหลุมและร่องฟันเพื่อป้องกันฟันผุ ตั้งแต่ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เริ่มขึ้นภายในช่องปาก โดยการผนึกหลุมและร่องฟันเป็นหนึ่งในวิธีการป้องกันฟันผุในเด็ก ที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสารผนึกหลุมและร่องฟันสามารถเป็นชั้นป้องกันและกำจัดการเข้าถึงของแบคทีเรียที่ก่อโรคฟันผุกับแหล่งอาหาร ซึ่งสามารถลดการเกิดฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ³

คุณสมบัติของสารผนึกหลุมและร่องฟันที่ดี เช่น ยับยั้งการเกิดโรคฟันผุ ความแข็งแรง ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) การไหลและแทรกซึมได้ดี ซึ่งทำให้เกิดการผนึก (seal) ที่ดีของสารผนึกหลุมและร่องฟัน เป็นต้น⁴ ดังนั้นการยึดอยู่อย่างแนบสนิท ปราศจากรอยซึมเล็ก (microleakage) ตามขอบระหว่างวัสดุและผิวฟัน จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญของการผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากการผนึกที่ไม่ดีพอ บริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุและผิวฟัน จะทำให้เกิดรอยซึมเล็กตามขอบได้ ซึ่งรอยซึมเล็กเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย ของเหลว โมเลกุล และไอออนต่าง ๆ ระหว่างฟันและขอบของวัสดุบูรณะฟัน⁵

ปัจจุบันสารผนึกหลุมและร่องฟันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก คือ สารผนึกหลุมและร่องฟันในกลาสส์ไอโอโนเมอร์ (glass ionomer sealants) และสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีเรซินเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (resin-based sealants) ซึ่งมีทั้งชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ และมีฟลูออไรด์ โดยชนิดที่มีฟลูออไรด์มีการผลิต 2 ลักษณะ คือ การเติมเกลือฟลูออไรด์ที่ละลายได้ (soluble fluoride salt) เข้าไปในสารเรซิน เมื่อผนึกหลุมและร่องฟันแล้ว เกลือจะละลายและฟลูออไรด์ไอออนจะถูกปลดปล่อยออกมา ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือการเติมสารประกอบอินทรีย์ฟลูออไรด์ (organic fluoride compound) ที่เกิดการเชื่อมกับสารเรซินด้วยพันธะทางเคมีเข้าไป ซึ่งจะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์โดยการแลกเปลี่ยนไอออน กับไอออนที่อยู่รอบ ๆ⁶ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาของ Garcia-Godoy และคณะพบว่า ปริมาณฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยจากสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีฟลูออไรด์นั้น จำนวนฟลูออไรด์มากที่สุด จะถูกปลดปล่อยออกมาภายใน 24 ชั่วโมงแรก และค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว⁷

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จึงได้มีการพัฒนาวัสดุซึ่งช่วยในการ

กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมโครงสร้างของฟัน โดยนำมาใช้ในระยะเวลาเริ่มต้นของการเกิดฟันผุ เพื่อให้สามารถยับยั้งกระบวนการเกิดฟันผุซึ่งอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือ เอซีพี (amorphous calcium phosphate or ACP) เป็นสารที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ให้มีคุณสมบัติในการส่งเสริมให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ กลไกการทำงานของเอซีพีพบว่า ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด เอซีพีจะปล่อยแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนออกมา ทำให้เกิดสภาวะอิ่มตัวของแคลเซียมและฟอสเฟตรอบ ๆ ตัวฟัน จึงช่วยยับยั้งการละลายของแร่ธาตุและส่งเสริมให้มีการคืนกลับของแร่ธาตุ^{8,9} และช่วยเพิ่มความแข็งผิวของเคลือบฟันได้¹⁰ ซึ่งการศึกษาของ Skrtic และคณะในปี ค.ศ. 1996 พบว่า เมทาคริลีตคอมโพสิต (methacrylate composites) ที่มีการเติมเอซีพีเข้าไปมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุผ่านเข้าไปไม่เพียงแค่บริเวณผิวของรอยฟันเท่านั้น แต่สามารถลงไปลึกเข้าไปในชั้นของรอยฟันผุด้วย¹¹ และเอซีพียังสามารถขัดขวางการเกาะกลุ่มของแบคทีเรียก่อโรคฟันผุบนผิวฟันได้ด้วย¹² มีหลายการศึกษาที่มีการทดสอบคุณสมบัติของสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีเอซีพี เช่น การทดสอบกำลังแรงดึงเล็ก (microtensile)¹³ การเกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ¹⁴ และการเกิดรอยซึมเล็ก^{15,16}

มีการพัฒนาเอซีพีมาใช้ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำยาบ้วนปาก ยาอม และสารผนึกหลุมและร่องฟัน ซึ่งสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี ที่จำหน่ายในท้องตลาด คือ Aegis[®] ซึ่งมีการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กตามขอบวัสดุของวัสดุที่มีเอซีพีหลายการศึกษา ได้แก่ การศึกษาของ Marks และคณะในปี ค.ศ. 2009 เปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี และชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ ร่วมกับการใช้และไม่ใช้สารยึดติด (adhesive agents) พบว่า สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี มีคาร์รอยซึมเล็กตามขอบน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$)¹⁵ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Selecman และคณะในปี ค.ศ. 2007 ที่เปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ คือ สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ ชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ผลการศึกษา คือ สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพีเกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$)¹⁶

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Vinay ในปี ค.ศ. 2002 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ พบว่า สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีคาร์รอยซึมเล็กน้อยกว่าชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)¹⁷ ในขณะที่การศึกษาของ Park และคณะในปี ค.ศ. 1993 และการศึกษาของ Michalaki และคณะในปี ค.ศ. 2010 พบว่า คาร์รอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีและไม่มีฟลูออไรด์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)^{18,19}

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กในสารฟันสีและร่องฟันจะพบว่า การศึกษาทั้งหมดให้ผลที่ขัดแย้งกัน¹⁵⁻¹⁹ เนื่องจากแต่ละการศึกษามีการใช้สารฟันสีและร่องฟันที่ต่างชนิดกัน ทำให้มีส่วนประกอบหลักแตกต่างกัน ส่งผลถึงคุณสมบัติของวัสดุ ทำให้การรอยซึมเล็กที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ รวมถึงมีขั้นตอนการทดลอง ฟันที่ใช้และวิธีการวัดการรอยซึมเล็กที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ไม่สามารถนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกันได้นั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษากการเกิดรอยซึมเล็กในสารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีที เปรียบเทียบกับสารฟันสีและร่องฟันชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบสารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีที (Aegis®) กับสารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Concise®) และสารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F-1®) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นปัจจัยหนึ่งในการประกอบการตัดสินใจของทันตแพทย์ ในการเลือกใช้สารฟันสีและร่องฟันชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานได้

การศึกษานี้ผ่านการรับรองคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ก่อนเริ่มการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

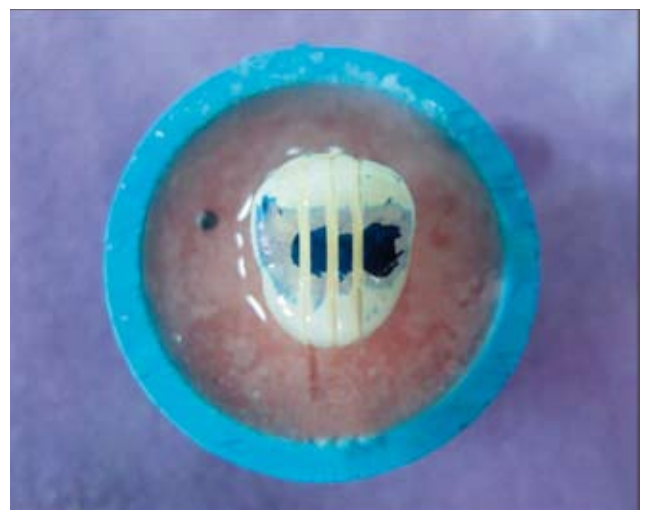
ขั้นตอนการเตรียมฟัน นำฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอน เพื่อการจัดฟัน ซึ่งปราศจากรอยผุหรือพยาธิสภาพใด ๆ และไม่เคยผ่านการบูรณะหรือได้รับการฟันสีและร่องฟันมาก่อน จำนวน 90 ซี่ ที่เก็บในสารละลายคลอรีนที่ ความเข้มข้นร้อยละ 1 ไม่เกิน 6 เดือน นำฟันมาทำความสะอาด เพื่อกำจัดหินน้ำลาย (calculus) และเศษ (debris) เนื้อเยื่อที่ติดอยู่บริเวณผิวฟันด้วยเครื่องมือเกรซซี่ควเรตต์เบอร์ 3/4 จากนั้นขัดด้านบดเคี้ยว ด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยที่ต่อกับหัวกรอความเร็วต่ำร่วมกับผงพัมมิซ (pumice) เมื่อทำความสะอาดฟันเรียบร้อยแล้ว จะยึดฟันด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเองในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่มด้วยการสุ่มอย่างง่าย ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฝนิกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Concise®) (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) กลุ่มที่ 2 ฝนิกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F-1®) (Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan) และกลุ่มที่ 3 ฝนิกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีที (Aegis®) (Bosworth Co., Skokie, Illinois, USA) โดยกำหนดให้มีผู้ฟันสีและร่องฟันเพียงคนเดียวตลอดการศึกษา

ขั้นตอนการฟันสีและร่องฟัน ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกบริเวณหลุมและร่องฟันด้านบดเคี้ยว โดยกลุ่มที่ 1 ใช้ Scotchbond Etchant® ความเข้มข้นร้อยละ 37 กลุ่มที่ 2 ใช้ K-etchant gel® ความเข้มข้นร้อยละ 40 และกลุ่มที่ 3 ใช้ Acit Etch® ความเข้มข้นร้อยละ 35 จากนั้นล้างด้วยกระบอกฉีดน้ำ แล้ว

เป่าลมให้แห้ง จนกระทั่งผิวเคลือบฟันมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น แล้วจึงทาสารฟันสีและร่องฟันไปตามหลุมและร่องฟันด้วยอุปกรณ์สำหรับทาสารฟันสีและร่องฟันของแต่ละบริษัท หลังจากนั้นฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิด Elipar™ 2500 Halogen Curing Light (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) ที่ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความเข้มแสงเพียงพอ คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm²) ซึ่งในขั้นตอนการทำ ในแต่ละกลุ่มจะใช้ระยะเวลาตามคำแนะนำที่บริษัทกำหนด

ขั้นตอนการเก็บรักษาฟัน นำฟันที่ฟันสีและร่องฟันแล้วมาแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็น (thermocycling) เป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ รอบละ 30 วินาที²⁰ หลังจากนั้นทำให้ฟันแห้งแล้วทาลายาทาเล็บ (Revlon, New York, USA) ให้ทั่ว โดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารฟันสีและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร แล้วนำฟันมาแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง^{21,22} แล้วล้างสีย้อมส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด และเป่าให้แห้ง

ขั้นตอนการทดสอบรอยซึมเล็กของสารฟันสีและร่องฟัน ตัดแบ่งฟันในแนวด้านแก้มไปด้านเพดาน โดยเริ่มตัดที่จุดกึ่งกลางฟัน แล้วจึงตัดห่างไปทางด้านใกล้กลางและด้านไกลกลาง ด้านละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) หลังจากนั้นตัดตัวฟันออกจากรากฟันในแนวขวาง ซึ่งในฟัน 1 ซี่ จะได้ชิ้นตัวอย่างที่จะนำมาวัดรอยซึมเล็กของสารฟันสีและร่องฟันมี 2 ชิ้น ซึ่งมีความหนาชิ้นละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) โดยกำหนดให้มีผู้วัดรอยซึมเล็กของสารฟันสีและร่องฟันเพียง 1 คน ซึ่งเป็นคนละคนกับคนที่ทำการฟันสีและร่องฟัน ผู้วัดรอยซึมเล็กจะถูกปิดบัง ไม่ทราบว่าเป็นสารฟันสีและร่องฟันชนิดใด การวัดรอยซึมเล็กจะดูจากการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม



รูปที่ 1 การตัดแบ่งฟันในแนวแก้มลิ้น

Figure 1 Buccolingual sectioning of the tooth

เมทิลีนบลูบริเวณรอยต่อระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันกับผิวฟันด้วย กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Nikon measurescope 20, Yokohama, Japan) กำลังขยาย 30 เท่า โดยวัดระยะทางการแทรกซึมของสี ย้อมเมทิลีนบลูจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน และค่าจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน ถึงจุดลึกสุดของหลุมและร่องฟัน ทั้งในด้านแก้ม และด้านเพดาน (รูปที่ 2) แต่ละค่าที่วัดจะวัด 2 ครั้ง แล้วนำทั้งสองค่ามาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งฟันตัวอย่าง 1 ซึ่งจะต้องวัดทั้ง 2 ชั้นตัวอย่าง แต่ละชั้นอย่างจะต้องวัดทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลาง ดังนั้นฟันตัวอย่าง 1 ซึ่ง จะต้องวัดทั้งหมด 4 ด้าน แล้วนำค่าที่ได้จากชั้นตัวอย่างทั้ง 2 ชั้น มาหาค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสีย้อม ได้เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูในฟันตัวอย่าง 1 ซึ่ง (รูปที่ 3)

การทดสอบความเที่ยงตรงของผู้วัดการแทรกซึมของสีย้อม โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวัดซ้ำร้อยละ 10 ของการวัดแต่ละครั้ง และผู้วัดถูกปิด (single blinding) จะไม่ทราบว่าเป็นกำลังทำการวัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวัสดุชนิดใด จากนั้นไปทดสอบความเที่ยงตรงของผู้วัด (intra-examiner reliability) โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) พบว่า ได้ค่าความเที่ยงตรงของผู้วัดเท่ากับ 0.98

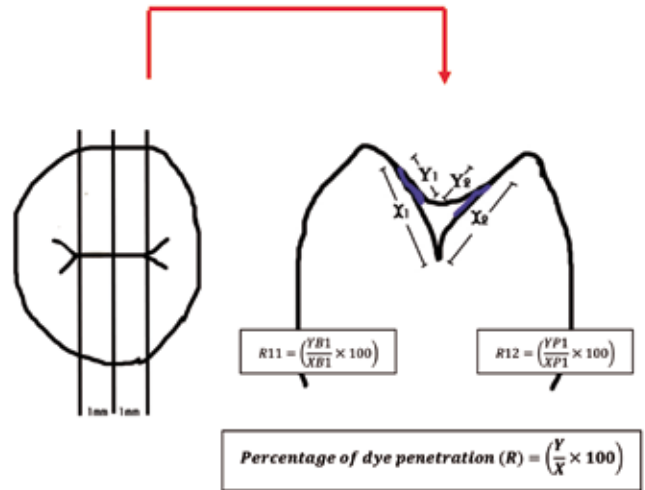
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การแสดงผลตีพิมพ์ แสดงค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงมีการวิเคราะห์ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติครัสคัล-วอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังจากนั้น มีการเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน



รูปที่ 2 ภาพถ่ายลักษณะชิ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 30 เท่า

Figure 2 Stereomicrograph of the specimen at magnification of 30X



รูปที่ 3 การวัดรอยซึมเล็กน้อยในชั้นตัวอย่าง 1 ด้าน

- X = ระยะจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันถึงจุดลึกสุดของหลุมและร่องฟัน
- 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

ทีละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 โดยปรับค่านัยสำคัญด้วยวิธีบอนเฟอรโรนี (Bonferroni adjustment)

ผล

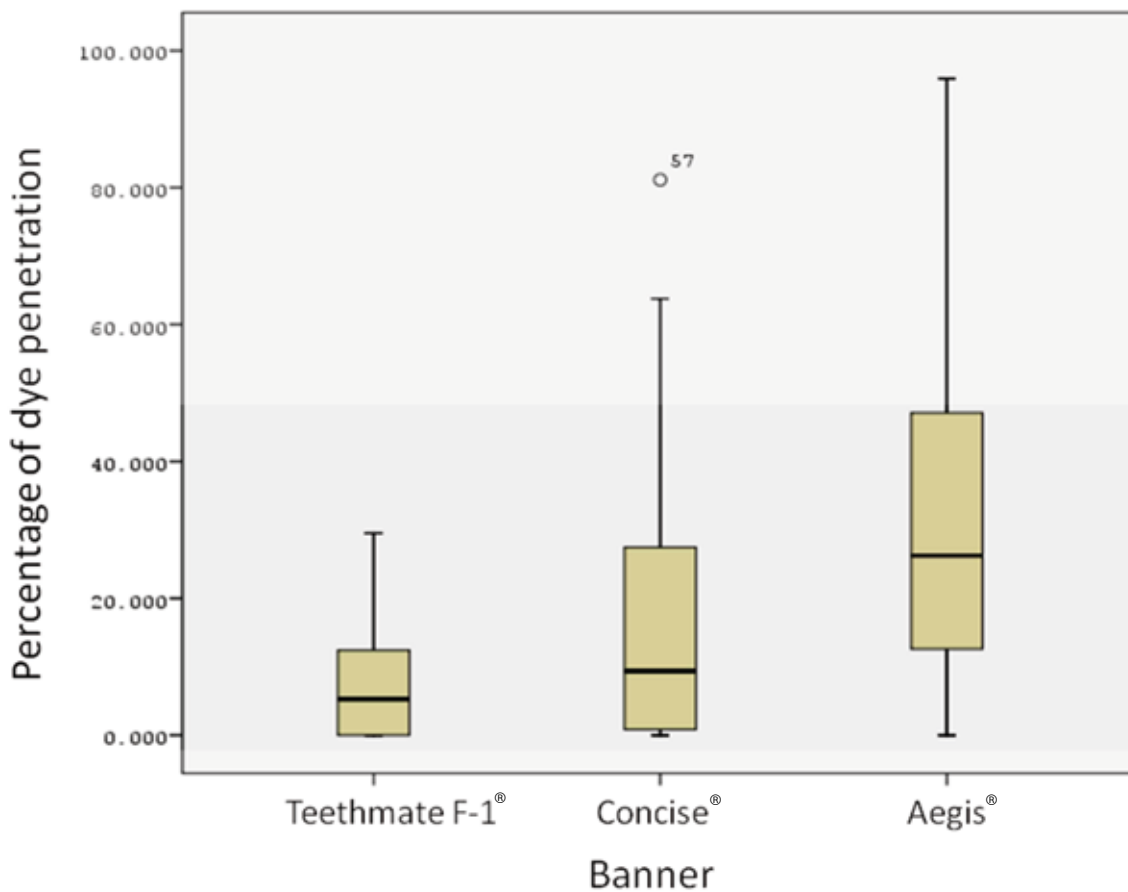
จากการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันทั้งหมด 90 ซึ่ง โดยสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ซึ่ง ด้วยการสุ่มอย่างง่าย แสดงการกระจายของฟันกรามน้อยบนแท้ (ตารางที่ 1) โดยกลุ่มที่ 1 ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Concise®) กลุ่มที่ 2 ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F-1®) และกลุ่มที่ 3 ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี (Aegis®) ผลการศึกษาพบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี มีค่ามากที่สุด คือ 26.23 ชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์มีค่า 9.37 ส่วนชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ 5.28 (ตารางที่ 1) ส่วนค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของการแทรกซึมใน 3 กลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบมัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารผนึกหลุมและ

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่าง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของร้อยละการแทรกซึมสีของรอยเคลือบฟัน และจำนวนซี่ฟัน ทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง

Table 1 Sample size, median, mean, 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	Mean	SD	Min	Max	Amount of teeth (N)			
							Tooth 14	Tooth 24	Tooth 15	Tooth 25
Teethmate F-1®	30	5.28	7.05	8.03	0	29.50	6	9	6	9
Concise®	30	9.37*	17.68	21.40	0	81.13	7	7	8	8
Aegis®	30	26.23*	34.07	28.43	0	95.92	7	7	7	9

*significant ($p < 0.01$)



รูปที่ 4 ค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันใน 3 กลุ่ม
Figure 4 Median and distribution of microleakage percentage of 3 sealant groups

ร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติพหุคูณพารามิเตอร์ ชนิดครัสคัล-วอลลิส พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อม เมทิลีนบลูตามขอบของสารพริกหลุมและร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2 = 20.515$, $p < 0.001$) แสดงว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างกัน หลังจากนั้น ทดสอบความแตกต่างค่ามัธยฐานร้อยละที่ละคู่ด้วยสถิติ ชนิดแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลู ตามขอบของสารพริกหลุมและร่องฟัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการใช้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ ($p = 0.082$) ส่วนการใช้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และระหว่างชนิดเรซินที่มีเอซีพี กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ($p = 0.007$, $p < 0.001$)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟันและเก็บรักษาในสารละลายคลอรามีนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟัน²³ และจากการศึกษาของ Pazinato และคณะ เกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กตามขอบเมื่อใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาพบว่า ไม่ว่าจะใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500 1,000 2,500 หรือ 5,000 รอบ ก็ให้ผลของรอยซึมเล็กตามขอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²⁴ รวมไปถึงเกณฑ์ของ ISO/TS 11405 กำหนดจำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะ เท่ากับ 500 รอบ²⁰ ดังนั้นการศึกษานี้จึงนำฟันไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะจำนวน 500 รอบ เพื่อจำลองสภาวะอุณหภูมิร้อนเย็นในช่องปาก ส่วนสีย้อมที่ใช้ในการทดลอง เพื่อวัดรอยซึมเล็กในวัสดุบูรณะมีหลายชนิด ได้แก่ เบสิคฟุคซิน (basic fuchsin) เมทิลีนบลู (methylene blue) อีโอซิน (eosin) อะนิลีนบลู (aniline blue) คริสตัลไวโอเลต (crystal violet) และ อิริโทรซินบี (erythrosin B)²⁵ สำหรับงานวิจัยนี้ เลือกใช้สารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูในการแช่ฟันเพื่อทดสอบรอยซึมเล็กตามขอบของสารพริกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากสีย้อมนี้เป็นที่นิยมใช้และมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าอนุภาคของแบคทีเรีย^{22,26}

จากผลการศึกษานี้ การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กตามขอบระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟัน 3 ชนิด คือ ชนิดเรซินที่มีเอซีพี ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ พบว่า ชนิดเรซินที่มีเอซีพีมีค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเท่ากับ 26.23 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชนิดเรซินที่มี

ฟลูออไรด์ที่มีค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเท่ากับ 5.28 ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Marks และคณะในปี ค.ศ. 2009 ที่ทำการเปรียบเทียบสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี (Aegis®) และชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Conseal f®, Admira seal®) ซึ่งพบว่า ชนิดเรซินที่มีเอซีพีมีค่ารอยซึมเล็กตามขอบน้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$) โดยชนิดเรซินที่มีเอซีพีจะมีค่ารอยซึมเล็กน้อยที่สุด¹⁵ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Selecman และคณะในปี ค.ศ. 2007 ที่เปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กในสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี (Aegis®) สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Admira Seal®, Conseal f®) และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton®) โดยพบว่า ชนิดเรซินที่มีเอซีพี มีค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กตามขอบน้อยที่สุด¹⁶ อย่างไรก็ตาม รอยซึมเล็กมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เช่น การเปลี่ยนแปลงมิติของวัสดุจากการหดตัวจากปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization shrinkage) การหดตัวของวัสดุเนื่องจากอุณหภูมิ (thermal contraction) การดูดซึมน้ำ (absorption of water) ความเครียดเชิงกล (mechanical stress) และการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ (dimensional changes) ในโครงสร้างฟัน²⁷ โดยผลจากการศึกษาครั้งนี้ แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ อาจเป็นเพราะชนิดของสารพริกหลุมร่องฟันที่แตกต่างกันโดย Admira Seal® และ Delton® มีโมโนเมอร์หลักเป็น Bis-phenol A diglycidyl ether dimethacrylate (BIS-GMA)^{28,29} ส่วน Aegis® และ Conseal f® มีโมโนเมอร์หลักเป็น Urethane dimethacrylate (UDMA)³⁰ แต่การศึกษานี้ใช้ Teethmate F-1® ซึ่งโมโนเมอร์หลักเป็น Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA)³¹ ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ที่มีความหนืดต่ำ (low viscosity monomer) และต่ำกว่า BIS-GMA และ UDMA จึงมีผลต่อความหนืด และการไหลแผ่ของวัสดุตามหลุมและร่องฟัน^{4,32,33} นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณวัสดุอุดแทรกที่มีอยู่ในสารพริกหลุมและร่องฟัน จะมีผลเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุ การหดตัวและการดูดซึมน้ำน้อยลง แต่ขณะเดียวกันจะทำให้วัสดุมีความหนืดสูงขึ้น (high viscosity) และมีผลทำให้การแทรกซึมและการไหลลดน้อยลง⁴ ซึ่งก็พบว่า Aegis® มีการเติมวัสดุอุดแทรก ส่วน Teethmat F-1® ไม่มีการเติมวัสดุอุดแทรก จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดว่า น่าจะเป็นสาเหตุให้การศึกษานี้ให้ค่ารอยซึมเล็กตามขอบของ Teethmat F-1® มีค่าน้อยกว่า Aegis® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ ถึงแม้ผู้วิจัยจะพยายามควบคุมการศึกษาวิจัย โดยให้ผู้ที่ทำการพริกหลุมและร่องฟันเป็นคนละคนกับผู้วัดการแทรกซึมของสีย้อม เนื่องจากสีของวัสดุพริกหลุมและร่องฟันทั้งสามชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน การควบคุมผู้วัดให้ถูกปกปิด (single blinding) อาจจะไม่สมบูรณ์

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาคุนสมบัติเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็ก เป็นเพียงข้อพิจารณาหนึ่งในการเลือกใช้สารพริกหลุมและร่องฟันเท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติในคลินิกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องพิจารณาร่วมในการเลือกใช้วัสดุด้วย เช่น ความแข็งแรง การยึดติด

ของวัสดุ ลักษณะกายวิภาคของฟัน เวลาที่ใช้ ขั้นตอนการทำงาน ในคลินิก ใช้ง่าย รวมถึงค่าใช้จ่าย ซึ่งเป็นสิ่งที่ทันตแพทย์จำเป็นต้องพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ และการศึกษานี้ เป็นเพียงการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็ก ตามขอบของวัสดุฉนวนและร่องฟันได้ แต่ต่างจากการทำวิจัยในคลินิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร่วมมือของผู้ป่วย สภาวะอนามัยช่องปากของผู้ป่วย การควบคุมความชื้น โดยเฉพาะการปนเปื้อนน้ำลาย เป็นต้น ดังนั้นหากมีการศึกษาต่อไปในอนาคต ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กของวัสดุทั้ง 3 ชนิดนี้ในทางคลินิก และควรศึกษาถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็กด้วย เพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาหนึ่งในการเลือกใช้สารฉนวนและร่องฟันต่อไป

บทสรุป

สารฉนวนและร่องฟันเรซินที่มีไอซีพี มีผลให้เกิดการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฉนวนและร่องฟันได้มากกว่าสารฉนวนร่องฟัน ชนิดเรซินที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวินิจฉัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. บัณฑิต ถิ่นคำรพ และผศ.ทพญ.ดร.วราวุช ปิติพัฒน์ ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูลทางสถิติและขอขอบพระคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ งานวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Batchelor PA, Sheiham A. Grouping of tooth surfaces by susceptibility to caries: a study in 5-16 year-old children. *BMC Oral Health* 2004;4:1-6.
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 1989;68:773-9.
- Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:393-414.
- Harnirattisai C. Tooth coloured restorative materials; Resin composite, glass ionomer, polyacid modified resin composite, resin pit fissure sealants. In: Su-chatlam 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)
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976;4:199-206.
- Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent* 2000;10:90-8.
- Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22:45-9.
- Cochrane NJ, Saranathan S, Cai F, Cross KJ, Reynolds EC. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res* 2008;42:88-97.
- Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist* 1998;18:8-16.
- Kargul B, Altinok B, Welbury R. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel surface rehardening. An *in vitro* study. *Eur J Paediatr Dent* 2012;13:123-7.
- Skrtic D, Hailer AW, Takagi S, Antonucci JM, Eanes ED. Quantitative assessment of the efficacy of amorphous calcium phosphate/methacrylate composites in remineralizing caries-like lesions artificially produced in bovine enamel. *J Dent Res* 1996;75:1679-86.
- Rahiotis C, Vougiouklakis G, Eliades G. Characterization of oral films formed in the presence of a CPP-ACP agent: an *in situ* study. *J Dent* 2008;36:272-80.
- Sen Tunc E, Bayrak S, Tuloglu N, Ertas E. Evaluation of microtensile bond strength of different fissure sealants to bovine enamel. *Aust Dent J* 2012;57:79-84.
- Silva KG, Pedrini D, Delbem AC, Ferreira L, Cannon M. *In situ* evaluation of the remineralizing capacity of pit and fissure sealants containing amorphous calcium phosphate and/or fluoride. *Acta Odontol Scand* 2010;68:11-8.
- Marks D, Owens BM, Johnson WW. Effect of adhesive agent and fissure morphology on the *in vitro* microleakage and penetrability of pit and fissure sealants. *Quintessence Int* 2009;40:763-72.
- 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.
17. 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.
 18. 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.
 19. 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.
 20. International organization for standardization. [monograph on website] ISO/TS 11405. Dental materials-Testing of adhesion to tooth structure 2003. [update 2012 August 1; cited 2013 Jul 11] Available from: HYPERLINK "http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=31486"
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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.
 24. Pazinatto 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.
 25. Gonzalez NAG, Kasim NHA, Aziz RD. Microleakage Testing. *Annals of Dentistry* 1997;4:31-7.
 26. Fabianelli A, Pollington S, Davidson CL, Cagidiaco MC, Goracci C. The relevance of micro-leakage studies. *International Dentistry SA* 2007; 9:64-74.
 27. Staninec M, Mochizuki A, Tanizaki K, Jukuda K, Tsuchitani Y. Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 1986;11(1):14-24.
 28. VOCO Australia. VOCO Material safety Data Sheet: Admira Seal. [document on website] [update 8 February 2007; cited 2013 Jul 11]. Available from: HYPERLINK "<http://www.henryschein.com.au/documents/MSDS/VOCO/AdmiraSeal.pdf>."
 29. Dentsply Canada Ltd. Material safety Data Sheet: Delton pit & fissure sealant. [document on website] [update 2005 March 16; cited. 2013 Jul 11]. Available from: HYPERLINK "<http://www.dentsply.ca/media/c9761b00ca07a790f2d62a49e73cdfcsafety.pdf>."
 30. Harry J. Bosworth Company. Material safety Data Sheet: Aegis pit & fissure sealant. [document on website] [update 2011 July 10; cited. 2013 Jul 11]. Available from: HYPERLINK "<http://www.henryschein.ca/MSDS/105D693.pdf>."
 31. Kuraray American, Inc. Material safety data sheet: Teethmate F-1® (Opaque). [document on website] [update 2012 July 5; cited. 2013 Jul 11]. Available from: HYPERLINK "<http://www.kuraraydental.com/msds/item/teethmate-f-1-opaque-msds-usa>."
 32. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2002;23:1819-29.
 33. Floyd CJ, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. *Dent Mater* 2006; 22:1143-9.

The Correlation between Electronic and Radiographic Working Length Determination in Resin Model: a Laboratory Study

La-onghong Vajrabhaya¹ and Suwanna Korsuwannawong²

¹Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Lak-Hok, Pathamtani, Thailand

²Research office, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Rachathavee, Bangkok, Thailand

Correspondence to:

La-onghong Vajrabhaya. Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Muang-Ake, Phaholyothin Road, Lak-Hok, Pathamtani 12000, Thailand Tel: (662) 997-2200-30 ext. 4392 Fax: (662) 997-2200 ext. 4321

E-mail: la-onghong.v@rsu.ac.th

Abstract

The aim of the study was to evaluate the correlation between the electronic and the radiographic working length determination in a simulated resin jaw model. Fifty-one extracted human upper central incisors of 3rd year dental students' exercises were used in this experiment. After the access opening, students practiced to use the electronic apex locator (EAL) on teeth embedded in resin jaws and fixed in the phantom heads under the supervision of instructors. The working length (WL) determined by EAL was statistically compared with that obtained from a radiograph of the same tooth. The acceptable criteria for WL determination by EAL was for the file which is short and beyond the radiographic apex ± 0.50 mm. Intraclass correlation coefficient between EAL and radiograph according to the acceptable criteria revealed 0.710 (95% CI = 0.538, 0.825). The reliability coefficient equaled 0.7090. There was a good correlation between EAL and radiograph regarding the working length determination in the simulated resin jaw model. The use of electronic working length determination in the resin jaw model not only obtains suitable teaching purpose but also reduces the number of radiographs required for WL estimation.

Key words: Electronic apex locator, Radiograph, Resin jaw model

Introduction

In dental schools in Thailand, endodontics is one of the subjects taught during the 3rd and 4th year of undergraduate dental curriculum before students begin to practice in the clinics. Students acquire both theoretical knowledge and competencies to conduct the technical procedures of root canal treatment in patients. Upon completion of this course, students have an understanding of endodontics and recognize that endodontics is the science of treating pulpal and periradicular diseases.

One of the most important aims of endodontics is to eliminate or reduce bacterial infection in the canal to a degree that it no longer irritates periapical tissue. The clinically acceptable working length (WL) in canal instrumentation is the distance between a reference point occlusally or incisally of the tooth to the apical cementodentinal junction (apical constriction). Root canal instrumentation and root canal filling termination should extend to this point. Students regularly rely on radiographs to determine the end point of the canal instrumentation while working in the endodontic laboratory. The apical constriction area of the canal instrumentation end point is adjusted 0.5 - 1.0 mm. from the radiographic apex.¹ In contrast, contemporary clinical endodontics routinely uses electronic apex locators (EALs) to determine the working length.^{2,3}

The accuracy of the modern EAL in determining the apical constriction has been shown to be clinically acceptable.³⁻⁵ EAL was first introduced into endodontics as a response to concerns over the effects of radiation exposure, utility of radiographs and superimposition of anatomical landmarks on radiographic apices. Raypex 5 (VDW GmbH, Munich, Germany) claims to be a fourth generation device and two separate frequencies 400 Hz and 8 KHz are used similarly to a third generation such as Root ZX (J.Morita Corp, Tokyo, Japan).⁵ Root ZX and Raypex 5 determine the WL via an impedance ratio. The main differences between two devices are their displays and the fact that Root ZX passes the two currents simultaneously whereas Raypex 5 passes only one frequency at a time. According to the user manual Raypex 5 is controlled by a microchip; no further adjustments and calibration are required and the size of the endodontic file should fit into the canal to ensure the precise measurement.⁶

A simulation model that can be used with EAL presents a great advantage to the endodontic education. Dental students at Rangsit University's Faculty of Dental Medicine have the opportunity to use EALs on teeth that are embedded in simulated resin jaws and fixed in phantom heads. They are taught that root canal preparation and root canal filling regularly end at the apical constriction providing optimal conditions for biological healing of the periradicular tissue. This area can not accurately be obtained from the periapical radiograph. As mentioned, EAL is a device of choice for clinically determining the apical constriction. It is essential for students to undertake the exercise of using EAL in the endodontic education before the clinical practice. This exercise will improve their technical abilities in endodontic study and familiarize them with procedures that they will face in their clinical work.

The objective of this study was to evaluate the correlation between electronic and radiographic working length determination in a simulated resin jaw model.

Materials and Methods

Fifty-one extracted human upper central incisors of the 3rd year dental students' endodontic exercise were used in this experiment. The teeth were embedded in simulated resin jaw models before endodontic treatment practice.

Simulated resin jaw preparations (Fig.1)

A mixture of the clear resin and hardening agent (024A and M60 Rungart, Bangkok, Thailand) a ratio of 100:1 was poured into a silicone mold shaped like an upper jaw. After thirty minutes, the resin jaw was taken out of the mold.

The oasis (flower sponge, Smithers-oasis, Kedah, Malaysia) was inserted into the bottom anterior socket of the resin jaw model. Then, the upper central incisor was fixed into the oasis and the self-curing acrylic resin was poured into the upper half of the socket. The cervical area of the tooth was kept above the self-curing acrylic resin in order to allow for the insertion of the rubber dam clamp. Two holes were drilled through the resin jaw

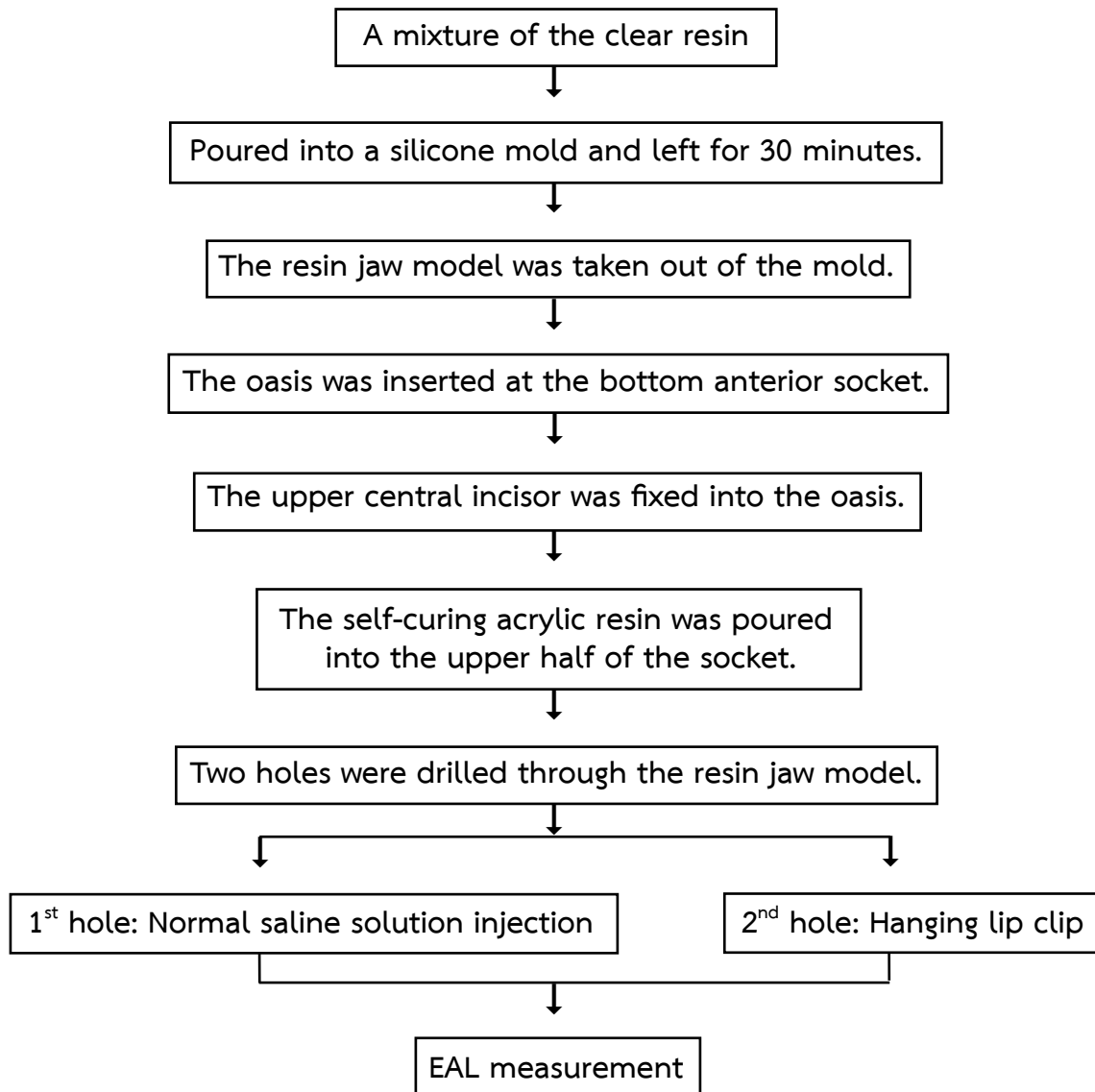


Figure 1 Diagram of the simulated resin jaw model preparation procedure

model until the socket was perforated. A wire was secured into one of the holes and a hanging lip clip was attached to it. A normal saline solution was injected into the other hole to obtain a closed circuit system while measuring the working length with EAL. X-ray film (ANSI1.2, Kodak (Thailand) Co. Ltd, Bangkok, Thailand) was placed in the palatal groove behind the palatal socket.

Working Length Determination using EAL

The Raypex 5, an electronic apex locator, was used in this experiment. Students practiced using EAL in working length determination under the supervision of a group instructor.

The rubber dam was inserted before the access cavity was prepared and the canal orifice had been negotiated. Dentine in the pulp chamber, which interfered with passing of the file into the canal orifice, was eliminated. The canal was irrigated with normal saline solution. Excess normal saline solution in the pulp chamber was removed by using a cotton pellet and no attempt was made to dry the canal. Working length determination was performed under the rubber dam with the Raypex 5 device and the file inserted. The file size was selected according to the size of the individual canal. A lip clip and a file clip were in place as shown in Fig. 2. Then, a K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was

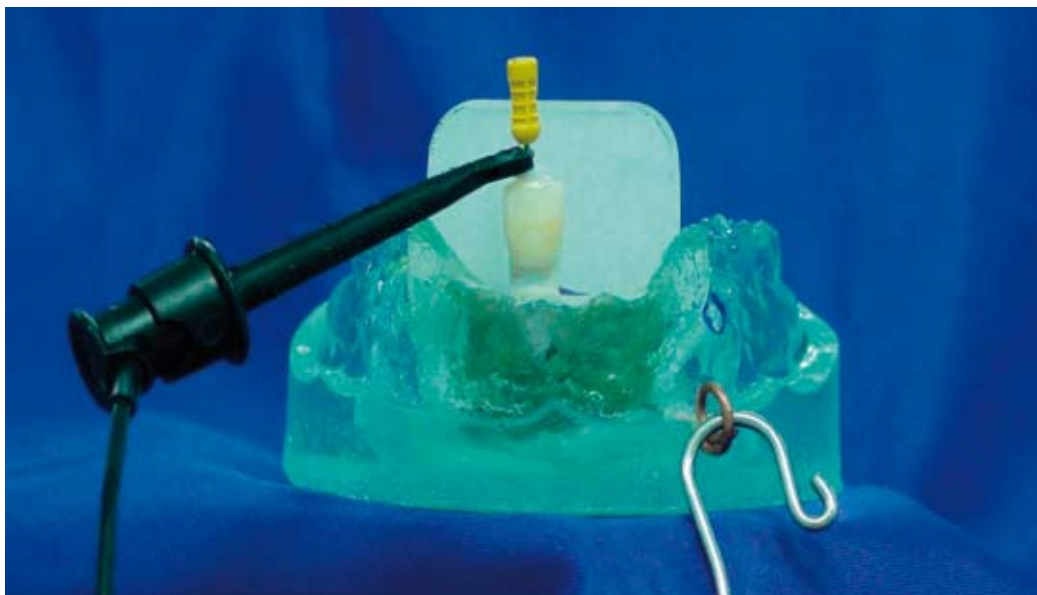


Figure 2 Position of a file clip, lip clip and film on the simulated resin jaw model

slowly inserted into the canal until the last green light (apical constriction area recommended by the company) appeared on the display. Next, the cotton pellet was placed into the pulp chamber to prevent the file from moving out of place. A rubber stop was gently moved towards the reference point (incisor edge). The file clip and lip clip were removed and the radiograph was taken (model Intra, Planmeca, Helsinki, Finland, 63 kV, 8 mA, 5 seconds) to determine the working length, as shown in Fig. 3. Film processing was done by soaking the film first in developer solution (Kodak, Coburg, Australia) for 10

seconds, then, in fixer solution (Kodak, Coburg, Australia) for another 10 minutes and finally, leaving it to dry.

The file was removed from the tooth and the length between the tip of the file and the lower part of the rubber stop was measured by using finger ruler (VDW, Munich, Germany) as well as recorded.

Data Analysis

The length of the file on the radiograph was measured. The acceptable criterion for radiographic working

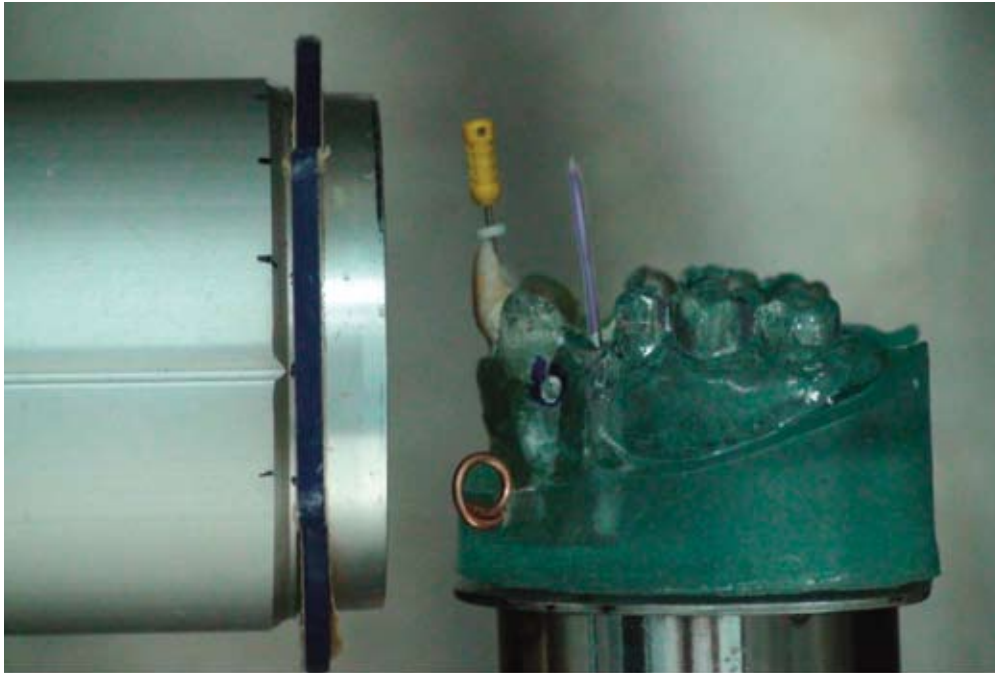


Figure 3 The position of the radiograph taken in the laboratory

length determination by EAL was if the file was short and beyond the radiographic apex ± 0.5 mm.

The length of the file determined by EAL and radiograph of the same tooth were statistically analyzed. Intra-class correlation coefficient was performed with a p -value ($p = 0.05$). All measurements and radiograph interpretation were performed by one operator.

Result

Working length determination of the teeth in simulated resin jaw model using EAL revealed that the instruments are 0.5 mm. short and 0.5 mm. beyond the radiographic apices in 3 and 18 canals respectively. The instruments were found to be at the radiographic apex in 12 canals, while in 18 canals they were at a distance of 1 mm. from the radiographic apex, as shown in Table 1.

Table 1 Distance between the file tip and radiographic apex after WL measurement using Raypex 5 of 51 canals

Distance from radiographic apex (mm.)	No. of canals
+ 1.0	18
+ 0.5	18
0.0	12
- 0.5	3

+ → outside of the radiographic apex
 - → inside the radiographic apex

Data obtained from EAL measurements and radiograph interpretations were statistically analyzed (Table 2). The acceptable range of distance of the instrument was short and beyond radiographic apex ± 0.5 mm. The

results showed an intraclass correlation coefficient of 0.710 (95 % CI = 0.538, 0.825). The reliability coefficient equaled to 0.7090. There was a good correlation between EAL and radiograph in the resin jaw model with regards to working length determination.⁷

Table 2 Descriptive statistics of the length measured by Raypex 5 and the periapical radiograph

Root length	Mean \pm SD	Min, Max	ICC	95 % CI	<i>p</i>
The electronic apex locator	22.30 \pm 1.25	19.0, 25.5			
The radiograph	21.80 \pm 1.24	18.5, 25.0			
Difference (the electronic apex locator - the radiograph)	0.50 \pm 0.45	- 0.5, 1.0	0.710	0.538 - 0.825	0.000*

* significant $p < 0.001$, ICC = Intraclass Correlation Coefficient

Discussion

The current study shows that there is a correlation when comparing working length determination methods using EAL to methods using radiographs (0.710). However, the correlation is less than previously shown in a study by Vajrabhaya *et al.* (0.972).⁸ There are two possible reasons for the discrepancy. Firstly, their study was conducted by one operator while our study involved several dental students who utilized EALs by themselves under the supervision of an individual group instructor. Then all measurements and radiograph interpretation were conducted by one operator. Secondly, in the previous study only one EAL was used for the whole experiment, while the individual groups in our study utilized a total of eight EALs. The results of this study indicated the reinforcement of well-trained EAL using by instructors to improve the accuracy of EAL in resin jaw models.

Previously, Huang⁹ conducted an experiment simulating electronic root canal measurements *in vitro*. The results demonstrated that electronic root canal measurements could also be explained by principles of electricity and not only by biological characteristics. This study also showed that the accuracy was influenced by two factors:

the moisture content of the root canal and the diameter of the apical foramen. Hülsmann and Pieper¹⁰ reported that the distance measured from the foramen increases if the size of the foramen is over 0.2 mm. Therefore, as the major foramen diameter increases, the distance measured from the foramen also increases. In the current study, a normal saline solution was used as an irrigant to induce and to create a closed circuit system. In addition, the teeth used in this experiment are the routine exercise of endodontic course so all had mature apices. The accuracy of EAL has been shown to be comparable when used in the presence of a normal saline solution or a sodium hypochlorite solution.¹¹ The *ex vivo* study of Chen *et al.*¹² revealed that Raypex 5 exhibited a higher percentage of canals accurate to ± 0.5 mm. of visually determined working length more than Dentaport ZX. Under the condition of *in vivo* study Raypex 5 and the third generation device (Mini Apex Locator, SybronEndo, CA, USA and RootZX) performed equally well with the ± 0.5 mm. short of the major foramen⁵ and the ± 0.5 mm. short of minor foramen.¹³

Clinical simulation in the laboratory is an important teaching tool in endodontic education and allows students to become familiar with real-life conditions. Rubber dam application on the resin jaw model made

students aware of the irritation that may occur to a patient if the irrigant or the file instrument drops into the patient's throat. The model can be reused by simply burning out old teeth with a dental torch. The wire that is fixed within the hole of the resin jaw model should be placed mesially or distally beyond the root apex, even if it will superimpose on the apex of the root on the radiograph, thus making it impossible to differentiate between the file instrument and the wire.

Two basic methods are used to evaluate the accuracy of EAL. The first method uses the real distance of the file tip to the apical foramen. This distance is measured after extraction of the tooth. The second method uses a radiographic technique to verify the electronic length. If extraction of the tooth has not been possible, radiograph will be used to verify the canal length. In this study, we used the latter method for evaluation, because the radiographic technique is routinely used in the laboratory and students have to practice those teeth in the resin jaw models until final step. The students estimated the working length of each tooth from the pre-operative radiograph. Normally, two or three radiographs may be taken before obtaining a proper working length. Therefore, EALs were included in the laboratory practice at Rangsit University's Faculty of Dental Medicine to reduce the number of the radiographs taken.

The present study reveals that there is a good correlation between EALs and radiographs. A teaching model which allows the use of EAL for working length determination is advocated for endodontic education in this study. The results of this study revealed that 18/51 canals, the instruments out of the radiographic apex 1 mm. The working length of these teeth was determined by minus 1.5 mm. from the EAL length. Our findings are similar to those obtained by the *in vivo* studies of Wrbas *et al.*¹³ and Stöber *et al.*⁵ that the file tip extended beyond major foramen 20 % and 25 % respectively. However, the reduction in the number of radiographs taken and students' understanding of the concept and technique of utilizing EALs are important advantages. Radiographs are still necessary for students in endodontic teaching. They provide information regarding canal anatomy, root morphology and the termination of the file tip.

The location of the apical constriction is highly

irregular and can be up to 3 mm. on one wall of the root compared with the opposite wall¹⁴⁻¹⁶ and also cannot be identified clinically. The development of EALs makes the assessment of working length more accurate and predictable. A radiograph provides a two-dimensional image of a three-dimensional structure. Therefore, radiographs do not provide precise localization of apical constriction. Root canal instrumentation beyond the apical foramen and flare-ups may not be avoided after canal disinfection. Files were out of the apical foramen 56 % and 33 % of premolars and molars respectively if only radiographic working length calculations were used.¹⁷

The European Society of Endodontology supported and reinforced the undergraduate curriculum in Endodontics to include the competency training in preclinical laboratory classes.¹⁸ The resin jaw model in this study simulates the clinical situation case for teaching purpose both in the process of treatment and the essential clinical device training such as EAL. The knowledge that students acquire in the laboratory will be applied to their clinical work and results in more effective clinical performances regarding working length determination.

Conclusion

The study demonstrates that the use of EAL with a resin jaw model supports endodontic studies in determining the working length of root canal. This is highly useful to improve the efficiency of the students during their future clinical practice and the use of the EAL is therefore encouraged in the laboratory study.

References

1. Kutter Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955;50:544-52.
2. Vajrabhaya L, Tepmongkol P. Accuracy of Apex locator. *Endod Dent Traumatol* 1997;13:180-2.
3. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004;37:425-37.
4. Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod* 2003;29:497-500.
5. Stöber EK, de Ribot J, Mercader M, Vera J, Bueno R,

- Roig M, *et al.* Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an *in vivo* study. *J Endod* 2011;37:1349-52.
6. VDW GmbH. *Apex locator Raypex 5 User Manual*. Endodontic Synergy VDW, Endo Easy Efficient. Munich, Germany. p. 17-32.
 7. Altman D. **Practical statistics for medical research**. 1st ed. Chapman and Hall, London; 1991. p. 277-99.
 8. Vajrabhaya L, Thongsuphan S, Runghirunskul S, Korsuwannawong S. Development of simulated resin jaw in endodontic laboratory. *J Dent Assoc Thai* 2010;60:258-64.
 9. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endod* 1987;13:60-4.
 10. Hülsmann M, Pieper K. Use of an electronic apex locator in the treatment of teeth with incomplete root formation. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:238-41.
 11. Jenkins JA, Walker WA, Schindler WG, Flores CM. An *in vitro* evaluation of the accuracy of the RootZX in the presence of various irrigants. *J Endod* 2001;27:209-11.
 12. Chen E, Kaing S, Moban H, Ting SY, Wu J, Parashos P. An *ex vivo* comparison of electronic apex locator teaching model. *J Endod* 2011;37:1147-51.
 13. Wrbas KT, Ziegler AA. *In vivo* comparison of working length determination with two electronic apex locator. *Int Endod J* 2007;40:133-8.
 14. Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:769-77.
 15. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:101-10.
 16. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 1984;17:192-8.
 17. ElAyouti A, Weiger R, Löst C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod* 2001;27:49-52.
 18. European Society of Endodontology. Undergraduate curriculum guideline for endodontology. *Int Endod J* 2001;34:574-80.

