

JDAT

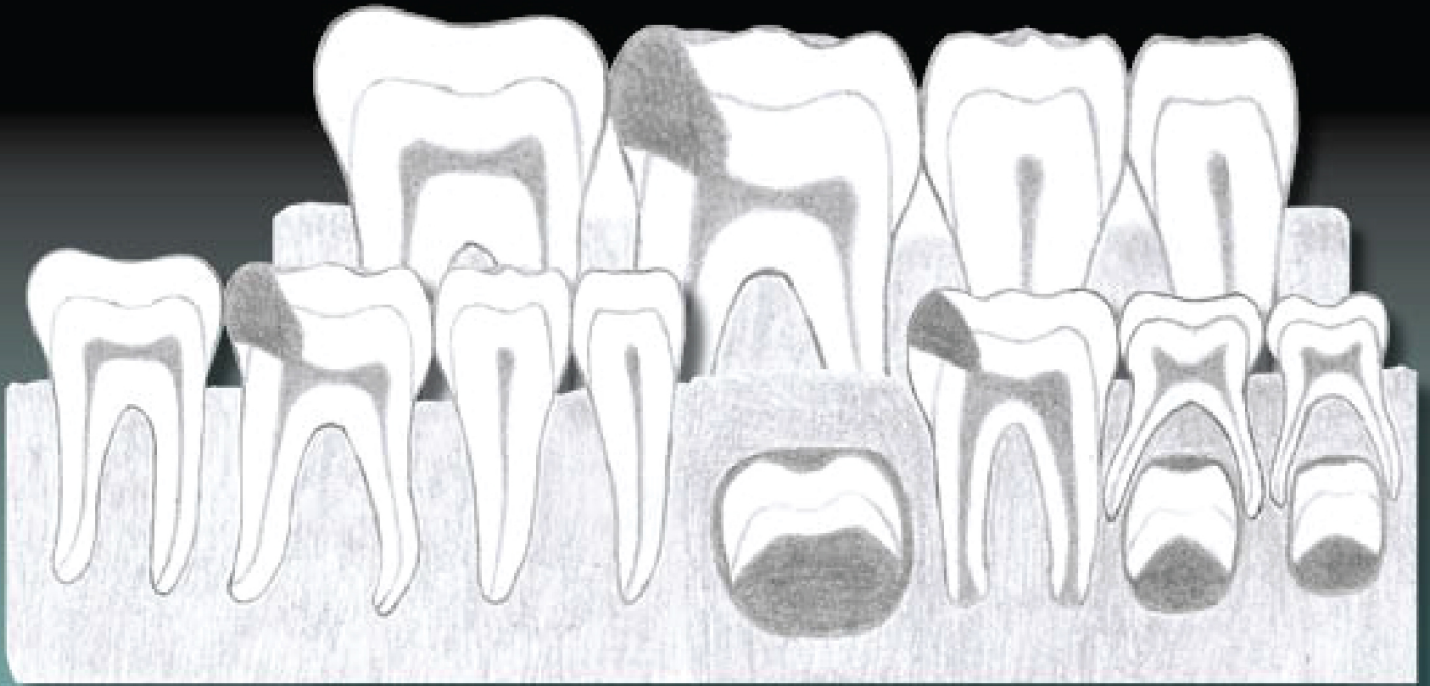


Journal of The Dental Association of Thailand

www.jdat.org

Journal of The Dental Association of Thailand | Volume 71 Number 3 July - September 2021

e-ISSN 2730 - 4280



CE Quiz

Effect of Different Disinfection/sterilization Methods on the Initial Tensile Force of Orthodontic Elastomeric Chain



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์
ปีที่ 71 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2564 | e-ISSN 2730-4280



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisor President

Advisory Board

Lt. Gen. Phisal	Thepsithar
Asst. Prof. Anonknart	Bhakdinaronk
Dr. Charmary	Reanamporn
Assoc. Prof. Surasith	Kiatpongsan
Clinical Prof. Pusadee	Yotnuengnit
Assoc. Prof. Wacharaporn	Tasachan
Dr. Somchai	Suthirathikul
Dr. Prinya	Pathomkulma

Board of Directors 2019 - 2021

President	Dr. Chavalit	Karnjanaopaswong
President Elect	Dr. Adirek	Sriwatanawongsa
1 st Vice-President	Prof. Dr. Prasit	Pavasant
2 nd Vice-President	Assoc. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
Secretary - General	Prof. Dr. Prasit	Pavasant
Treasurer	Assoc. Prof. Poranee	Berananda
Editor	Dr. Ekamon	Mahapoka
Scientific Committee Chairperson	Assoc. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
Executive Committee	Assoc. Prof. Porjai	Ruangsi
	Lt. Gen. Nawarut	Soonthornwit
	Dr. Werawat	Satayanurug
	Assoc. Prof. Dr. Siriruk	Nakornchai
	Asst. Prof. Ekachai	Chunhacheevachaloke
	Asst. Prof. Bundhit	Jirajariyavej
	Dr. Kanit	Dhanesuan
	Assoc. Prof. Dr. Patita	Bhuridej
	Asst. Prof. Piriya	Cherdsatiraku
	Dr. Thornkanok	Pruksamas
	Capt. Thanasak	Thumbuntu

THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

71 Ladprao 95 Wangthonglang Bangkok 10310, Thailand. Tel: 662-539-4748 Fax: 662-514-1100 E-mail: thaidentalnet@gmail.com



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisory Board

Lt. Gen. Phisal Thepsithar
Prof. Dr. Mongkol Dejnakintra
Prof. Chainut Chongruk
Special Prof. Sitthi S Srisopark

Assoc. Prof. Porjai Ruangsri
Assist. Prof. Phanomporn Vanichanon
Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej

Editor

Dr. Ekamon Mahapoka

Associate Editors

Prof. Dr. Prasit Pavasant
Prof. Dr. Waranun Buajeeb

Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai
Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan

Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Chaiwat Maneenut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontom, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Kajorn Kungsadalpipob, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Thantrira Porntaveetus, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Pintu-On Chantarawatit, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Wannakorn Sriarj, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Pisha Pittayapat, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Yaowaluk Ngoenwiwatkul, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitirattanakul, Mahidol University, Thailand
Dr. Supatchai Boonpratham, Mahidol University, Thailand
Prof. Dr. Anak Iamaroon, Chiang Mai University, Thailand
Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit, Chiang Mai University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Napapa Aimjirakul, Srinakharinwirot University, Thailand
Dr. Jaruma Sakdee, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Ichaya Yiemwattana, Naresuan University, Thailand.
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Royal College of Dental Surgeons, Thailand
Prof. Dr. Antheunis Versluis, The University of Tennessee Health Science Center, USA.
Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Ogawa, Niigata University, JAPAN
Assoc. Prof. Dr. Anwar Merchant, University of South Carolina, USA.
Dr. Brian Foster, NIAMS/NIH, USA.
Dr. Ahmed Abbas Mohamed, University of Warwick, UK.

Editorial Staff

Tassapol Intarasomboon
Pimpanid Laomana
Anyamanee Kongcheepa

Manager

Assoc. Prof. Poranee Berananda

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

Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd

Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

Address: 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand E-mail: dateditor@thaidental.or.th

Instruction for Authors

The Journal of the Dental Association of Thailand (*J DENT ASSOC THAI*) supported by the Dental Association of Thailand, is an online open access and peer-reviewed journal. The journal welcomes for submission on the field of Dentistry and related dental science. We publish 4 issues per year in January, April, July and October.

» Categories of the Articles «

1. Review Articles: a comprehensive article with technical knowledge collected from journals and/or textbooks which is profoundly criticized or analyzed, or tutorial with the scientific writing.

2. Case Reports: a clinically report of an update or rare case or case series related to dental field which has been carefully analyzed and criticized with scientific observation.

3. Original Articles: a research report which has never been published elsewhere and represent new significant contributions, investigations or observations, with appropriate experimental design and statistical analysis in the filed of dentistry.

» Manuscript Submission «

The Journal of the Dental Association of Thailand welcome submissions from the field of dentistry and related dental science through only online submission. The manuscript must be submitted via <http://www.jdat.org>. Registration by corresponding author is once required for the article's 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 (word97-2003). All figures, and tables should be submitted as separated files (1 file for each figure or table). For the acceptable file formats and resolution of image will be mentioned in 8. of manuscript preparation section.

» Scope of Article «

Journal of Dental association of Thailand (JDAT) is a quarterly peer-reviewed scientific dental journal aims to the dissemination and publication of new knowledges and researches including all field of dentistry and related dental sciences

» Manuscript Preparation «

1. For English article, use font to Cordia New Style size 14 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on a four sides. The manuscript should be typewritten.

2. For Thai article, use font of Cordia New Style size 14 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on a four sides. The manuscript should be typewritten

with 1.5 line spacing. Thai article must also provide English abstract. All reference must be in English. For the article written in Thai, please visit the Royal Institute of Thailand (<http://www.royin.go.th>) for the assigned Thai medical and technical terms. The original English words must be put in the parenthesis mentioned at the first time.

3. Numbers of page must be placed on the top right corner. The length of article should be 10-12 pages including the maximum of 5 figures, 5 tables and 40 references for original articles. (The numbers of references are not limited for review article).

4. Measurement units such as length, height, weight, capacity etc. should be in metric units. Temperature should be in degree Celsius. Pressure units should be in mmHg. The hematologic measurement and clinical chemistry should follow International System Units or SI.

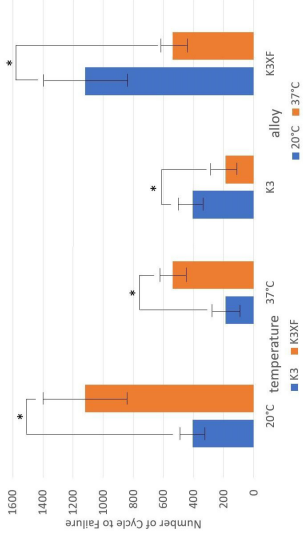
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.

6. Position of the teeth may use full proper name such as maxillary right canine of 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. Table: should be typed on separate sheets and number consecutively with the Arabic numbers. Table should self-explanatory and include a brief descriptive title. Footnotes to tables indicated by lower-case superscript letters are acceptable.

8. Figure : the photographs and figures must be clearly illustrated with legend and must have a high resolution and acceptable file types to meet technical evaluation of JDAT that is adapted from file submissions specifications of Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/pub/filespec-images/#int-disp>). We classify type of figure as 3 types following: line art, halftones and combo (line art and halftone combinations) The details of description, required format, color mode and resolution requirement are given in table below.

Numbers, letters and symbols must be clear and even throughout which 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.

Image type	Description	Example	Recommended format	Color mode	Resolution
Line art	An image which is composed of line and text and is not contained of tonal or shading areas.		tif. of eps.	Monochrome 1-bit of RGB	900-1200 dpi
Half tone	A continuous tone photograph which does not compose of text.		tif.	RGB of Grayscale	300 dpi
Combo	Combination of line art and half tone.		tif. of eps.	RGB of Grayscale	500-900 dpi

» Contact Address «

Editorial Staff of JDAT

The Dental Association of Thailand

71 Ladprao 95, Wangtonglang, Bangkok 10310, Thailand.

Email: jdateditor@thaidental.or.th Tel: +669-7007-0341

» Preparation of the Research Articles «

1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

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

2. Abstract

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

3. Text

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

- **Introduction:** indicates reasons or importances of the research, objectives, scope of the study. Introduction should review new documents in order to show the correlation of the contents in the article and original knowledge. It must also clearly indicate the hypothesis.

- **Materials and Methods:** indicate details of materials and methods used in the study for readers to be able to repeat such as chemical product names, types of experimental animals, details of patients including sources, sex, age etc. It must also indicate name, type, specification, and other information of materials for each method. For a research report performed in human subjects, human material samples, human participants and animal samples, authors should indicate that the study was performed according to the Experiment involving human or animal subjects such as Declaration of Helsinki 2000, available at: <https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/declaration-of-helsinki/doh-oct2000/>, or has been approved by

the ethic committees of each institute (*ethic number is required).

- **Results:** Results are presentation of the discovery of experiment 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 of illustrations etc. Avoid repeating the results both in tables and in paragraph. Emphasize only important issues.

- **Discussion:** The topics to be discussed include the objectives of the study, advantages and disadvantages of materials and methods. However, the important points to be especially considered are the experimental results compared directly with the concerned experimental study. It should indicate the new discovery and/or important issues including the conclusion from the study. New suggestion problems and informed in the discussion and indicate the ways to make good use of the results.

- **Conclusion:** indicates the brief results and the conclusion of the analysis.

- **Acknowledge:** indicates the institute or persons helping the authors, especially on capital sources of researches and numbers of research funds (if any).

- **Conflicts of interest :** for the transparency and helping the reviewers assess any potential bias. JDAT requires all authors to declare any competing commercial interests in conjunction with the submitted work.

- **Reference:** 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 of from the website <http://www.nlm.nih.gov>

» Writing the References «

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

Sample of references from articles in Journals

- Authors

Zhao Y, Zhu J: *In vivo* color measurement of 410 maxillary anterior teeth. *Chin J Dent Res* 1998;1(3):49-51.

- Institutional authors

Council in Dental Materials and Devices. New American Dental Association Specification No.27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 1977;94(6):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 Saunders; 1995. P. 17-20

- Authors being both writer and editor

Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for the elderly people. New York: Churchill Livestone; 1996.

- Books with authors for each separate chapter

- Books with authors for each separate chapter

and also have editor

Sanders BJ, Handerson 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. R The Journal of the Dental Association of Thailand (JDAT): (ISSN 2408-1434) online open access and double-blind peer review journal and also supported by the Dental Association of Thailand advances in clinical neurophysiology. Proceeding of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neuro physiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam; Elsevier; 1996.

- Conference paper

Hotz PR. Dental plaque control and caries. In: Lang PN, Attstrom R, Loe H, editors. Proceedings of the European Work shop on Mechanical Plaque Control; 1998 May 9-12; Berne, Switzerland. Chicago: Quintessence Publishing; 1998. p. 25-49.

- 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 these articles are only accepted in electronic format

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

Rasperini G, Acunzo R, Limioli E. Decision making in gingival rec experience. *Clin Adv Periodontics* 2011;1: 41-52. doi:10.1902 cap.2011.1000002.

- Online only article (without doi)

Aboud 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://nursingworld.org/AJN/2002/june/WaWatch.htmArticle>

Samples of references from patents/petty patents

- Patent

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

- Petty patent

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

» Preparation of the Review articles and Case reports «

Review articles and case reports should follow the same format with separate pages for abstract, introduction, discussion, conclusion, acknowledgement and references.

» The Editorial and Peer Review Process «

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

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

» Copyright «

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

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

The price of addition color printing is extra charged 10000 bath/article (vat included).

Note: Color printing of selected article is considered by editorial board. (no extra charge)

» Updated January, 2021 «



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

Contents

ปีที่ 71 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน พ.ศ. 2564

Volume 71 Number July - September 2021

บทความวิชาการ

ผลของน้ำยาฆ่าเชื้อและวิธีการฆ่าเชื้อแบบต่าง ๆ ต่อแรงดึง
เริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ทางทันตกรรมจัดฟัน

นันทรรัตน์ อภิวันทนกุล

เจนตา ชะวะนะเวช

พินทุอร จันทรวราทิพย์

160

Original Article

Effect of Different Disinfection/sterilization Methods
on the Initial Tensile Force of Orthodontic Elastomeric
Chain

Nantharat Apiwantanakul

Janeta Chavanavesh

Pintu-On Chantarawaratit

อัตราความสำเร็จทางคลินิกของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิต
ขึ้นเอง

ประจักษ์ จริยพงศ์ไพบูลย์

168

Clinical Success Rate of Custom-made Miniscrews
Prajak Jariyapongpaiboon

In Vitro the Impact of Surface Components and
Environmental Factors on the Adhesion and
Aggregation Ability of Oral *Lactobacillus fermentum*

Penthip Saetang

Rawee Teanpaisan

Supatcharin Piwat

176

In Vitro the Impact of Surface Components and
Environmental Factors on the Adhesion and
Aggregation Ability of Oral *Lactobacillus fermentum*

Penthip Saetang

Rawee Teanpaisan

Supatcharin Piwat

Treatment Preferences of Vital Permanent Teeth
with Carious Pulp Exposure: Questionnaire Survey
among Dentists in Public Hospitals of Thailand

Chayapol Thumrongjaruwat

Busayarat Santiwong

Soranun Chantarangsu

Pairoj Linsuwanont

184

Treatment Preferences of Vital Permanent Teeth
with Carious Pulp Exposure: Questionnaire Survey
among Dentists in Public Hospitals of Thailand

Chayapol Thumrongjaruwat

Busayarat Santiwong

Soranun Chantarangsu

Pairoj Linsuwanont

Digital Panoramic Radiographic Indices Correlated
with BMD Status

Net-nada Chongruangsri

Pornchai Jansisyanont

Vannaporn Chuenchompoonut

Tanawat Amphansap

Nitirat Stitkitti

194

Digital Panoramic Radiographic Indices Correlated
with BMD Status

Net-nada Chongruangsri

Pornchai Jansisyanont

Vannaporn Chuenchompoonut

Tanawat Amphansap

Nitirat Stitkitti



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

Contents

ปีที่ 71 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน พ.ศ. 2564

Volume 71 Number July - September 2021

บทวิทยากร

- Study of Methods to Improve the Physical Properties of Bioceramic Cement 205
Kunrawee Inprakhon
Busayarat Santiwong
Pairoj Linsuwanont

- เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม 212
ตอน 1: ก่อนเริ่มการรักษา
เพ็ญฤทัย ฤกษ์สมโภชน์
ฐานวุฒิ คงปรีชา
พรพจน์ เพ็ญธารทิพย์
ศศิภา อีรดิolk
แพรวพัชร ปัจฉิมสวัสดิ์

- เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม 222
ตอน 2: ระหว่างการรักษา
พรพจน์ เพ็ญธารทิพย์
รชตวรรณ ลีลารังสรรค์
เพ็ญฤทัย ฤกษ์สมโภชน์
ศศิภา อีรดิolk
สมชัย มโนพัฒน์กุล
แพรวพัชร ปัจฉิมสวัสดิ์

Original Article

- Study of Methods to Improve the Physical Properties of Bioceramic Cement
Kunrawee Inprakhon
Busayarat Santiwong
Pairoj Linsuwanont

- Adverse Events in Pediatric Dental Care
Part 1: Before Treatment
Phaingruethai Loeksomphot
Thanawut Khongpreecha
Pornpoj Fuangtharntip
Sasipa Thiradilok
Praewpat Pachimsawat

- Adverse Events in Pediatric Dental Care
Part 2: During Treatment
Pornpoj Fuangtharntip
Rachatawan Leelarungsun
Phaingruethai Loeksomphot
Sasipa Thiradilok
Somchai Manopatanakul
Praewpat Pachimsawat

Front cover image:

adepted from Case drawings of simulated radiographs for four case scenarios
(see *Thumrongjaruwat et al.*, page 186)

บทวิทยากร

ผลของน้ำยาฆ่าเชื้อและวิธีการฆ่าเชื้อแบบต่าง ๆ ต่อแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ทางทันตกรรมจัดฟัน

Effect of Different Disinfection/sterilization Methods on the Initial Tensile Force of Orthodontic Elastomeric Chain

นันทรัตน์ อภิวันทนกุล¹, เจนตา ชะวะนะเวช¹, พินทุอร จันทรวราทิติย์¹

Nantharat Apiwattanukul¹, Janeta Chavanavesh¹, Pintu-On Chantarawatit¹

¹ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลในการให้แรงของโซ่อีลาสโตเมอร์ ภายหลังจากการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ โดยใช้โซ่อีลาสโตเมอร์ทั้งหมด 150 เส้น จาก 3 บริษัทผู้ผลิต แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 เส้นตามวิธีการฆ่าเชื้อ ได้แก่ การแช่ในเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 คลอร์เฮกซิดีนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 น้ำยาฆ่าเชื้อยี่ห้อยูโมเนียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 การอบไอน้ำร้อน และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้นำไปฆ่าเชื้อด้วยวิธีใด ๆ ภายหลังจากการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ นำโซ่อีลาสโตเมอร์ไปวัดค่าแรงดึงเริ่มต้นด้วยเครื่องมือวัดและทดสอบแรงดึง ได้ผลการศึกษาว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ในกลุ่มควบคุมแต่ละบริษัทมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์หลังอบไอน้ำร้อนมีค่าต่ำกว่าแรงเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมของแต่ละบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่น้ำยาฆ่าเชื้ออื่น ๆ ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ จึงสรุปว่าการฆ่าเชื้อด้วยการอบไอน้ำร้อนส่งผลเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกลทำให้แรงของโซ่อีลาสโตเมอร์ลดลง แต่การแช่เอทานอลและน้ำยาฆ่าเชื้อยี่ห้อยูโมเนียมในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตไม่มีผลดังกล่าวต่อโซ่อีลาสโตเมอร์ ดังนั้นก่อนนำโซ่อีลาสโตเมอร์ไปใช้ในช่องปากแนะนำให้แช่น้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเพื่อเป็นประโยชน์ในการควบคุมการติดเชื้อภายในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน

คำสำคัญ : การฆ่าเชื้อ, โซ่อีลาสโตเมอร์, แรงดึง

Abstract

The aim of this study was to compare the effect of different disinfection/sterilization methods on the mechanical properties of orthodontic elastomeric chain in terms of initial tensile force. A total of 150 elastomeric chains from three manufacturers were divided into 5 groups and tested with 70% ethanol, 0.12% chlorhexidine, 2.5% umonium^{38®} and autoclave method. Unexposed chains were also tested as control group. Initial tensile load was determined by stretching the elastomeric chain using a universal testing machine. Significant differences in tensile load were observed among different manufacturers ($p < 0.05$). Compared to unexposed chains, tensile force of elastomeric chain in autoclave group significantly decreased ($p < 0.05$). However, there was no significant differences after immersion in disinfection solutions including 70% ethanol and 2.5% umonium^{38®}. In conclusion, sterilization by autoclave affects the mechanical properties of elastomeric chain. Short exposure of elastomeric chain to disinfectant solutions before use intraorally is recommended in orthodontic clinic.

Keywords : disinfection, elastomeric chain, tensile force

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

พินทุอร จันทรวราทิติย์, ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถ.อังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทร : +66 2 218 8946, +66 81 900 4904 โทรสาร: +66 2 218 8953 อีเมล: pintuon@gmail.com

Correspondence to:

Pintu-On Chantarawatit, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: +66 2 218 8946, +66 81 900 4904 Fax: +66 2 218 8953 Email: pintuon@gmail.com

บทนำ

การควบคุมการติดเชื้อ (infection control) มีความสำคัญในการรักษาทางทันตกรรมซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคระหว่างผู้ป่วยและทันตบุคลากร และป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคข้ามไปยังผู้ป่วยรายอื่น ๆ (cross transmission)¹ การควบคุมการติดเชื้อทางทันตกรรมเริ่มถูกให้ความสำคัญในช่วงที่มีการระบาดของโรคติดเชื้อเอชไอวีในช่วงปี 1981 ซึ่งได้ยกระดับและสร้างมาตรฐานการควบคุมการติดเชื้อทางทันตกรรม² ปัจจุบันมีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ไปทั่วโลกทำให้การควบคุมการติดเชื้อทางทันตกรรมได้รับความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐานที่เหมาะสมต่อการควบคุมการติดเชื้อในสถานการณปัจจุบัน เนื่องด้วยการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมีการหมุนเวียนของผู้ป่วยสูงในแต่ละวัน ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อโรคข้ามไปยังผู้ป่วยรายอื่น ๆ^{3,4} ดังนั้นในฐานะของทันตบุคลากรจึงควรให้ความสำคัญและปฏิบัติตามแนวทางควบคุมการติดเชื้ออย่างเหมาะสม

โซ่อีลาสโตเมอร์ (elastomeric chain) ซึ่งมีหน้าที่ให้แรงสำหรับเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากใช้งานง่าย ราคาถูก และระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในช่องปากน้อยจากการสำรวจพบว่าโซ่อีลาสโตเมอร์ส่วนใหญ่ไม่ได้นำไปทำให้ปราศจากเชื้อก่อนนำไปใช้ในช่องปาก⁵ อีกทั้งโซ่อีลาสโตเมอร์ถูกผลิตออกมาในรูปแบบม้วน ไม่ได้มีบรรจุภัณฑ์แบบแยกใช้สำหรับผู้ป่วยแต่ละราย ด้วยลักษณะการใช้งานที่โซ่อีลาสโตเมอร์จะถูกตัดออกมาจากม้วนด้วยกรรไกรหรือคีมก่อนใช้งาน จึงเป็นไปได้ว่าอาจถูกปนเปื้อนโดยทันตบุคลากรก่อนที่จะนำไปใช้ในช่องปาก และมีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อโรคจากผู้ป่วยรายหนึ่งไปยังผู้ป่วยรายอื่น ๆ ได้ง่าย^{6,7}

วิธีทำให้เครื่องมือทันตกรรมปราศจากเชื้อที่แนะนำโดย Center for disease control and prevention (CDC) ในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ การใช้ความร้อน (heat sterilization) สำหรับเครื่องมือที่ทนความร้อนได้ และการฆ่าเชื้อระดับสูง (high-level disinfection) ด้วยวิธีทางเคมีสำหรับเครื่องมือที่ไม่ทนต่อความร้อน

การฆ่าเชื้อ (disinfection) สามารถทำได้โดยการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อระดับต่าง ๆ ตามประเภทของอุปกรณ์ทางการแพทย์¹ โซอีลาสโตเมอร์สังเคราะห์ผลิตจากยางโพลียูรีเทน (polyurethane) การฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมีหรือการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน อาจส่งผลต่อสมบัติทางกล (mechanical properties) ของวัสดุได้⁸⁻¹² Jeffries และ von Fraunhofer ศึกษาเปรียบเทียบแรงดึงขนาดของโซอีลาสโตเมอร์ที่แช่ใน alkaline glutaraldehyde ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 จากสองบริษัท ซึ่งถือเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับสูง (high-level disinfectant) ที่ระยะเวลา 30 นาที 10 ชั่วโมง 144 ชั่วโมง พบว่าโซอีลาสโตเมอร์ที่แช่ alkaline glutaraldehyde ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นระยะเวลา 144 ชั่วโมงมีความทนต่อแรงดึง (tensile strength) ลดลงและให้แรงลดลง¹³ นอกจากนี้ การศึกษาของ Evangelista และคณะพบว่าความทนต่อแรงดึงของอีลาสโตเมอร์ลิเกเจอร์ (elastomeric ligature, O-ring) ที่แช่สารฆ่าเชื้อ glutaraldehyde ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3.4 และสาร o-phenylphenol ร้อยละ 9 ผสมกับสาร o-benzyl-p-chlorophenol ร้อยละ 1 จะมีค่าลดลงเมื่อแช่สารฆ่าเชื้อนานมากกว่า 1 ชั่วโมง¹⁴

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับสมบัติทางกลของอีลาสโตเมอร์ภายหลังการฆ่าเชื้อยังมีน้อยมาก และในเอกสารกำกับผลิตภัณฑ์ก็ไม่ได้ระบุวิธีการฆ่าเชื้อสำหรับโซอีลาสโตเมอร์ไว้ ดังนั้นการหาวิธีฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับโซอีลาสโตเมอร์โดยไม่ทำลายสมบัติทางกลของวัสดุจึงมีความสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลในแง่การให้แรงดึงของโซอีลาสโตเมอร์ภายหลังการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการควบคุมการติดเชื้อภายในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน และนำไปสู่แนวทางการปฏิบัติทางคลินิกต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาค่าแรงดึงเริ่มต้น (Initial tensile force) ภายหลังการฆ่าเชื้อบนโซอีลาสโตเมอร์จากบริษัท 3 แห่ง ได้แก่ Clear generation II power chain (Ormco corporation, USA),

Plastic chain (American Orthodontics, USA), Orthodontic power chain (Sino ortho limited, China) (ตารางที่ 1) โดยเลือกใช้โซ่อีลาสโตเมอร์แบบห่วงปิด (closed configuration) ชนิดใสไม่มีสี

(clear) โซ่อีลาสโตเมอร์ถูกแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มตามวิธีการฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 2) โดยแต่ละกลุ่มจะมีโซ่อีลาสโตเมอร์ 10 เส้น (n=10) แต่ละเส้นประกอบด้วย 5 โซ่ห่วงยาง รวมเป็นทั้งหมด 150 เส้น

ตารางที่ 1 รายละเอียดของโซ่อีลาสโตเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 Details of the elastomeric chains used in this study

Manufacturer/Company	Code	Brand	Lot No
Ormco Corporation	OC	Clear Generation II power chain	072051607
American Orthodontics	AO	Plastic chain	L97192
Sino Ortho limited	SO	Orthodontic power chain	N/A

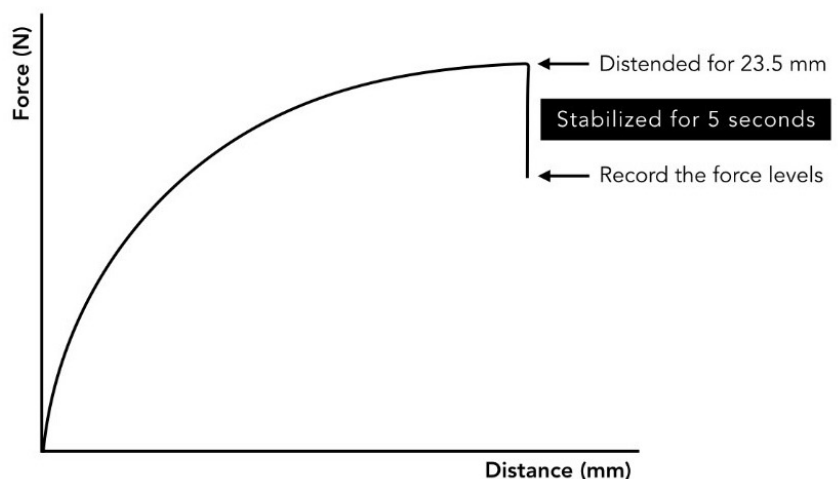
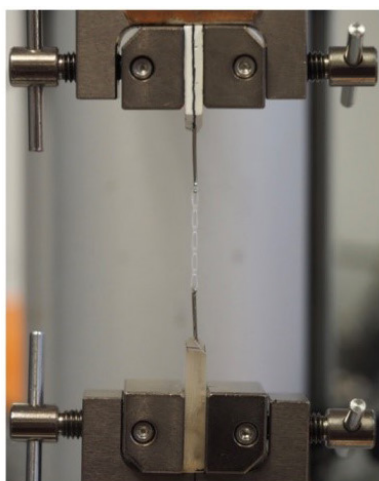
ตารางที่ 2 รายละเอียดของวิธีการฆ่าเชื้อในแต่ละกลุ่ม

Table 2 Methods with description of respective groups

No.	Code	Method	Time (min)	Volume (ml)	Temperature (Celcius)
1	None	None	-	-	Room
2	ATC	Autoclave	15	-	121
3	CHX	0.12% Chlorhexidine	10	3	Room
4	ETH	70% Ethanol	1	3	Room
5	UMO	2.5% Umonium ^{38®}	10	3	Room

โซ่อีลาสโตเมอร์กลุ่มที่ไม่ได้นำไปฆ่าเชื้อด้วยวิธีใด ๆ ถือเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งแสดงถึงลักษณะทางคลินิกที่ใช้งานวัสดุเหล่านี้ทันทีหลังจากนำออกจากบรรจุภัณฑ์ หลังจากการฆ่าเชื้อนำโซ่อีลาสโตเมอร์คล้องรอบแท่งโลหะที่จัดทำขึ้นจากลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.036 นิ้วรูปตัว L แล้วทำการทดสอบวัดค่าแรงดึงโซ่อีลาสโตเมอร์ด้วยเครื่องมือวัดและทดสอบแรง Universal testing

machine (EZ-S 500N Shimadzu) กำหนดความเร็วครอสเฮด (cross head speed) เท่ากับ 50 มิลลิเมตรต่อนาที ทดสอบแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์โดยการดึงโซ่อีลาสโตเมอร์ให้ยืดออกที่ระยะยืด 23.5 มิลลิเมตร และตรึงที่ระยะยืดดังกล่าวค้างไว้ 5 วินาทีบนเครื่อง universa testing machine ก่อนจึงอ่านและบันทึกค่าแรงดึง^{15,16} (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 โซ่อีลาสโตเมอร์ถูกตรึงอยู่บนอุปกรณ์จับโซ่อีลาสโตเมอร์สำหรับทดสอบแรงดึง (ซ้าย) ลักษณะเส้นกราฟและตำแหน่งบันทึกค่าแรงดึง (ขวา)

Figure 1 Elastomeric chain was held on the equipment for a tensile force test (Left) Force-Displacement characteristics curve and the recorded point (Right)

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติไอบีเอ็ม เอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 22 (IBM SPSS Statistics 22) ทดสอบการกระจายของค่าแรงดึงโซ่อีลาสโตเมอร์ที่วัดได้ด้วยการทดสอบของโคโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov normality test) วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงดึงโซ่อีลาสโตเมอร์ของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้สถิติบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบค่าแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์จาก 3 บริษัทภายหลังการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์จากแต่ละบริษัทผู้ผลิตมีความแตกต่างกัน โดยโซ่อีลาสโตเมอร์จากบริษัท AO ให้ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นที่สูงที่สุดในทุกกลุ่มทดลอง และโซ่อีลาสโตเมอร์จากบริษัท OC ให้ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นที่ต่ำที่สุดในทุกกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโซ่อีลาสโตเมอร์จากบริษัท OC มีค่าน้อยที่สุดในทุกกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของค่าแรงดึงเริ่มต้น (นิวตัน) และการวิเคราะห์ทางสถิติของโซ่อีลาสโตเมอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการต่าง ๆ
Table 3 Mean (standard deviation) of initial tensile force (Newton) and Statistical analysis of elastomeric chains tested with different disinfection/sterilization methods

Groups	Methods	Initial tensile force (N)					
		OC group	p value	AO group	p value	SO group	p value
1	None	3.562	-2/p = .000*	4.713	-2/p = .000*	4.493	-2/p = .000*
		(0.024)	-3/p = .154	(0.028)	-3/p = .000*	(0.041)	-3/p = 1.000
			-4/p = .054		-4/p = .541		-4/p = .080
			-5/p = .057		-5/p = 1.000		-5/p = .443
2	Autoclave	3.210	-3/p = .000*	4.446	-3/p = .000*	3.899	-3/p = .000*
		(0.024)	-4/p = .000*	(0.039)	-4/p = .000*	(0.153)	-4/p = .000*
			-5/p = .000*		-5/p = .000*		-5/p = .000*
3	0.12% Chlorhexidine	3.534	-4/p = 1.000	4.927	-4/p = .000*	4.491	-4/p = .090
		(0.024)	-5/p = 1.000	(0.063)	-5/p = .000*	(0.116)	-5/p = 1.000
4	70% Ethanol	3.529	-5/p = 1.000	4.758	-5/p = .025*	4.363	-5/p = 1.000
		(0.021)		(0.071)		(0.111)	
5	2.5% Umonium ^{38®}	3.529		4.685		4.396	
		(0.030)		(0.040)		(0.066)	

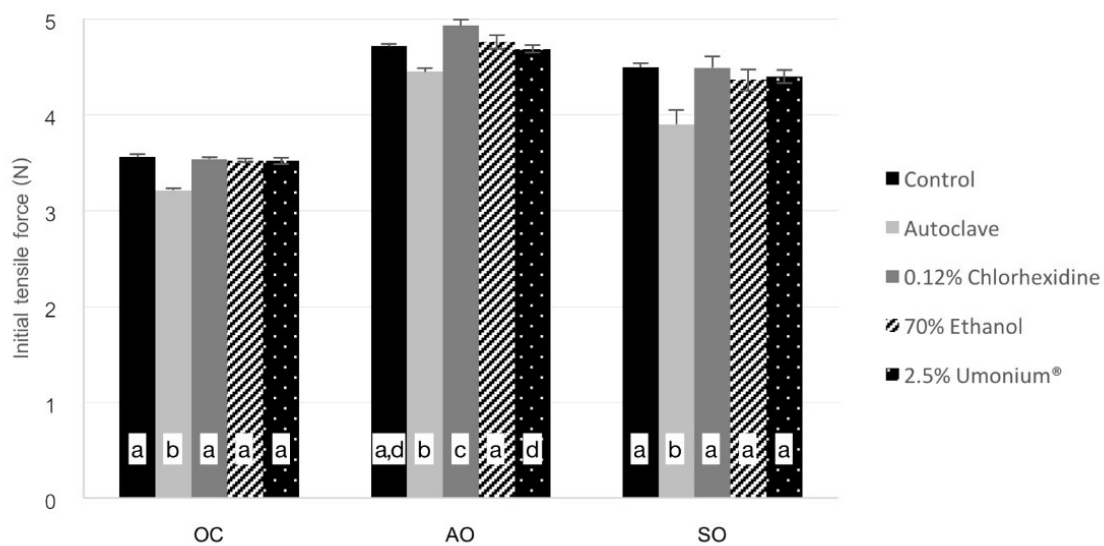
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

* statistically significant differences ($p < .05$)

เมื่อทำการทดสอบด้วยสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ในกลุ่ม ATC ของทั้ง 3 บริษัทมีค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุมของแต่ละบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 2)

ในทางตรงข้ามค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ของบริษัท OC และ SO ในกลุ่ม ETH CHX UMO และค่าเฉลี่ยแรงดึง

เริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ของบริษัท AO ในกลุ่ม ETH และ UMO มีค่าไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ในกลุ่ม CHX ของบริษัท AO มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 2 กราฟแท่งแสดงค่าแรงดึงเริ่มต้น (นิวตัน) ของโซ่อีลาสโตเมอร์จากทั้ง 3 บริษัทที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการต่างๆ โดยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแท่งกราฟแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ ในบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน ($p < 0.05$)

Figure 2 A bar graph illustrating the initial tensile force of elastomeric chains from 3 manufacturers after disinfection/sterilization. Different letters indicate a significant difference between disinfection/sterilization methods in the same manufacturer ($p < 0.05$)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบค่าแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์จากบริษัทผู้ผลิต 3 แห่งที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ในกลุ่มควบคุมแต่ละบริษัท มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต แม้ว่าในปัจจุบันจะมีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันแต่มีหลายปัจจัยที่อาจมีอิทธิพลต่อแรงของโซ่อีลาสโตเมอร์และถูกกล่าวถึงไว้ในการศึกษาก่อนหน้านี้ เช่น ความแตกต่างของพอลิเมอร์ของยางโพลียูรีเทนของแต่ละบริษัท ความแตกต่างของเทคนิคในการขึ้นรูปวัสดุ การใส่สารเพิ่มเติมในผลิตภัณฑ์ของแต่ละบริษัท รูปร่าง ขนาด และความหนาของโซ่อีลาสโตเมอร์ เป็นต้น¹⁷ โดยจากการศึกษาครั้งนี้ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ในกลุ่มควบคุมของบริษัท AO และ SO มีค่าสูงกว่า OC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอาจเกิดจากโครงสร้างโมเลกุลที่มีการเชื่อมโยงของพันธะโควาเลนต์มากกว่า หรือมีโซ่ข้าง (side chain) ขนาดใหญ่ จึงทำให้พอลิเมอร์มีลักษณะที่มีความคงรูป (rigid) มากกว่าจึงให้แรง (force delivery) มากกว่า^{14,18} หรืออาจเป็นไปได้ว่าโซ่อีลาสโตเมอร์ของบริษัท OC เป็นชนิด memory chain ที่มีการใส่สารเพิ่มเติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีการลดลงของแรงโซ่อีลาสโตเมอร์น้อย (low force decay) ซึ่งอาจส่งผลต่อแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์¹⁹

โซ่อีลาสโตเมอร์มีหน้าที่ให้แรงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟัน การลดลงของแรงจากโซ่อีลาสโตเมอร์จะส่งผลต่อการเคลื่อนฟัน ทำให้ฟันเคลื่อนช้า หรือไม่เคลื่อนที่ ซึ่งแรงที่

ลดลงของโซ่อีลาสโตเมอร์เกิดได้จาก 2 กลไกคือการยืดออกของโมเลกุล (molecular stretching) และการเลื่อนไถลของห่วงโซ่ (polymeric chain slippage) การยืดออกของโมเลกุลเกิดขึ้นเมื่อมีแรงดึงโซ่อีลาสโตเมอร์ และโมเลกุลจะคืนสู่สภาพเดิมเมื่อเอาแรงออก กลไกนี้สามารถผันกลับได้ แต่เมื่อโซ่อีลาสโตเมอร์ได้รับแรงเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (elastic limit) จะทำให้โมเลกุลของพอลิเมอร์มีการเคลื่อนผ่านกันและกัน (polymeric chain slippage) นอกจากนี้ ปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ก็สามารถส่งผลต่อแรงจากโซ่อีลาสโตเมอร์ได้เช่นกัน เช่น ความร้อน ความชื้น และแรงดัน^{11,12}

ด้วยลักษณะของโซ่อีลาสโตเมอร์นั้นผลิตมาจากสารโพลียูรีเทน ซึ่งเป็นยางสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อได้รับปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี¹² จากการศึกษาครั้งนี้ภายหลังการฆ่าเชื้อบนโซ่อีลาสโตเมอร์พบว่าโซ่อีลาสโตเมอร์ที่ทำให้ปราศจากการฆ่าเชื้อด้วยการอบด้วยไอน้ำร้อน (autoclave) มีค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การลดลงของแรงดึงหลังจากการฆ่าเชื้อดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโซ่อีลาสโตเมอร์เกิดการเสื่อมสภาพ (degradation) ที่มีผลมาจากสภาวะแวดล้อม¹⁴ เนื่องจากการอบด้วยไอน้ำร้อนมีหลักการทำให้ไอน้ำเดือดเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะปิด เมื่อความดันไอน้ำเพิ่มขึ้น อุณหภูมิไอน้ำจะสูงขึ้น²⁰ ในการศึกษาครั้งนี้ความดันเพิ่มขึ้นที่ 760 มิลลิเมตรปรอท มีผลให้ไอน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 121 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 15 นาที ซึ่งทำให้สภาวะในขณะทำให้โซอีลาสโตเมอร์ปราศจากเขื่อนั้นมีทั้งความร้อนและความชื้น ซึ่งมีผลเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพของโซอีลาสโตเมอร์ มีการศึกษาพบว่าแรงของโซอีลาสโตเมอร์จะยิ่งลดลงมากเมื่ออยู่ในสภาวะชื้นเมื่อเทียบกับภาวะแห้ง^{9,21} การดูดซับน้ำ (water absorption) เข้าไประหว่างโมเลกุลจะส่งผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ และทำให้แรงของโซอีลาสโตเมอร์ลดลง¹¹ อีกทั้งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อขบวนการเสื่อมสภาพซึ่งมีผลต่อการทำลายสมบัติทางกลของยางโพลียูรีเทน¹⁰

ถึงแม้ว่าการอบด้วยไอน้ำร้อนจะเป็นวิธีที่นิยมและแพร่หลายในการทำให้ปราศจากเชื้อ แต่ไม่แนะนำสำหรับวัสดุที่ไม่ทนความร้อน อีกทั้งทางเลือกหนึ่งสำหรับวัสดุที่ไม่ทนความร้อนในการทำให้ปราศจากเชื้อ คือการแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับสูงซึ่งสามารถทำลายได้ทั้งแบคทีเรีย ไมโครแบคทีเรีย สปอร์ของจุลชีพ เชื้อรา และไวรัส¹

ยางโพลียูรีเทนเมื่ออยู่ในสภาวะที่ต้องสัมผัสกับน้ำและกรด-ด่างจะเสื่อมสภาพได้ง่าย เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยน้ำ (hydrolysis) ได้ง่ายขึ้น²² รวมถึงจะเกิดการดูดซับของเหลวซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างโมเลกุลของโซอีลาสโตเมอร์ การแช่โซอีลาสโตเมอร์ในน้ำยาฆ่าเชื้อส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของยางโพลียูรีเทนโดยเกิดการดูดซับน้ำก่อนในช่วงแรก ซึ่งน้ำจะเข้าไปแทรกระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ ทำให้เพิ่มความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์ (plasticizing effect) เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ ซึ่งมีเมื่อแรงกระทำต่อโซอีลาสโตเมอร์จะส่งผลให้เกิดการเลื่อนไถลของห่วงโซ่และทำให้แรงของโซอีลาสโตเมอร์ลดลง¹¹ และเมื่อแช่น้ำยาฆ่าเชื้อเป็นระยะเวลานาน จะทำให้สายโซ่หลักของพอลิเมอร์จะเกิดการย่อยสลายทางเคมี (chemical degradation)^{14,23} โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดลงของแรงโซอีลาสโตเมอร์เมื่อแช่ในของเหลวคือระยะเวลาที่แช่โซอีลาสโตเมอร์ในน้ำยาฆ่าเชื้อ^{14,2} มีการศึกษาพบว่าเมื่อแช่โซอีลาสโตเมอร์ใน alkaline glutaraldehyde ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่งถือเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับสูงนาน 144 ชั่วโมงเพื่อทำให้โซอีลาสโตเมอร์ปราศจากเชื้อ มีผลทำให้มีความทนต่อแรงดึงและให้แรงลดลง¹³ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Losito และคณะ ซึ่งพบว่าการฆ่าเชื้อด้วยวิธีทางเคมีโดยแช่โซอีลาสโตเมอร์ในกรดเพออะซิดิก (peracetic acid) เป็นเวลา 30 นาที ส่งผลให้มีค่าแรงดึงลดลงมากกว่ากลุ่มที่แช่ในคลอร์เฮกซิดีน เป็นเวลา 10 นาทีซึ่งอธิบายว่าระยะเวลาที่แช่ในกรดเพออะซิดิกนานกว่าคลอร์เฮกซิดีนจึงเกิดการดูดซับของเหลวมากกว่าและส่งผลให้แรงโซอีลาสโตเมอร์ลดลงมากกว่า²⁴ Evangelista และคณะศึกษาการฆ่าเชื้อบนอีลาสโตเมอร์ลิกเกเจอร์ ซึ่งผลิตจากยางโพลียูรีเทนเช่น

เดียวกับโซอีลาสโตเมอร์ ได้ให้ข้อสรุปว่าเมื่อแช่อีลาสโตเมอร์ลิกเกเจอร์ในน้ำยาฆ่าเชื้อนานน้อยกว่า 1 ชั่วโมงจะไม่มีผลทำให้ความทนต่อแรงดึงลดลง¹⁴ ในขณะเดียวกันการศึกษาค้นคว้าค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซอีลาสโตเมอร์ในกลุ่มที่ฆ่าเชื้อด้วยการแช่เอทานอล (ethanol) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 และ Umonium^{38®} ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 มีค่าไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นในกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาข้างต้น เนื่องจากระยะเวลาการแช่โซอีลาสโตเมอร์ในการศึกษานี้ใช้เวลาสั้น นั่นคือโซอีลาสโตเมอร์ถูกแช่ในเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที และใน Umonium^{38®} เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามคำแนะนำของ CDC เพื่อทำหน้าที่เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง (intermediate-level disinfectants)¹ Python และคณะพบว่าการศึกษาโซอีลาสโตเมอร์ในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 นั้นไม่มีผลต่อสมบัติทางกลและไม่ทำให้แรงดึงเริ่มต้นของโซอีลาสโตเมอร์ลดลง²⁵ ส่วนการศึกษาโซอีลาสโตเมอร์ในคลอร์เฮกซิดีนนั้น แม้ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าแรงดึงเริ่มต้นของโซอีลาสโตเมอร์ของบริษัท AO เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเหมือนกับการศึกษาของ Evangelista และคณะที่พบการเพิ่มขึ้นของแรงดึงอีลาสโตเมอร์ลิกเกเจอร์ในลักษณะดังกล่าวร่วมกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (glass transition temperature) ภายหลังการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อบางชนิด¹⁴ แต่อย่างไรก็ตาม Losito และคณะไม่พบการเสื่อมสภาพของโซอีลาสโตเมอร์หลังการแช่คลอร์เฮกซิดีนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 เป็นเวลา 10 นาที²⁴ และมีการศึกษาที่พบว่าคลอร์เฮกซิดีนไม่มีผลต่อการลดลงของแรงดึงของโซอีลาสโตเมอร์เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการที่จำลองการบ้วนปากด้วยคลอร์เฮกซิดีนครั้งละ 30 วินาที วันละ 2 ครั้ง¹⁵ นอกจากนั้นยังมีการแนะนำให้ใช้คลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.12 เป็นสารฆ่าเชื้อสำหรับเครื่องมือจัดฟันแบบถอดได้ (removable plate)²⁶

การควบคุมการติดเชื้อทางทันตกรรมได้รับความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐานที่สอดคล้องต่อสถานการณ์ปัจจุบัน แม้ว่าในทางทันตกรรมจัดฟันโซอีลาสโตเมอร์มีการใช้อย่างแพร่หลาย แต่จากการสำรวจพบว่าโซอีลาสโตเมอร์ส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาทำให้ปราศจากเชื้อก่อนนำไปใช้ แต่ถูกนำมาใช้ทันทีหลังจากได้รับมาจากบริษัทผู้ผลิตบนสมมติฐานที่ว่าการผลิตและการขนส่งมีความสะอาดปลอดภัยเพียงพอต่อการใช้ในทางคลินิกโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อใด ๆ ก่อนนำไปใช้ในช่องปาก^{7,27} ถึงแม้ว่า Rembowski และคณะได้ทำการศึกษาทางจุลชีววิทยาพบว่าขบวนการผลิตโซอีลาสโตเมอร์เป็นไปตามหลักการเพื่อป้องกันอันตรายจากการติดเชื้อ (biohazard) และตรวจไม่พบเชื้อจุลชีพบนผลิตภัณฑ์หลังจากนำออกมาใช้งานจากบรรจุภัณฑ์⁷ แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่า วัสดุอุปกรณ์ทางทันตกรรมจัดฟันที่

วางอยู่ในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน รวมถึงโซอีลาสโตเมอร์ มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้นำออกจากบรรจุภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ²⁷ ดังนั้นโซอีลาสโตเมอร์ที่ถูกวางไว้ในสภาพแวดล้อมของคลินิกมีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อคล้ายคลึงพื้นผิวที่สัมผัสในขณะให้การรักษาลูกป่วย (clinical contact surface) ซึ่งแนะนำให้ใช้วิธีทางเคมีในการฆ่าเชื้อด้วยการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง ที่มีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบคทีเรีย ไมโครแบคทีเรีย รา และไวรัสบางชนิด แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์และไวรัสชนิดไม่มีเปลือกหุ้มเซลล์ น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลางที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ คือ เอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ซึ่งออกฤทธิ์ทำลายเชื้อได้เร็วและไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน²⁸ ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์เนื่องจากมีสมบัติเป็นสารระงับเชื้อ (antiseptic) นั่นคือสามารถใช้กับผิวหนังหรือเยื่อเมือกของมนุษย์ได้โดยไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อบริเวณนั้น และเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อโคโรนาไวรัส SARS-CoV-2 ได้²⁹ ส่วน Umonium³⁸ จัดเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลางซึ่งมีสารออกฤทธิ์คือ isopropyl alcohol, benzalkonium chloride และ tridecylceteth alcohol ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงสูง³⁰ โดย benzalkonium chloride ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อโคโรนาไวรัส SARS-CoV-2²⁹ ส่วนคลอร์เฮกซิดีนจัดเป็นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับต่ำ (low-level disinfectants) ที่มีฤทธิ์ทำลายเชื้อรา แบคทีเรีย เชื้อไวรัสบางชนิด ไม่สามารถทำลายเชื้อไมโครแบคทีเรีย และสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ อย่างไรก็ตาม Losito และคณะ²⁴ ได้แนะนำให้ใช้คลอร์เฮกซิดีนฆ่าเชื้อโซอีลาสโตเมอร์ก่อนนำมาใช้งานเนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อแรงดึงของโซอีลาสโตเมอร์ และคลอร์เฮกซิดีนถือเป็นสารระงับเชื้อลำดับแรก (first choice antiseptic) ในทางทันตกรรมที่มีการใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากมีความสามารถในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์³¹ ซึ่งรวมถึงคลอร์เฮกซิดีนสามารถลดปริมาณของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำลายได้³²

โดยสรุปแล้วจากการศึกษานี้การฆ่าเชื้อบนโซอีลาสโตเมอร์ด้วยวิธีทางเคมีโดยการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อระยะสั้นไม่มีผลต่อแรงดึงเริ่มต้นและการเสื่อมสภาพของโซอีลาสโตเมอร์เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในทางตรงกันข้ามในกลุ่มที่ทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบไอน้ำร้อนจะมีค่าแรงดึงเริ่มต้นของโซอีลาสโตเมอร์ลดลง ดังนั้นเพื่อลดการเกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคระหว่างผู้ป่วยและทันตบุคลากร และการแพร่กระจายเชื้อโรคข้ามไปยังผู้ป่วยรายอื่น ๆ ในคลินิกทันตกรรมจัดฟันจึงแนะนำให้ฆ่าเชื้อบนโซอีลาสโตเมอร์ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ Umonium³⁸ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย ซึ่ง

เป็นวิธีที่ทำได้เร็ว ใช้เวลาไม่นาน สามารถทำได้ซ้ำเก้าอี้ทำฟัน และไม่ทำให้สูญเสียแรงดึงเริ่มต้นของโซอีลาสโตเมอร์

อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันดีว่า โซอีลาสโตเมอร์มีข้อจำกัดคือเกิดการลดลงของแรง (force decay) ซึ่งทำให้แรงโซอีลาสโตเมอร์ไม่คงที่ และลดลงเหลือประมาณร้อยละ 30-40 ของแรงดึงเริ่มต้นเมื่อเวลาผ่านไป 3-4 สัปดาห์³³ ดังนั้นการศึกษาในระยะยาวหรือการศึกษาทางคลินิกเพื่อคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของโซอีลาสโตเมอร์ที่ผ่านวิธีฆ่าเชื้อแบบต่าง ๆ รวมถึงการศึกษาทางจุลวิทยาภายหลังการฆ่าเชื้อควรทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต่อไปในอนาคต

บทสรุป

การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบสมบัติทางกลในแง่การให้แรงของโซอีลาสโตเมอร์ ภายหลังการฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่าการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อระยะสั้นในการศึกษานี้ คือ เอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ Umonium³⁸ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นเวลา 10 นาที ไม่มีผลต่อแรงดึงเริ่มต้น และการเสื่อมสภาพของโซอีลาสโตเมอร์ จึงแนะนำให้ฆ่าเชื้อโซอีลาสโตเมอร์ด้วยวิธีดังกล่าวก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วยเพื่อลดการเกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคระหว่างผู้ป่วยและทันตบุคลากรรวมถึงการแพร่กระจายเชื้อโรคข้ามไปยังผู้ป่วยรายอื่น ๆ ในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน

เอกสารอ้างอิง

- Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for infection control in healthcare facilities, 2008.
- Scully C, Greenspan JS. Human immunodeficiency virus (HIV) transmission in dentistry. *J Dent Res* 2006;85(9):794-800.
- Davies C. Orthodontic products update. Cross infection control and elastomeric module delivery systems. *Br J Orthod* 1998;25(4):301-3.
- Shcherbakov AS, Ivanova SB, Nikonov VI. The organizational problems of preventing cross infection in orthodontic departments and offices. *Stomatologiya (Mosk)* 1996:94-5.
- Monteiro CGJ, Martins MME, Cury-Saramago AA, Teixeira HP. Biosafety conducts adopted by orthodontists. *Dental Press J Orthod* 2018;23(3):73-9.
- Takla GS, Cunningham SJ, Horrocks EN, Wilson M. The effectiveness of an elastomeric module dispenser in cross-infection control. *J Clin Orthod* 1998;12:721-6.
- Rembowski Casaccia G, Gomes JC, Alviano DS, de Oliveira Ruellas AC, Sant' Anna EF. Microbiological evaluation of elastomeric chains. *Angle Orthod* 2007;77(5):890-3.
- Dittmer MP, Demling AP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P, Schwestka-Polly R. The influence of simulated aging on the mechanical properties

of orthodontic elastomeric chains without an intermodular link. *J Orofac Orthop* 2012;73(4):289-97.

9. von Fraunhofer JA, Coffelt MT, Orbell GM. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *Angle Orthod* 1992; 62(4):265-74.

10. Stevenson JS, Kusy RP. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *Angle Orthod* 1994;64(6):455-64; discussion 65-7.

11. De Genova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Shaye R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains-a product comparison study. *Am J Orthod* 1985;87(5):377-84.

12. Josell SD, Leiss JB, Rekow ED. Force degradation in elastomeric chains. *Semin Orthod* 1997;3(3):189-97.

13. Jeffries C, Von Fraunhofer J. The effects of 2% alkaline gluteraldehyde solution on the elastic properties of elastomeric chain. *Angle Orthod* 1991;61(1):26-30.

14. Evangelista MB, Berzins DW, Monaghan P. Effect of disinfecting solutions on the mechanical properties of orthodontic elastomeric ligatures. *Angle Orthod* 2007;77(4):681-7.

15. Pithon MM, Santana DA, Sousa KH, Farias IM. Does chlorhexidine in different formulations interfere with the force of orthodontic elastics? *Angle Orthod* 2013;83(2):313-8.

16. Balhoff DA, Shulderberg M, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Force decay of elastomeric chains—a mechanical design and product comparison study. *J Orthod* 2011;38(1):40-7.

17. Eliades T, Eliades G, Watts DC. Structural conformation of *in vitro* and *in vivo* aged orthodontic elastomeric modules. *Eur J Orthod* 1999;21(6):649-58.

18. Renick MR, Brantley WA, Beck FM, Vig KW, Webb CS. Studies of orthodontic elastomeric modules. Part 1: glass transition temperatures for representative pigmented products in the as-received condition and after orthodontic use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(3):337-43.

19. Mirhashemi A, Saffarshahrudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent (Tehran)* 2012;9(4):204-15.

20. Samaranayake L. Essential Microbiology for Dentistry. Churchill Livingstone Elsevier; 2018.

21. Andreasen GF, Bishara S. Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod* 1970;3:151-8.

22. Sriamporn T, Thamrongananskul N, Na ranong N, Swasdison S. Physical and mechanical properties of commercial orthodontic elastomeric ligatures. *CU Dent J* 2009;32:11-22.

23. Huget EF, Patrick KS, Nunez LJ. Observations on the elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. *J Dent Res* 1990; 69(2):496-501.

24. Losito KAB, Lucato AS, Tubel CAM, Correa CA, Santos JCBd. Force decay in orthodontic elastomeric chains after immersion in disinfection solutions. *Braz J Oral Sci* 2014;13(4):266-9.

25. Pithon MM, Ferraz CS, Rosa FCS, Rosa LP. Sterilizing elastomeric chains without losing mechanical properties. Is it possible? *Dental Press J Orthod* 2015;20(3):96-100.

26. Peixoto IT, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MA, Nelson-Filho P. Evaluation of home disinfection protocols for acrylic baseplates of removable orthodontic appliances: A randomized clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(1):51-7.

27. Musaddique SS, Ajit K, Ashwith H, Nasim M, Mohamed F. Evaluating the sterility of orthodontic materials as received from the manufacturer and that exposed to clinic environment-*in vitro* study. *South Eur J Orthod Dentofac Res* 2018;5(2):30-7.

28. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR, HICPAC. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20(4):247-80.

29. National Environment Agency. Interim List of household products and active ingredients for disinfection on Novel Coronavirus. Accessed 15 Sep, 2020.

30. Raffo P, Salliez AC, Collignon C, Clementi M. Antimicrobial activity of a formulation for the low temperature disinfection of critical and semi-critical medical equipment and surfaces. *New Microbiol* 2007;30(4):463-9.

31. Marui VC, Souto MLS, Rovai ES, Romito GA, Chambrone L, Pannuti CM. Efficacy of preprocedural mouthrinses in the reduction of microorganisms in aerosol: A systematic review. *J Am Dent Assoc* 2019;150(12):1015-26 e1.

32. Yoon JG, Yoon J, Song JY, Yoon SY, Lim CS, Seong H, Noh JY, Cheong HJ, Kim WJ. Clinical Significance of a High SARS-CoV-2 Viral Load in the Saliva. *J Korean Med Sci*. 2020;35(20) e195.

33. Weissheimer A, Locks A, de Menezes LM, Borgatto AF, Derech CD. *In vitro* evaluation of force degradation of elastomeric chains used in orthodontics. *Dental Press J Orthod* 2013;18(1):55-62.

อัตราความสำเร็จทางคลินิกของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง Clinical Success Rate of Custom-made Miniscrews

ประจักษ์ จริยพงศ์ไพบูลย์¹

Prajak Jariyapongpaiboon¹

¹กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลราชวิถี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Dental Department, Rajavithi Hospital, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

หมุดเกลียวขนาดเล็กทางทันตกรรมจัดฟันที่ผลิตขึ้นเองผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเสถียรภาพปฐมภูมิได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ยังไม่เคยผ่านการทดสอบการใช้งานในคลินิกมาก่อน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราความสำเร็จระหว่างหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ เป็นการทดสอบทางคลินิกแบบควบคุม จัดกลุ่มด้วยวิธีสุ่มปกปิดทางเดียวแบบแยกข้างในช่องปาก โดยใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ขากรรไกรบน ข้างที่ใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศเป็นกลุ่มควบคุมและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองเป็นกลุ่มทดลอง อัตราความสำเร็จนับช่วงเวลาที่หมุดเกลียวขนาดเล็กยึดอยู่อย่างมั่นคงไม่โยก หลวมหรือหลุดออกมานานกว่า 6 เดือน วิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยการทดสอบของฟิชเชอร์ ผลการศึกษานี้มีตัวอย่าง 42 ราย หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จร้อยละ 88.1 และ 85.7 ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปัจจัยช่วงอายุ เพศ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังและแนวดิ่ง และการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการให้แรงจัดฟันพบว่าอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันเช่นกัน สรุปได้ว่าหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จทัดเทียมกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ ด้วยราคาที่ต่ำกว่าและลดการนำเข้าจากต่างประเทศจึงควรสนับสนุนให้ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองทดแทนการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ

คำสำคัญ: หมุดเกลียวขนาดเล็กทางทันตกรรมจัดฟัน, หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง, อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็ก

Abstract

Custom-made orthodontic miniscrews were tested for physical property and primary stability with satisfactory results. The next step of miniscrew development was a clinical trial. The study objective was to analyze and compare the success rate of the custom-made miniscrews with those of the imported miniscrews. Patients who required two miniscrews in each quadrant of an upper arch were recruited into a single-blinded, split-mouth, randomized, controlled trial. Imported miniscrews were inserted in one side as a control group while custom-made miniscrews were inserted on the other side as an experiment group. The success rates of each of the two types of miniscrews were examined. Criteria for the success of miniscrews were an absence of mobility, lose or lost and maintained for six months. Fisher exact probability test was used to examine the correlation between the success rates and types of miniscrews. Forty-two patients were included in the study. The success rate of the imported miniscrews and custom-made miniscrews was 88.1 and 85.7 % respectively. The result was not a significant difference. Factors potentially affecting the success were investigated. There was no a significant difference in age, sex, sagittal and vertical skeletal type, and miniscrew applications. In conclusion, custom-made miniscrews have the success rate equal to

those of imported miniscrews. With lower prices and reduced importation, custom-made miniscrews should be encouraged to replace the use of imported miniscrews.

Keyword: Orthodontic Miniscrews, Custom-made Miniscrew, Miniscrew Success Rate

Received Date: Sep 25, 2020

Revised Date: Oct 16, 2020

Accepted Date: Nov 26, 2020

Doi: 10.14456/jdat.2021.18

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ประจักษ์ จริยพงษ์ไพบูลย์, กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลราชวิถี ถ.พญาไท แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย โทร : 02-206-2900
อีเมล: prajakjariya@gmail.com

Correspondence to:

Prajak Jariyapongpaiboon, Dental Department, Rajavithi Hospital, Phayathai Road, Ratchathewi District, Bangkok 10400, Thailand. Tel: 02-206-2900 Email: prajakjariya@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบันหมุดเกลียวขนาดเล็กได้รับความนิยมในการใช้เป็นหลักยึดสำหรับงานทันตกรรมจัดฟัน¹ หมุดเกลียวขนาดเล็กสามารถยึดติดกับกระดูกได้ดี ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก สามารถปักและถอดออกได้ง่าย² จากการศึกษาเร็ว ๆ นี้พบว่าความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กอยู่ในช่วงร้อยละ 81.1 - 88.8^{3,4} สามารถนำไปใช้ประโยชน์ร่วมกับการจัดฟันและเป็นที่ยอมรับของทันตแพทย์เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวตั้งแบบเปิด มีมุมระนาบขากรรไกรล่างสูงจะมีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กน้อยกว่ากลุ่มที่ปกติหรือมีมุมระนาบขากรรไกรล่างต่ำ^{5,6} สาเหตุหลักมาจากผู้ป่วยเหล่านี้มีความหนาของกระดูกที่น้อยกว่ากลุ่มที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวตั้งแบบปกติและแบบปิด^{7,8} ส่วนผู้ป่วยวัยรุ่นมีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของหมุดเกลียวขนาดเล็กมากกว่าเนื่องจากกระดูกยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่และมีความหนาแน่นน้อย⁹

หมุดเกลียวขนาดเล็กประกอบด้วยส่วนหัว คอ และลำตัว ส่วนหัวเป็นส่วนที่ให้แรงในการจัดฟัน ส่วนคอเป็นที่อยู่ของเหงือก ผู้ผลิตมักจะทำให้ผิวเรียบเพื่อไม่ให้เนื้อเหงือกเกิดการอักเสบ ส่วนลำตัวจะเป็นเกลียวฝังยึดกับกระดูก ปัจจัยจากตัวหมุดเกลียวขนาดเล็กเองเช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง¹⁰ ความยาว¹¹ ลักษณะของเกลียว¹² และลักษณะพื้นผิว⁴ ต่างมีผลต่อความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กด้วยเช่นกัน

ส่วนใหญ่หมุดเกลียวขนาดเล็กที่จำหน่ายในประเทศไทยนำเข้าจากต่างประเทศมีลักษณะรูปร่างและส่วนประกอบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต ทันตแพทย์จัดฟันที่มีความ

เชี่ยวชาญในการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็ก จะมีข้อจำกัดของการออกแบบ ส่วนหัวของหมุดที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้การประยุกต์ใช้งานในคลินิกขาดความหลากหลาย การออกแบบส่วนหัวขึ้นเองทำให้ทันตแพทย์จัดฟันประยุกต์ใช้งานในคลินิกได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาให้สูงขึ้นตามไปด้วย การผลิตหมุดเกลียวขนาดเล็กสามารถทำได้โดยใช้แท่งโลหะในชั้นคุณภาพงานศัลยกรรม (Surgical grade) นำมากลึงด้วยเครื่องกลึงที่มีคุณภาพสูงให้มีรูปร่างและลักษณะตามที่ได้ออกแบบไว้ การผลิตหมุดเกลียวขนาดเล็กโดยผู้ผลิตในประเทศที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม 13485 (ISO13485)¹³ ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ¹⁴ และเสถียรภาพปฏิกิริยา¹⁵ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้วจึงนำมาทดสอบทางคลินิกเป็นขั้นตอนต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราความสำเร็จระหว่างหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดสอบทางคลินิกนี้มีลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบไปข้างหน้า โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่มารับการจัดฟันที่กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลราชวิถี (กรุงเทพมหานคร) และคลินิกทันตกรรมเอกชน (เชียงใหม่) ระหว่างเดือนมกราคม 2562 ถึงกุมภาพันธ์ 2563 เกณฑ์คัดเข้าได้แก่ ผู้รับบริการจัดฟันที่วางแผนการรักษาแล้วต้องใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการกรอกรับทั้ง 2 ข้างเป็นหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันหรือต้องการเคลื่อนฟันของขากรรไกรบนไปด้านหลัง เกณฑ์คัดออกได้แก่ ผู้ที่มีความผิดปกติของ

กระดูกขากรรไกรและใบหน้าและผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบ เช่น โรคเลือด โรคเบาหวาน ความผิดปกติของเมตาบอลิซึมของกระดูก โรคกระดูกพรุน เป็นต้น

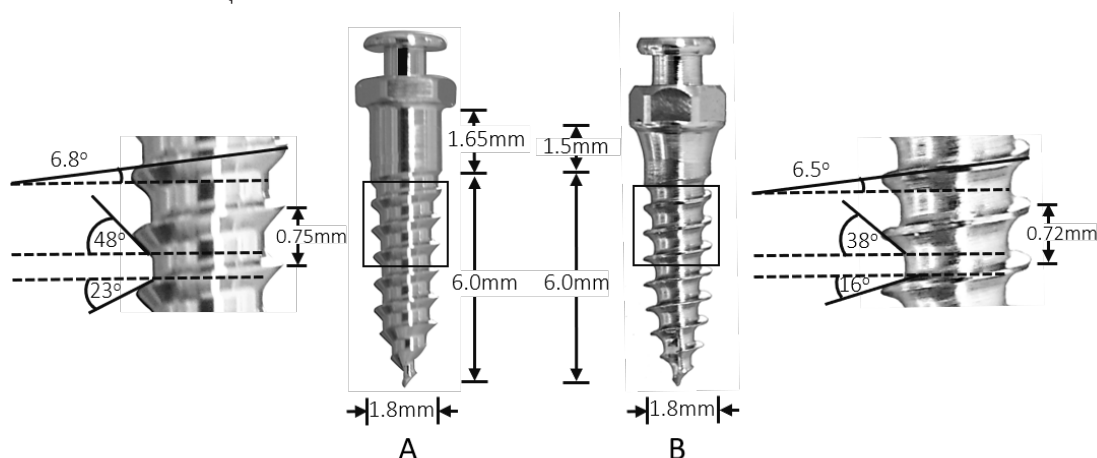
กระบวนการขอคำยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยแก่อาสาสมัคร/ผู้แทนโดยชอบธรรมในกรณีผู้ป่วยเด็กประกอบการอธิบายรายละเอียดวัตถุประสงค์ การปฏิบัติตัวและเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้น โดยละเอียด ตรวจสอบกลับว่ามีความเข้าใจอย่างแท้จริง ตอบข้อสงสัยให้เวลาตัดสินใจโดยอิสระ ก่อนลงนามให้ความยินยอมรับการรักษา การวิจัยนี้ได้ปฏิบัติตามแนวทางของคำประกาศเฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน โรงพยาบาลราชวิถี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข รหัสโครงการ 62059

การวิจัยนี้เป็นการทดลองทางคลินิกแบบควบคุม จัดกลุ่มด้วยวิธีสุ่มปกปิดทางเดียวแบบแยกข้างในช่องปาก (Clinical controlled trial: single-blinded, randomized, split-mouth) โดยในผู้ป่วยรายเดียวกันจะแบ่งข้างใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กเป็นข้างขวาหรือข้างซ้าย ข้างที่ใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศเป็นกลุ่มควบคุม และหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองเป็นกลุ่มทดลอง การเลือกข้างใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กเป็นแบบสุ่มโดยที่ผู้ป่วยจะไม่ทราบว่าจะแต่ละข้างเป็นหมุดเกลียวขนาดเล็กแบบใด การเปรียบเทียบการรักษาด้วยหมุดเกลียวขนาดเล็ก 2 แบบในผู้ป่วยรายเดียวกัน ทำให้มีปัจจัยจากตัวผู้ป่วยเหมือนกันตั้งแต่ต้นเป็นการลดปัจจัยรบกวน (Confounding factor) ระหว่างผู้ป่วยลงได้มาก

หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ (Orthoscrew 1806, Osstem Co.Ltd., Seoul, South Korea) เป็นหมุดเกลียวแบบมีปลายคมเจาะในตัว ทำด้วยโลหะผสมไทเทเนียมประกอบด้วยไทเทเนียมประมาณร้อยละ 90 อลูมิเนียมประมาณร้อยละ 6 วานาเดียมประมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก หมุดเกลียวขนาดเล็กมีความยาว 10

มิลลิเมตร ประกอบด้วยส่วนหัว คอ และลำตัว (รูปที่ 1A) ส่วนของหัวด้านบนสุดเป็นแผ่นวงกลมสำหรับคล้องยางหรือสปริงให้แรงในการจัดฟัน ส่วนล่างของหัวเป็นแท่งทกเหลี่ยมสำหรับใส่ตัวไข ส่วนคอเป็นรูปทรงกระบอกผิวเรียบมัน ลำตัวเป็นรูปกรวยยาว 6.0 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 มิลลิเมตร มีเกลียวแบบครีปไม่สมมาตร (Asymmetrical buttress) โดยเกลียวด้านบนทำมุมกับลำตัว 48 องศา เกลียวด้านล่างทำมุมกับลำตัว 23 องศา ซึ่งมีการศึกษาพบว่าป้องกันการหลุดได้ดีกว่าเกลียวแบบสมมาตร¹² มีมุมนำ (Leading angle) 6.8 องศาและระยะเกลียว 0.75 มม.

หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง (บริษัท พีดับบิวพลัส จำกัด นครปฐม) เป็นหมุดเกลียวขนาดเล็กแบบมีปลายคมเจาะในตัว ทำด้วยโลหะผสมไทเทเนียม ประกอบด้วยไทเทเนียมร้อยละ 89.69 อลูมิเนียมร้อยละ 6.04 วานาเดียมร้อยละ 3.95 โดยน้ำหนัก และมีส่วนผสมของ เหล็ก ออกซิเจน คาร์บอนและไนโตรเจนเล็กน้อย หมุดเกลียวขนาดเล็กมีความยาว 9.8 มิลลิเมตร ประกอบด้วยส่วนหัว คอ และลำตัว (รูปที่ 1B) ด้านบนสุดของส่วนหัวเป็นแผ่นวงกลมถัดลงไปเป็นร่องกว้าง 0.85 มิลลิเมตรที่ออกแบบให้กว้างกว่าร่องของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ ใช้สำหรับคล้องยางหรือสปริง และสามารถใส่ลวดที่ตัดและยึดกับร่องนี้เพื่อเป็นส่วนที่ให้แรงจัดฟันได้ ร่องที่กว้างกว่านี้จะทำให้ทันตแพทย์ใส่ลวดขนาดที่ใหญ่กว่าสามารถให้แรงโดยลวดไม่เปลี่ยนรูป ทำให้ควบคุมทิศทางการให้แรงได้ดี ประยุกต์ใช้งานในคลินิกได้มากขึ้น ส่วนคอเป็นรูปประฆังทรงทรงแบนกว้างกว่าด้านล่างป้องกันการเสียดทานเข้าไปสะสม ส่วนของลำตัวเป็นรูปทรงกรวย เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 มิลลิเมตร ยาว 6.0 มิลลิเมตร ลำตัวมีเกลียวแบบครีปไม่สมมาตร เกลียวด้านบนทำมุมกับลำตัว 38 องศา มากกว่าเกลียวด้านล่างที่ทำมุมกับลำตัว 16 องศา มีมุมนำ 6.5 องศาและระยะเกลียว 0.72 มม.



รูปที่ 1 รูปร่างและขนาดของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ (A) และหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง (B)

Figure 1 Shape and dimension of imported (A) and custom-made (B) orthodontic miniscrews

กลุ่มตัวอย่างได้รับการใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กโดยใช้ตัวไขด้วยมือ (Manual screw driver) ที่บริเวณรอยต่อเยื่อเมือก-เหงือก (Mucogingival junction) ระหว่างรากฟันใกล้กลางด้านแก้มของฟันกรามบนซี่ที่ 1 และรากฟันใกล้กลางด้านแก้มของฟันกรามบนซี่ที่ 2 ทั้งข้างซ้ายและขวาโดยไม่มีการเจาะนำ ทำมุมประมาณ 40-50 องศากับระนาบดเคี้ยว (Occlusal plane) ไขหมุดเกลียวขนาดเล็กจนส่วนล่างของหัวขีดเนื้อเหงือก ตำแหน่ง ทิศทาง และความลึกของการใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 ข้างมีลักษณะเหมือนกัน การปัก

หมุดเกลียวทั้งหมดกระทำโดยผู้วิจัยเพียงผู้เดียว ผู้ป่วยได้รับคำแนะนำให้ทำความสะอาดและใช้น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน ไดกลูโคลเนต (Chlorhexidine digluconate) ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 เพื่อลดจำนวนเชื้อโรคในช่องปากให้น้อยลง หลังจากนั้นทันตแพทย์ให้แรงประมาณ 100-150 กรัมดึงฟันทันที (รูปที่ 2) การใช้แรงทั้ง 2 ข้างมีขนาดเท่ากันและทิศทางที่เหมือนกัน นัดผู้ป่วยมารักษาต่อเนื่องทุก 3-4 อาทิตย์



รูปที่ 2 ตำแหน่งของหมุดเกลียวขนาดเล็กและการให้แรงดึงฟัน

Figure 2 Position of orthodontic miniscrew and force application

ผู้ป่วยถูกแบ่งกลุ่มตามช่วงอายุน้อยกว่าหรือมากกว่า 20 ปี¹⁶ เพศ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างกระดูกในแนวหน้าหลัง (Sagittal skeletal pattern) ใช้ค่า ANB เป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างกระดูกในแนวตั้ง (Vertical skeletal pattern) ใช้ค่าของมุมระนาบขากรรไกรล่าง (Mandibular plane angle, SN-MP) เป็นเกณฑ์ โดยใช้ค่าปกติของการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างของเพศชายและหญิงตามการศึกษาของสุรัชย์และคณะ¹⁷ (ตารางที่ 1) ส่วนการใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กในการให้แรงจัดฟันแยกเป็น 2 ประเภทประกอบด้วยการใช้เป็นหลักยึดเพื่อดึงฟันหน้า

(Retraction) หรือใช้เพื่อเคลื่อนฟันของขากรรไกรบนไปด้านหลัง (Distalization)

ความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ และหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองจะนับช่วงเวลาที่มีหมุดเกลียวขนาดเล็กยึดอยู่อย่างมั่นคงไม่โยก หลวมหรือหลุดออกมาตลอดระยะเวลา นานกว่า 6 เดือนนับตั้งแต่วันที่เริ่มใส่ อัตราความสำเร็จคำนวณโดยนับจำนวนรายที่หมุดเกลียวขนาดเล็กคงอยู่มากกว่า 6 เดือนหารด้วยจำนวนรายที่ใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กทั้งหมด

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มผู้ป่วยตามปัจจัยโครงสร้างกระดูก

Table 1 Patient grouping by skeletal factors

Variables	Female	Male
Sagittal skeletal pattern (ANB, Degrees)		
Class I	2.26-5.66	1.64-5.74
Class II	>5.67	>5.74
Class III	<2.26	<1.64
Vertical skeletal pattern (SN-MP, Degrees)		
Normal	25.94-36.44	22.66-32.76
Open configuration	>36.43	>32.77
Closed configuration	<25.93	<22.65

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 ชนิด มาคำนวณวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติตามช่วงอายุ เพศ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังและแนวดิ่ง และการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการให้แรงจัดฟันโดยใช้การทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test) ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีจำนวนตัวอย่าง 42 ราย เป็นผู้ชาย 4 ราย ผู้หญิง 38 ราย อายุเฉลี่ย 25.07+7.02 ปี (13-47 ปี) ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่แยกเป็นกลุ่มตามตัวแปรที่กำหนดไว้ จำนวนผู้ป่วยที่ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กที่สำเร็จ อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและที่ผลิตขึ้นเอง

หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จร้อยละ 88.1 และ 85.7 ตามลำดับ อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาตัวแปรตามช่วงอายุ เพศ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังและแนวดิ่ง และการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการให้แรงจัดฟันพบว่าอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

ผู้ป่วยกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปีมีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง ร้อยละ 100 และ 88.9 ตามลำดับ มากกว่ากลุ่มอายุมากกว่า 20 ปีเล็กน้อย ในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปีและมากกว่า 20 ปี มีมุมระนาบขากรรไกรล่างแบบเปิดร้อยละ 33.3 และ 36.4 ตามลำดับ อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศในเพศชาย

มากกว่าเพศหญิง แต่อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

กลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังแบบที่ 2 (Sagittal skeletal type II) มีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 แบบน้อยกว่ากลุ่มที่มีความสัมพันธ์แบบที่ 1 (Sagittal skeletal type I) และแบบที่ 3 (Sagittal skeletal type III) กลุ่มที่มีความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังแบบที่ 1 2 และ 3 มีมุมระนาบขากรรไกรล่างในแนวดิ่งแบบเปิดร้อยละ 25.0 63.6 และ 28.6 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวดิ่งแบบเปิด (Open configuration) มีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กน้อยกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวดิ่งแบบปกติและแบบปิด (Closed configuration)

การใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเป็นหลักยึดเพื่อดึงฟันหน้ามีอัตราความสำเร็จมากกว่าการใช้เพื่อเคลื่อนฟันทั้งหมดของขากรรไกรบนไปด้านหลัง แต่ทั้ง 2 ตัวแปรไม่พบความแตกต่างระหว่างหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศกับหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง

ในการศึกษานี้มีผู้ป่วยที่ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กแล้วพบความล้มเหลวโดยหมุดเกลียวขนาดเล็กโยก หลวมหรือหลุดออกภายใน 6 เดือนนับตั้งแต่วันที่เริ่มใส่ มีจำนวนทั้งหมด 8 ราย แยกเป็นผู้ป่วยที่พบความล้มเหลวทั้งสองข้าง 3 ราย ล้มเหลวข้างเดียว 5 ราย เป็นหมุดเกลียวขนาดเล็กที่นำเข้าจากต่างประเทศ 2 ราย และเป็นหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง 3 ราย เมื่อพิจารณาเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปร อายุ เพศ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลัง มุมระนาบขากรรไกรล่างในแนวดิ่งและการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการให้แรงจัดฟัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง แบ่งกลุ่มตามปัจจัยจากผู้ป่วยและการให้แรงในการจัดฟัน

Table 2 Success rate of imported and custom-made orthodontic miniscrews according to patient factor and miniscrew applications

Variables	Total	Imported miniscrews		custom-made miniscrews		
Age (years)						
<20	9	9	100	8	88.9	ns
>20	33	28	84.8	28	84.8	ns
Sex						
Female	38	33	86.8	33	86.8	ns
Male	4	4	100	3	75.0	ns
Sagittal skeletal pattern						
Class I	24	21	87.5	21	87.5	ns
Class II	11	9	81.8	8	72.7	ns
Class III	7	7	100	7	100.0	ns

ตารางที่ 2 อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศและหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเอง แบ่งกลุ่มตามปัจจัยจากผู้ป่วยและการให้แรงในการจัดฟัน (ต่อ)

Table 2 Success rate of imported and custom-made orthodontic miniscrews according to patient factor and miniscrew applications (cont.)

Variables	Total	Imported miniscrews		custom-made miniscrews		
Vertical skeletal pattern						
Normal	23	21	91.3	21	91.3	ns
Open configuration	15	12	80.0	11	73.3	ns
Closed configuration	4	4	100	4	100	ns
Miniscrew application						
Retraction	25	23	92.0	23	92.0	ns
Distalization	17	14	82.4	13	76.5	ns
All	42	37	88.1	36	85.7	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns = no statistic significant difference

บทวิจารณ์

Motoyoshi และคณะ¹⁸ แสดงให้เห็นว่าร้อยละ 58.8 และ 70.6 ของหมุดเกลียวขนาดเล็กจะโยก หลวมหรือหลุดภายใน 3 และ 6 เดือนตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Moon และคณะ¹⁹ รายงานว่าหมุดเกลียวขนาดเล็กส่วนใหญ่จะโยก หลวมหรือหลุดออกมาภายใน 1 ถึง 2 เดือนแรกและร้อยละ 90 จะเกิดภายใน 4 เดือนหลังใส่การวิจัยเรื่องอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจึงนิยมใช้เวลา 6 เดือน เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา^{4,20,21} รวมทั้งในการศึกษานี้ด้วย ผลศึกษานี้พบว่าอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองร้อยละ 86.9 น้อยกว่าหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศที่ร้อยละ 88.1 เพียงเล็กน้อยและไม่มีความสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบกับรายงานของ Park *et al*⁴ ที่ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กแบบเดียวกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำตัวด้านบน 1.8 มิลลิเมตรและลำตัวเป็นรูปกรวยยาว 6.0 มิลลิเมตรเท่ากันและใช้เกณฑ์พิจารณาจากหมุดเกลียวขนาดเล็กไม่โยก หลวมหรือหลุดออกมาเช่นเดียวกัน มีอัตราความสำเร็จร้อยละ 85.7 ใกล้เคียงกับการศึกษานี้ เป็นการยืนยันว่าหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จทัดเทียมกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ

Reynders และคณะ²² รายงานว่าความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กขึ้นกับปัจจัย 6 ประการ ประกอบด้วยปัจจัยจากผู้ป่วย หมุดเกลียวขนาดเล็ก วิธีการใส่หมุดเกลียว ประเภทของการจัดฟัน วิธีใช้แรงจากหมุดเกลียวขนาดเล็กและการดูแลรักษา ปัจจัยที่เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการศึกษานี้ประกอบด้วย ปัจจัยจากหมุดเกลียวขนาดเล็ก 2 ชนิด ส่วนปัจจัยจากผู้ป่วย วิธีการใส่หมุดเกลียว ประเภทของการจัดฟัน

วิธีใช้แรงจากหมุดเกลียวขนาดเล็กและการดูแลรักษา ผู้วิจัยได้ออกแบบวัสดุและวิธีการใช้การทดลองทางคลินิกแบบควบคุมและจัดกลุ่มด้วยวิธีสุ่มปกปิดทางเดียวแบบแยกข้างในช่องปาก โดยการใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กแต่ละชนิดในตำแหน่งเดียวกันแต่สลับข้างซ้ายและขวาเพื่อควบคุมให้มีความแตกต่างกันน้อยที่สุด

ในการศึกษานี้ได้ควบคุมตัวแปรของผู้ป่วยเป็นอย่างดี อาจกล่าวได้ว่าเหลือเพียงปัจจัยจากความแตกต่างของหมุดเกลียวขนาดเล็ก 2 ชนิดที่ใช้โลหะผสมไทเทเนียมที่คล้ายกันแต่มีลักษณะของหัว ลำตัวและเกลียวที่ต่างกัน เมื่อพิจารณาในรายที่หมุดเกลียวล้มเหลวเพียงข้างเดียว พบว่าจำนวนรายที่มีความล้มเหลวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการยืนยันว่าอีกทางหนึ่งว่าอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองและหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศไม่มีความแตกต่างกัน

การศึกษานี้พบว่าปัจจัยของผู้ป่วยได้แก่ อายุ เพศ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังและแนวดิ่งไม่มีผลต่ออัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองเมื่อเปรียบเทียบกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ แต่เมื่อพิจารณาจากการแบ่งกลุ่มตามปัจจัยของผู้ป่วยที่มีผลทำให้อัตราความสำเร็จลดลง ได้แก่ กลุ่มอายุมากกว่า 20 ปี เพศหญิง ผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังแบบที่ 2 กลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวดิ่งแบบเปิด และการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเพื่อเคลื่อนฟันทั้งหมดของขากรรไกรบนไปด้านหลัง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการรายงานของ Karuda *et al*³ ส่วนการศึกษาของ Park *et al*⁴ สรุปผลในลักษณะเดียวกัน

แต่พบว่าการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเพื่อเคลื่อนฟันทั้งหมดของขากรรไกรบนไปด้านหลังมีอัตราความสำเร็จน้อยกว่าการใช้เป็นหลักยึดในการเคลื่อนฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้เหตุผลว่าเมื่อฟันถูกถอยไปด้านหลัง รากฟันจะเคลื่อนไปใกล้หรือชิดลำตัวของหมุดเกลียวขนาดเล็กมากขึ้น ความหนาแน่นของกระดูกรอบ ๆ หมุดเกลียวขนาดเล็กจะลดลง ทำให้อัตราความล้มเหลวสูงกว่าในกลุ่มที่ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเป็นเป็นหลักยึดในการเคลื่อนฟันในการศึกษานี้ได้ใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กทำมุมกับระนาบดัดเคียว 40-50 องศาเพื่อให้ลำตัวของหมุดเกลียวขนาดเล็กอยู่นอกแนวของรากฟันกรามด้านแก้ม แต่การเคลื่อนฟันทั้งหมดของขากรรไกรบนไปด้านหลังหรือการขยายขากรรไกรบนจะเพิ่มความกว้างระหว่างฟันกราม (Intermolar width) ทั้ง 2 ข้าง เพื่อให้สบกับฟันล่างได้ดี มีโอกาสทำให้รากฟันถอยไปสัมผัสกับหมุดเกลียวขนาดเล็กซึ่งจะทำให้เกิดความล้มเหลวได้

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้ป่วยวัยรุ่นมีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของหมุดเกลียวขนาดเล็กมากกว่าเนื่องจากกระดูกยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่และมีความหนาแน่นน้อย แต่ในการศึกษานี้ผู้ป่วยกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปีมีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 ชนิดสูงกว่ากลุ่มอายุมากกว่า 20 ปีเล็กน้อย สาเหตุอาจจะมาจากในกลุ่มอายุมากกว่า 20 ปี มีโครงสร้างกระดูกแบบเปิดร้อยละ 36.4 สูงกว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปีซึ่งมีโครงสร้างกระดูกแบบเปิดร้อยละ 33.3

อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองของเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง แต่อัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศของเพศหญิงน้อยกว่าเพศชายแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ปัจจัยเพศไม่มีผลต่อความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็ก¹⁶

กลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังแบบที่ 2 มีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กทั้ง 2 แบบน้อยกว่ากลุ่มมีความสัมพันธ์แบบที่ 1 และแบบที่ 3 ตามลำดับ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้^{3,4,23} อีกเหตุผลหนึ่งมาจากการที่กลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวหน้าหลังแบบที่ 2 มีมุมระนาบขากรรไกรล่างในแนวตั้งแบบเปิดร้อยละ 63.6 มากกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์แบบที่ 1 และแบบที่ 3 ที่ร้อยละ 25 และ 28.6 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในตั้งแบบเปิดมีอัตราความสำเร็จของหมุดเกลียวขนาดเล็กน้อยกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์แบบปกติและแบบปิดเช่นกัน สาเหตุหลักมาจากผู้ป่วยเหล่านี้มีความหนาแน่นของกระดูกที่น้อยกว่า^{7,8}

ผลของการเว้นช่วงเวลาหลังใส่หมุดเกลียวขนาดเล็กก่อนให้แรงจัดฟันยังไม่มีข้อสรุปไปในทางเดียวกัน Chen และคณะ²³

พบว่าการให้แรงภายใน 3 อาทิตย์ มีผลทำหมุดเกลียวขนาดเล็กมีโอกาสหลวมหรือหลุดมาก ส่วน Kuroda และคณะ³ พบว่าระยะเวลาที่รอกภายหลังการใส่ไม่มีผลต่ออัตราความสำเร็จ แต่ Romanos และคณะ²⁵ แสดงให้เห็นว่าการให้แรงทันทีมีส่วนช่วยเพิ่มการสร้างกระดูกรอบ ๆ หมุดเกลียวขนาดเล็ก ดังนั้นการให้แรงทันทีอาจมีส่วนทำให้เกิดผลดีต่อการคงอยู่ของหมุดเกลียวขนาดเล็กด้วย

การศึกษานี้มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมดน้อยทำให้การแปลผลมีข้อจำกัด การศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อให้มีจำนวนตัวอย่างมากขึ้น จะทำให้การแปลผลในกรณีของปัจจัยจากผู้ป่วยได้ชัดเจนขึ้น

หมุดเกลียวขนาดเล็กจากวิธีมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการนำเข้าหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศมาก ทำให้ผู้ป่วยประหยัดค่าใช้จ่ายราคาที่ถูกลงยังช่วยเพิ่มการเข้าถึงบริการของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้และเป็นการลดการนำเข้าของสินค้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้อุตสาหกรรมการผลิตมีการพัฒนาทั้งบุคลากรและเครื่องจักรให้ได้ผลลัพธ์และชิ้นงานที่มีคุณภาพมากขึ้นต่อไปในอนาคต ประกอบกับหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จไม่แตกต่างจากหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ จึงควรสนับสนุนให้ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองทดแทนการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ

บทสรุป

หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองมีอัตราความสำเร็จทัดเทียมกับหมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ ด้วยราคาที่ต่ำกว่าและลดการนำเข้าจากต่างประเทศจึงควรสนับสนุนให้ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองทดแทนการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กจากต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโรงพยาบาลราชวิถี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขในการผลิตหมุดเกลียวขนาดเล็ก การทดสอบทางกายภาพ เสถียรภาพปฐมภูมิและการทดสอบทางคลินิกจนประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Somchai M, Somporn R. Dentists acceptance towards the use of mini-implant as temporary implant anchorage. *J Thai Assoc Orthod* 2005;44(4):40-6.
2. Florvaag B, Kneuert P, Lazar F, Koebke J, Zoller JE, Braumann B, et al. Biomechanical properties of orthodontic miniscrews: An in-vitro study. *J Orofac Orthop* 2010;71(1): 53-67.
3. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi , Kyung HM, Takano-Yamamoto

- T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(1):9-15
4. Park HJ, Choi SH, Choi YJ, Park YB, Kim KM, Yuf HS. A prospective, split-mouth, clinical study of orthodontic titanium miniscrews with machined and acid-etched surfaces *Angle Orthod*. 2019;89(3):411-7.
5. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(4):373- 378.
6. Jing Z, Wu Y, Jiang W, Zhao L, Jing D, Zhang N, *et al*. Factors affecting the clinical success rate of miniscrew implants for orthodontic treatment. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(4):835-841.
7. Ödman J, Lekholm U, Jemt T, Brånemark PI, Thilander B. Osseointegrated titanium implants: a new approach in orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1988;10(2):98-105.
8. Prosterman B, Prosterman L, Fisher R, Gornitsky M. The use of implants for orthodontic correction of an open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(3):245-50.
9. Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36(8):695-9.
10. Francis JC, Oz U, Cunningham LL, Emecen Huja P, Kryscio RJ, Huja SS. Screw-type device diameter and orthodontic loading influence adjacent bone remodeling. *Angle Orthod*. 2017;87(3):466-472
11. Sarula M, Mincha L, Park HS, Antoszewska-Smith J. Effect of the length of orthodontic mini-screw implants on their long-term stability: A prospective study *Angle Orthod*. 2015;85(1):33-8.
12. Gracco A, Giagnorio C, Incerti Parenti S, Bonetti GA, Sicilianie G. Effects of thread shape on the pullout strength of miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(2):186-90.
13. International Organization for Standardization. ISO 13485 Medical Devices-Quality management systems -Requirements for regulatory purposes. Geneva: ISO; 2016.
14. Jariyapongpaiboon P. Torsional Properties of Custom-made Titanium Alloy and Stainless Steel Miniscrew Implants. *CM Dent J* 2012;33(1):63-9.
15. Jariyapongpaiboon P, Charpitak J. Comparison of insertion torque and pull-out strength between custom-made miniscrews and commercial miniscrews. *J DMS* 2019;44(4):85-9.
16. Hong SB, Kusnoto B, Kim EJ, BeGole EA, Hwang HS, Lim HJ. Prognostic factors associated with the success rates of posterior orthodontic miniscrew implants: a subgroup metaanalysis. *Korean J Orthod*. 2016;46(2):111-26.
17. สุรัชย์ เดชคุณากร จิราภรณ์ ชัยวัฒน์ พรรัชนี แสงวงกิจ นวัตกรรม อนุวงศ์นครินทร์ และนฤมล ทวีเศรษฐ์ : ค่าปกติของ ผู้ใหญ่ไทยในการวิเคราะห์แบบต่างๆ จากภาพถ่ายรังสีกระดูกสรีระศาสตร์ด้านข้าง. *ว.ทันต.* 44 ; 202-214, 2537.
18. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic miniimplant. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(1):109-14.
19. Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod* 2008;78(1):101-6.
20. Sabzijati M, Rahbar M, Shanei F, Salehi-Vaziri A, Ghaffari HA, Abtahi S. Comparing the Clinical Success Rate of Self-Drilling and Self-Tapping Mini-screws in the Retraction of Maxillary Anterior Teeth. *PBOCI* 2019;19:e4428
21. Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: A systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(5):564.e1-19.
22. Chen YJ, Chang HH, Lin HY, Lai EH, Hung HC, Yao CC. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: Experience with 492 temporary anchorage devices. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(11):1188-96.
23. Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D. Histologic and histomorphometric evaluation of peri-implant bone subjected to immediate loading: an experimental study with Macaca fascicularis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(1):44-51.

In Vitro the Impact of Surface Components and Environmental Factors on the Adhesion and Aggregation Ability of Oral *Lactobacillus fermentum*

Penthip Saetang^{1,2}, Rawee Teanpaisan^{2,3} and Supatcharin Piwat^{1,2}

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

²Common Oral Diseases and Epidemiology Research Center, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

³Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

Abstract

Lactobacillus fermentum is considered as a beneficial member of the oral normal microbiota. Bacterial aggregation and/or adhesion are essential for their persistence and maintaining the balance in a healthy oral ecosystem. The coaggregation interaction with pathogenic strains is a key factor of the strains to exclude pathogens. The objective of this study was to investigate the environmental factors affecting the adhesion and autoaggregation of oral *L. fermentum* strains and their coaggregation ability with cariogenic pathogen, *Streptococcus mutans*. The bacterial cell surface components of these strains were evaluated. The results showed that the adhesion ability of oral *L. fermentum* to H357 keratinocyte cells was enhanced by cell surface protein, polysaccharides and S-layer protein, while aggregation ability was only mediated by a proteinaceous component. The tested factors including acid-base conditions, calcium ions, sugars and enzymes were analyzed. It was found that the adhesion and autoaggregation of these *L. fermentum* strains were not inhibited by any tested factors. Moreover, the acidic condition at pH 4.0 and calcium treatment significantly promoted adhesion abilities. Most of the tested factors showed no effect on the coaggregation between *L. fermentum* and *S. mutans*, except lactose and lysozyme treatments which decreased this ability. Overall results showed that oral *L. fermentum* strains had adaptive traits in various factors which were representative of various physico-chemical conditions in the oral cavity.

Keywords: Adhesion, Aggregation, Cell surface components, *Lactobacillus fermentum*, Oral cavity

Received Date: Aug 17, 2020

Revised Date: Sep 29, 2020

Accepted Date: Dec 21, 2020

Doi: 10.14456/jdat.2021.19

Correspondence to:

Supatcharin Piwat, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, HatYai, Songkhla 90112 Thailand.

Tel: 074-429875, 089-7374488 E-mail: supacharin@hotmail.com

Introduction

The oral cavity consists of a rich and diverse microbial population as the commensal microflora. The human oral cavity contains approximately 10^{10} bacteria and more than 700 bacterial species. The establishment of microbial ecology is directly influenced by the exposure to external

environmental factors such as temperature, diet, pH level, enzymes and eating habits.¹ Physiologically interaction with these commensal bacteria is usually harmonious and beneficial for the host. Equilibrium of the commensal microbial community leads to a healthy oral cavity. However,

if an imbalance occurs, the oral ecosystem may contain an excess of pathological organisms, and this represents the first step of oral disease.^{2,3}

L. fermentum has been reported to be the most predominant *Lactobacillus* species in the oral cavity.^{4,5} The species may play an important role in maintaining an equilibrium between the commensals and oral pathogens. It has been shown that some *L. fermentum* strains provide benefits to human oral health by inhibiting the biofilm formation of harmful microflora such as cariogenic mutans streptococci.^{6,7}

Adhesion, internalization by host tissues, and autoaggregation of bacteria are considered as an important first step of bacterial colonization to persist and form the biofilm within the host.^{8,9} In addition, internalized into the host cells is one of the strategies of bacteria to survive by avoiding recognition by the host's immune system.¹⁰ Aggregation between the same strains of microorganisms (autoaggregation) to form multicellular clumps can act as a barrier to protect the strains from environmental stress, while aggregation between the species (coaggregation) can inhibit the growth of pathogenic strains by direct coaggregation.^{8,11} Bacterial adhesion and/or aggregation are complex processes that are influenced by many factors.¹² Studies of intestinal *L. plantarum* have shown that pretreating these strains with enzymes (pepsin, trypsin and lysozyme) and chemicals (lithium chloride) results in a significant decrease in their adhesion ability.¹³ Our previous study reported a correlation between the adhesion ability of oral *L. fermentum* to human oral epithelial cells and the bacterial cell surface characteristics.¹⁴ However, the environment of the oral cavity is an open, dynamic system, with diverse conditions that are influenced by several factors such as nutrient availability, salivary enzymes and variable conditions of pH. Little is known about the aggregation and adherence ability of this species, especially when influenced by the oral environment.

The objective of this study was to investigate the effects of these factors on the adhesion of *L. fermentum* to the H357 keratinocyte oral squamous carcinoma cell

lines and evaluate their autoaggregation and coaggregation ability with *S. mutans* ATCC 25175.

Materials and Methods

Bacterial Strains and Culture Conditions

Twenty strains of *L. fermentum* obtained from a previous study⁴ were kept at -80°C in the Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Thailand. Each clinical strain was isolated from a different child. The details of isolation and identification of the strains were previously described in the study of Piwat *et al.*⁴ The bacteria were initially cultured for 18–24 hours on de Man Rogosa Sharpe (MRS) agar (Difco™; USA) under an anaerobic condition (80% N₂, 10% H₂ and 10% CO₂) at 37°C for 24 hours, and then transferred to MRS broth (Himedia®; India) for an additional 18–24 hours of incubation. The cariogenic pathogen, *S. mutans* ATCC 25175™, used for the coaggregation assay, was grown in a blood agar plate (BBL™; USA) for 18–24 hours, and transferred to a Brain Heart Infusion broth (Bacto™; USA) in an aerobic condition (5% CO₂) at 37°C for an additional 18–24 hours of incubation.

Biochemical Characterization of bacterial cell surface

The contribution of protein of the bacterial cell surface was examined by treating with proteinase K, while the contribution of the crystalline surface layer (S-layer) protein was characterized by lithium chloride. Metaperiodate solution was used for oxidizing cell surface carbohydrates.

After incubation, the bacterial cells were harvested by centrifugation at 3000 rpm for five minutes and washed twice with 5 mL of phosphate buffer saline (PBS) pH 7.0. To investigate the involvement of surface structures in the adhesion and aggregation ability, bacterial cells were subjected to surface treatment: 10 mM metaperiodate in 0.1 M citrate-phosphate buffer (pH 4.5), 5 M LiCl in distilled water and proteinase K in 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.5) at 37°C for 30 minutes. The bacteria in PBS solution (pH 7.0) was used as the control group.

Treated bacterial suspensions were mixed by vortexing (Vortex-Genie 2™) for 10 seconds. The optical

density was measured at 600 nm (OD_{600 nm}) using a spectrophotometer (Ultrospec 2000™) to give viable counts of approximately 10⁸ CFU/mL (OD_{600 nm} = 0.25±0.05) for adhesion assay and 10¹⁰ CFU/mL (OD_{600 nm} = 0.5±0.05) for aggregation assay.

Factors affecting adhesion and aggregation ability of bacterial cells

The effects of the factors were investigated according to the method of Lang *et al.*¹⁵ with some modifications. The bacterial cells were treated for one hour at 37°C with several factors as follows: 1) PBS buffer adjusted to pH values 4.0 and 8.0, 2) 10 mM of calcium ions, 3) sugars (50 mM): glucose, sucrose and lactose and 4) enzyme solution (1 mg/mL): amylase in 15 mM PBS (pH 7.0), lysozyme in Tris EDTA sucrose buffer (pH 8.0), trypsin in 50 mM Tris-HCl buffer (pH 8.0), pepsin in 10 mM citrate-phosphate buffer (pH 4.5) and lipase in 50 mM Tris-HCl buffer (pH 8.0). The control in this study was PBS at pH 7.0. Treated bacterial suspensions were mixed by vortexing for 10 seconds and then adjusted to the optical density as suggested in a previous protocol.

Adhesion assay

The adhesion assay was performed using the method of Kintarak *et al.*¹⁶ with modifications. The H357 keratinocyte cells, the oral squamous carcinoma cell line, were used in this study.

One milliliter of treated *L. fermentum* suspension (10⁸ CFU/mL PBS, OD_{600 nm} = 0.25±0.05) was inoculated into H357 keratinocyte cells in Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM) on 24-well plates. After incubation at 37°C in anaerobic condition for one hour, the non adherent bacteria were removed by washing twice with PBS pH 7.0 (1 mL/well). The numbers of bacterial cells adhering to monolayers plus intracellular bacteria were quantified as the total adhesion. For internalization assay, 1 mL of DMEM containing gentamicin solution (100 µg/mL) was added to the treated *L. fermentum* and H357 keratinocyte monolayer cells and incubated for two hours at 37°C to kill extracellular adhered bacteria.

To determine the amount of adherent bacterial cells, the H357 keratinocyte monolayers were treated with 0.05% trypsin 150 µL/well. 0.1% Triton X-100 (850µL/

well) was added to lyse the keratinocyte cells. The ten-fold serial dilutions of the cell lysates were plated onto MRS agar and incubated at 37°C in anaerobic conditions for 48 hours to measure the number of viable bacterial colonies. The adhesion abilities including total adhesion, internalization and relative internalization (the internalization related to bacterial cells adhesion ability) were expressed as follows:

$$\text{Total adhesion (\%)} = (A_1/A_0) \times 100$$

$$\text{Internalization (\%)} = (A_2/A_0) \times 100$$

$$\text{Relative internalization (\%)} = (A_2/A_1) \times 100$$

where A₀ is the number of bacterial cells (CFU/mL) at the beginning, A₁ is the number of bacterial cells (CFU/mL) adhered totally, and A₂ is the number of bacterial cells (CFU/mL) internalized.

Autoaggregation and coaggregation assays

The specific cell-cell interactions were assessed. For autoaggregation assays, the method of Piwat *et al.*¹⁴ was used. The treated *L. fermentum* suspension was adjusted to 0.5±0.05 OD_{600nm} (approximately 10¹⁰ CFU/mL). Cell suspensions (4 mL) were mixed by vortexing for 10 seconds. After incubation at 37°C for 24 hours, one milliliter of the upper suspension was carefully removed to measure absorbance at OD_{600nm}. The autoaggregation was reported as percentages using the following formula:

$$\text{Autoaggregation (\%)} = (1 - A_{\text{time}}/A_{\text{initial}}) \times 100$$

where A_{time} is the optical density of the upper layer of the suspensions at 24 hours after incubation and A_{initial} is the optical density of the suspensions at baseline.

The coaggregation assays between *L. fermentum* and *S. mutans* ATCC 25175™ were performed according to Piwat *et al.*¹⁴ Equal volumes (2 mL) of the *L. fermentum* and *S. mutans* suspensions were mixed together and subjected to vortexing for 10 seconds, and then incubated at 37°C for 24 hours. The controls were set up using 4 mL of each bacterial suspension on their own. One milliliter of the upper layer of each suspension was aspirated to measure the absorbance at OD_{600nm}. The coaggregation was reported as a percentage using the following formula:

$$\text{Coaggregation (\%)} = \left[\frac{(A_{L. fermentum} + A_{S. mutans})}{(A_{mix})} \right] / \left[\frac{(A_{L. fermentum} + A_{S. mutans})}{2} \right] \times 100$$

where $A_{L. fermentum}$ is the optical density of *L. fermentum* suspensions at the initial time, $A_{S. mutans}$ is the optical density of *S. mutans* ATCC 25175TM suspensions at the initial time, A_{mix} is the optical density of the mixed *L. fermentum* and *S. mutans* ATCC 25175TM suspensions at 24 hours after incubation.

Statistical Analysis

All experiments were independently conducted twice. The results were described as mean and standard deviation. Our data were non-parametric (normality test by the Shapiro-Wilks test). The multiple comparisons for non-parametric (the Kruskal-Wallis test) was performed and followed by post hoc tests, the Mann-Whitney U test, with a correction. The differences were considered significant when $P < 0.05$. The software package used for the analyses was the SPSS statistical program (SPSS Inc.; Chicago, IL) and differences were considered significant when the $p < 0.05$.

Results and Discussion

Effects of Cell Surface Components on Bacterial Adhesion and Aggregation

The tested oral *L. fermentum* strains were able to adhere and to be internalized by keratinocyte cells at the level of 68.1 % and 47.7 % respectively. The effects of cell surface components on adhesion and aggregation abilities of oral *L. fermentum* are presented in Table 1. Adherence to H357 keratinocyte cells decreased significantly

after proteinase K, metaperiodate and lithium chloride treatment ($p=0.008$, 0.040 and 0.011 , respectively). These results indicated that the adhesion ability of oral *L. fermentum* was affected by the role of cell surface protein, polysaccharides and S-layer protein. Various cell surface components probably relate to multiple mechanisms which mediate the adherence of this species.¹⁷ For internalization, the cells were only significantly ($p=0.037$) affected by metaperiodate, therefore the influence of cell surface carbohydrates was considered. Nevertheless, the rate of relative internalization was not affected by any of the treatments. It was found that the autoaggregation and coaggregation abilities were mediated mainly by a proteinaceous component due to a significant reduction ($p=0.006$ and 0.002 , respectively) of these abilities after proteinase K treatment. This finding is in agreement with previous reports, which indicated that the adhesion and aggregation abilities of several *Lactobacillus* are involved by specific cell surface components^{11,12,18} and is species and/or strain-dependent.¹⁹ Archer *et al.*¹⁸ reported that there were more than one cell surface protein involved in the adhesion process of *L. fermentum* strains obtained from infant feces. Baccigalupi *et al.*²⁰ indicated that at least two small (less than 3 kDa) cell surface proteins were involved in the adhesion of food isolated *L. fermentum* cells to Caco-2 cells. The results suggested that the cell surface components are essential for the aggregation and adhesion abilities of the strains, and the condition which affects these components may show a reduction in properties.

Table 1 Effects of cell surface component on bacterial adhesion and aggregation of oral *L. fermentum* when treated by proteinase K, lithium chloride and metaperiodate

Treatment	% Adhesion [†] (mean+SD)			% Aggregation (mean+SD)	
	Total adhesion	Internalization	Relative internalization	Autoaggregation	Coaggregation [‡]
Control	68.08 ± 9.12	47.69 ± 13.32	69.17 ± 13.09	60.99 ± 24.25	47.24 ± 12.23
Proteinase K	61.61 ± 7.83**	40.77 ± 11.98	65.58 ± 15.62	40.24 ± 9.86**	35.47 ± 7.42**
Lithium chloride	60.24 ± 13.29*	41.50 ± 16.01	67.77 ± 15.96	57.55 ± 25.53	45.24 ± 14.74
Metaperiodate	62.06 ± 8.95*	39.23 ± 14.30*	62.16 ± 16.82	53.75 ± 21.27	41.28 ± 8.57

[†]Adhesion ability for *L. fermentum* strains with oral squamous carcinoma cell line, H357 keratinocyte cells

[‡]Coaggregation between *L. fermentum* strains and *S. mutans* ATCC 25175TM

Asterisks indicate a statistically significant difference of treatments in comparison to the control (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

Factors affecting the adhesion ability to H357 keratinocyte cells

Mechanisms of adhesion have been studied with the H357 keratinocyte cells, oral squamous cell carcinoma. These cell lines were used as *in vitro* model for oral mucosa in this study due to their ability to grow indefinitely *in vitro* and retain most of the genetic properties as the oral squamous cell.²¹ The environmental factors, which oral bacteria have been challenged, such as the acids/bases conditions, calcium ions, sugars and oral and GI tract enzymes, were evaluated (Fig. 1). The present study indicated that among the tested conditions, only acidic (pH 4.0) and calcium ions significantly ($p = 0.001$ and < 0.001 , respectively) increased the adhesion to keratinocyte cells and also increased the internalization of *L. fermentum* by keratinocytes, whereas neither kind of sugar and enzyme, nor the basic condition significantly affected the adhesion. However, the rate of relative internalization, the internalization in relation to the bacterial cells adhesion, was not significantly

different among the tested conditions. It was implied that the tested conditions directly affected the ability of bacteria to adhere to the keratinocytes, but did not have any effect on the rate of adhered bacteria to be internalized.

Adhesion is indeed the initial step to establish an intimate contact with host cells and subsequently to invade the host cells, which is considered as an important role in colonization.⁹ In the oral cavity, adhesion ability prevents bacterial elimination by swallowing and provides a competitive advantage in the ecosystem.^{9,22} The oral environment, which is constantly changing, may affect the adhering properties of these bacteria. The pH of saliva is usually in the range of 6.5–7.4²³ but may vary due to many factors. Acidity can be increased by the consumption of acidic beverages. Moreover, production of acids by plaque bacterial glycolysis of dietary sugar or fermentable carbohydrate can also create an acidic condition, while an alkaline condition may result from the consumption of fruit or vegetables.²⁴

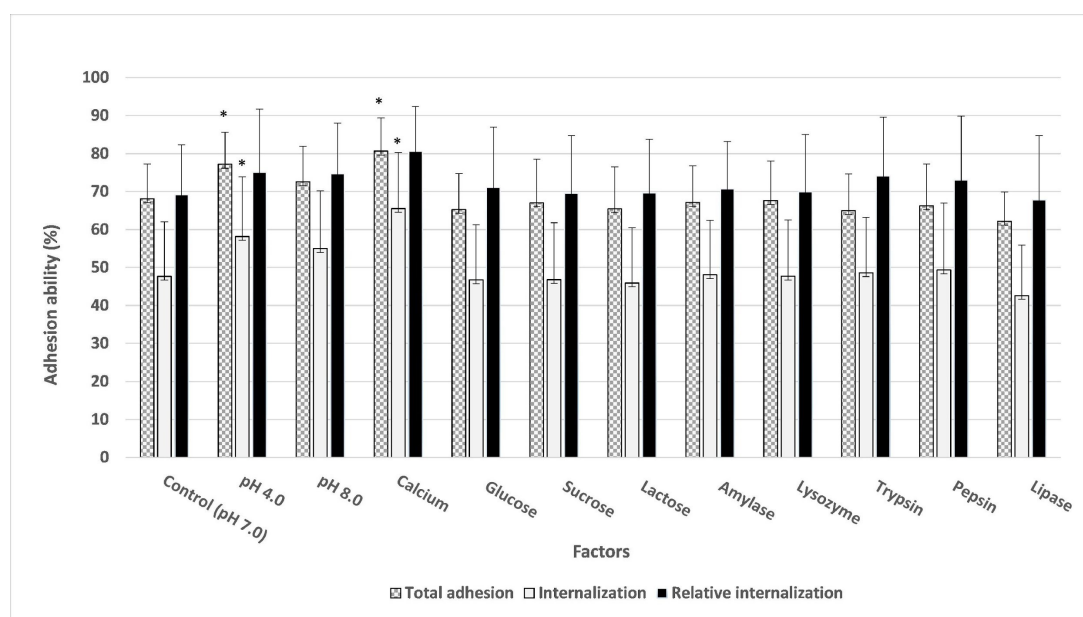


Figure 1 Effects of pH, calcium ions, sugars and enzymes on adhesion abilities of oral *L. fermentum* to H357 keratinocyte cells. Asterisks indicate a statistically significant difference of treatments in comparison to the control (* $p < 0.05$).

Similar findings were observed in other studies where the acidic pH condition increased the adhesion ability of the strains of *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* GG^{12,25} and *L. gasseri*²⁶, whereas the levels of adherence were relatively

consistent at basic pH.¹² That may explain how *L. fermentum* can survive under various acidic environments.^{18,26,27} However, our previous study reported that a basic condition (at pH 8.0) is able to increase the adhesion ability of the oral

L. gasseri strain.²⁶ The specific adhesive protein located on the surface of bacterial strains may play a role in adhesion characteristics. The transcriptomic analysis by Bang *et al.*²⁵ revealed that the adherent ability of the *L. rhamnosus* strain under acid stress at pH 4.5 was enhanced through the induction of pilus-specific adhesion protein located on the bacterial surface.

Calcium is one of the main components of saliva electrolytes, which influences the balance between demineralization and remineralization of the exposed tooth surfaces. In the oral cavity, its concentration depends on the saliva flow rate and consumption of food containing calcium.²⁸ In addition, calcium is an essential component of the host environment that plays an important role in the adhesion and colonization of bacteria. The involvement of calcium ions can influence electrostatic interactions, and provide an ionic bridge between bacterial surfaces and host epithelial cells.^{29,30,31} Calcium levels have been shown to regulate the invasion of bacteria that are entering a host.³¹

From these results, it can be implied that various oral and gastrointestinal tract conditions such as pH, ions, sugars and enzymes could not decrease and, in some way, increase the adhesion of *L. fermentum*, especially in the acidic condition and calcium treatment. These properties characterize a microorganism's adaptive capacity to establish and persist in the environment.⁹ Therefore, it is not surprising that *L. fermentum* strains are found predominantly in the oral cavity.⁴ This knowledge could be used to extrapolate or enhance the beneficial properties of this bacteria.

Factors affecting the aggregation ability

After 24 hours, the *L. fermentum* strain cells aggregation could be seen to be precipitated at the bottom of the tube at different amounts of sedimentation depending on the tested factors (Fig. 2). The autoaggregation and coaggregation abilities of *L. fermentum* when treated with pH, calcium ions, sugars and enzymes are shown in Figure 3. Autoaggregation was not significantly affected by any treatment, whereas coaggregation between *L. fermentum*

and *S. mutans* ATCC 25175™ was significantly reduced from 47.2 % to 34.0 % and 0.03 % after treatment with lactose ($p=0.008$) and lysozyme ($p<0.001$), respectively. It could be assumed that *L. fermentum* maintains their autoaggregation ability in diverse environments which leads to their potential to form a barrier to prevent the colonization of pathogenic bacteria to a host tissue.⁹ However, if these bacteria are under conditions with lactose and lysozyme, the coaggregation property with *S. mutans* may be reduced. The study of Park *et al.*³² showed similar results in that lactose treatment was able to inhibit coaggregation between *L. rhamnosus* and *S. mutans* by up to 97 % and suggested that the inhibition of lactose may be related to the function of lectin on the surface of *Streptococcus* leading to inhibit both of the aggregation and coaggregation abilities of the oral streptococci. In addition, *S. mutans* were inhibited by lysozyme resulting in bacterial lysis³³, which may explain the near inability of *S. mutans* to auto- and coaggregate.

For further studies, it would be interesting to investigate the effects of the factors to these abilities in microscopic aspects which need SEM or fluorescent microscopy to show the detail of aggregation in each group. Moreover, the molecular mechanisms underlying the physiological characteristics with respect to the adhesiveness of oral *L. fermentum* and their corresponding receptors in the host cells should be further evaluated.

In conclusion, the surface-bound proteins, polysaccharides and S-layer proteins were involved in the adhesion of oral *L. fermentum* strains to the keratinocyte oral epithelial cells, and only surface proteins component mediated their aggregation ability. All of the sugars and enzymes tested showed no effect on the adhesion and aggregation, except for lactose and lysozyme which decreased the coaggregation with *S. mutans*. These results imply that oral *L. fermentum* strains have adaptive traits to establish in the oral environment and have the ability to coaggregate with the cariogenic *S. mutans* in various physico-chemical conditions.

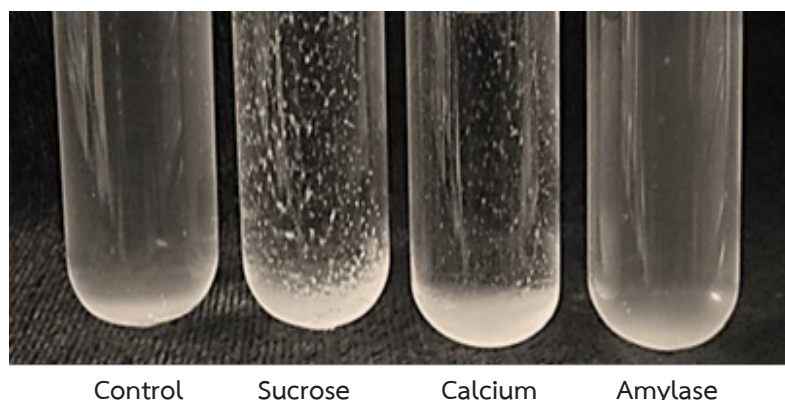


Figure 2 Macroscopic co-aggregation assays between *L. fermentum* and *S. mutans* ATCC 25175TM in various situations

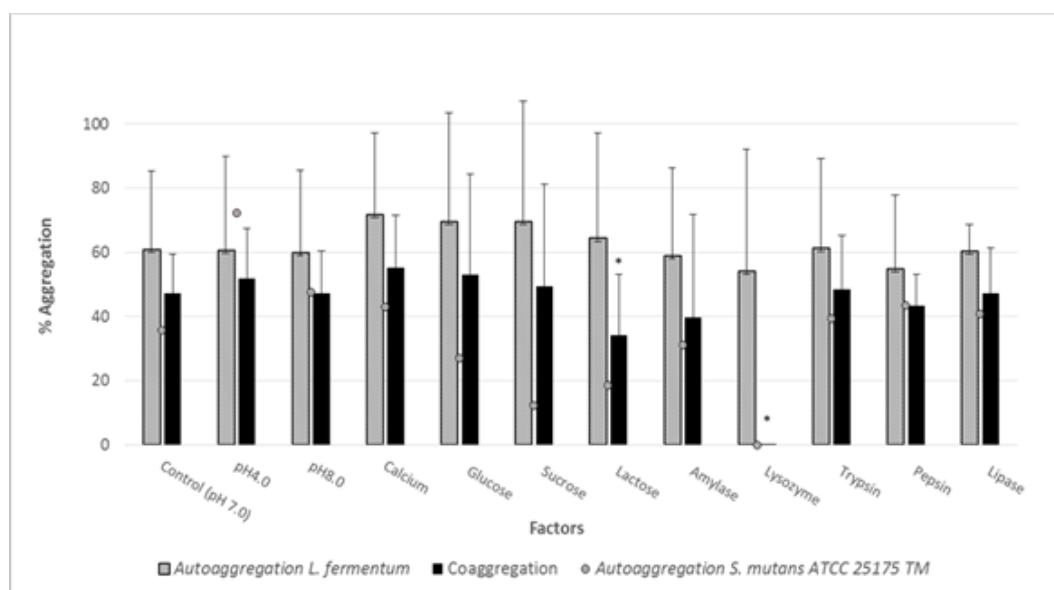


Figure 3 Effects of pH, calcium ions, sugars and enzymes on the autoaggregation abilities of *L. fermentum*, *S. mutans* ATCC 25175TM, and on the coaggregation between *L. fermentum* and *S. mutans* ATCC 25175TM. Asterisks indicate a statistically significant difference of treatments in comparison to the control (* $p < 0.05$).

Acknowledgements

This study was supported by the Graduate School, Prince of Songkla University. The authors would like to thank staff members at the Oral Microbiology Laboratory, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University for their help in facilitating the use of equipment.

References

- Sharma N, Bhatia S, Sodhi AS, Batra N. Oral microbiome and health. *AIMS Microbiol* 2018;4(1):42–66.
- Lamont RJ, Koo H, Hajishengallis G. The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nat Rev Microbiol* 2018;16(12):745–59.
- Kolenbrander PE, Andersen RN, Blehert DS, Egland PG, Foster JS, Palmer RJ. Communication among oral bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev* 2002;66(3):486–505.
- Piwat S, Teanpaisan R, Thitasomakul S, Thearmontree A, Dahlén G. Lactobacillus species and genotypes associated with dental caries in Thai preschool children. *Mol Oral Microbiol* 2010;25(2):157–64.
- Ahumada MC, Bru E, Colloca ME, López ME, Nader-Macías ME. Evaluation and comparison of lactobacilli characteristics in the mouths of patients with or without cavities. *J Oral Sci* 2003;45(1):1–9.
- Chung J, Ha ES, Park HR, Kim S. Isolation and characterization of Lactobacillus species inhibiting the formation of *Streptococcus mutans* biofilm. *Oral Microbiol Immunol* 2004;19(3):214–6.

7. Ishihara K, Miyakawa H, Hasegawa A, Takazoe I, Kawai Y. Growth inhibition of *Streptococcus mutans* by cellular extracts of human intestinal lactic acid bacteria. *Infect Immun* 1985;49(3):692–4.
8. Haukioja A. Probiotics and oral health. *Eur J Dent* 2010;4(3):348–55.
9. Stones DH, Krachler AM. Against the tide: the role of bacterial adhesion in host colonization. *Biochem Soc Trans* 2016;44(6):1571–80.
10. Tlaskalová-Hogenová H, Stepánková R, Hudcovic T, Tucková L, Cukrowska B, Lodinová-Zádníková R, *et al.* Commensal bacteria (normal microflora), mucosal immunity and chronic inflammatory and autoimmune diseases. *Immunol Lett* 2004;93(2-3):97–108.
11. Li Q, Liu X, Dong M, Zhou J, Wang Y. Aggregation and adhesion abilities of 18 lactic acid bacteria strains isolated from traditional fermented food. *Int J Agric Policy Res* 2015;3(2):84–92.
12. Greene JD, Klaenhammer TR. Factors involved in adherence of lactobacilli to human Caco-2 cells. *Appl Environ Microbiol* 1994;60(12):4487–94.
13. Yadav AK, Tyagi A, Kumar A, Saklani AC, Grover S, Batish VK. Adhesion of indigenous *Lactobacillus plantarum* to gut extracellular matrix and its physicochemical characterization. *Arch Microbiol* 2015;197(2):155–64.
14. Piwat S, Sophatha B, Teanpaisan R. An assessment of adhesion, aggregation and surface charges of *Lactobacillus* strains derived from the human oral cavity. *Lett Appl Microbiol* 2015;61(1):98–105.
15. Lang C, Böttner M, Holz C, Veen M, Ryser M, Reindl A, *et al.* Specific *Lactobacillus/Mutans* Streptococcus co-aggregation. *J Dent Res* 2010;89(2):175–9.
16. Kintarak S, Whawell SA, Speight PM, Packer S, Nair SP. Internalization of *Staphylococcus aureus* by human keratinocytes. *Infect Immun* 2004;72(10):5668–75.
17. Sengupta R, Altermann E, Anderson RC, McNabb WC, Moughan PJ, Roy NC. The role of cell surface architecture of lactobacilli in host-microbe interactions in the gastrointestinal tract. *Mediators Inflamm* 2013;2013:1–16.
18. Archer AC, Kurrey NK, Halami PM. In vitro adhesion and anti-inflammatory properties of native *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus delbrueckii* spp. *J Appl Microbiol* 2018;125(1):243–56.
19. Jensen H, Grimmer S, Naterstad K, Axelsson L. In vitro testing of commercial and potential probiotic lactic acid bacteria. *Int J Food Microbiol* 2012;153(1-2):216–22.
20. Baccigalupi L, Di Donato A, Parlato M, Luongo D, Carbone V, Rossi M, *et al.* Small surface-associated factors mediate adhesion of a food-isolated strain of *Lactobacillus fermentum* to Caco-2 cells. *Res Microbiol* 2005;156(7):830–6.
21. Mirabelli P, Coppola L, Salvatore M. model systems for medical research. *Cancers* 2019;11(8):1098.
22. Colloca ME, Ahumada MC, López ME, Nader-Macías ME. Surface properties of lactobacilli isolated from healthy subjects. *Oral Dis* 2000;6(4):227–33.
23. Pedersen AM, Bardow A, Jensen SB, Nauntofte B. Saliva and gastrointestinal functions of taste mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis* 2002;8(3):117–29.
24. Chifor I, Badea I, Chifor R, Popa D, Staniste L, Tarmure D, *et al.* Saliva characteristics, diet and carioreceptivity in dental students. *Clujul Med* 1957 2014;87(1):34–9.
25. Bang M, Yong CC, Ko HJ, Choi IG, Oh S. Transcriptional response and enhanced intestinal adhesion ability of *Lactobacillus rhamnosus* GG after acid stress. *J Microbiol Biotechnol* 2018;28(10):1604–13.
26. Plansangket L, Teanpaisan R, Piwat S. Factors influencing aggregation and adhesion of oral *Lactobacillus gasseri*. *WJST*. In press 2021.
27. Deepika G, Charalampopoulos D. Surface and adhesion properties of lactobacilli. *Adv Appl Microbiol* 2010;70:127–52.
28. Shannon IL, Feller RP. Parotid saliva flow rate, calcium, phosphorus, and magnesium concentrations in relation to dental caries experience in children. *Pediatr Dent* 1979;1(1):16–20.
29. Geesey GG, Wigglesworth-Cooksey B, Cooksey KE. Influence of calcium and other cations on surface adhesion of bacteria and diatoms: A review. *Biofouling* 2000;15(1-3):195–205.
30. Larsen N, Nissen P, Willats WGT. The effect of calcium ions on adhesion and competitive exclusion of *Lactobacillus* ssp. and *E. coli* O138. *Int J Food Microbiol* 2007;114(1):113–9.
31. King MM, Kayastha BB, Franklin MJ, Patrauchan MA. Calcium regulation of bacterial virulence. *Adv Exp Med Biol* 2020;1131:827–55.
32. Park Y, Queenan C, Calabro A, Leonardi D. Anti-aggregation potential of sugars against *Streptococcus mutans* in co-culture with *Lactobacillus rhamnosus*. *Microsc Microanal* 2012;18(S2):24–5.
33. de Andrade FB, de Oliveira JC, Yoshie MT, Guimarães BM, Gonçalves RB, Schwarcz WD. Antimicrobial activity and synergism of lactoferrin and lysozyme against cariogenic microorganisms. *Braz Dent J* 2014;25(2):165–9.

Treatment Preferences of Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: Questionnaire Survey among Dentists in Public Hospitals of Thailand

Chayapol Thumrongjaruwat², Busayarat Santiwong², Soranun Chantarangsu³, Pairoj Linsuwanont¹

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

²Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

³Department of Oral Pathology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

To investigate treatment preferences and factors influencing treatment decisions of vital permanent teeth with carious pulp exposure. An electronic questionnaire was randomly sent to dentists in public hospitals in Thailand. The questionnaire consisted of two parts; 1) four case scenarios with choices of treatment and 2) inquiry of individual participant data. The relationship of the treatment preferences and participants' background characteristics variables were statistically analyzed using the binary multivariable logistic regression analysis. The response rate of this study was 53.3 % (504 out of 1002 dentists). In teeth with reversible pulpitis, the majority of dentists preferred vital pulp therapy (75.8 %), especially direct pulp capping (61.2 %). Pulpectomy (>70 %) was the treatment of choice for teeth with symptomatic irreversible pulpitis. There was no uniform treatment preference of symptomatic immature tooth: apexification (40.8 %), vital pulp therapy (32.2 %) and reference to a specialist (26.9 %). Dentists with postgraduate education preferred vital pulp therapy to apexification in symptomatic immature teeth. In teeth with symptomatic irreversible pulpitis, dentists without experience of root canal treatment on molar teeth preferred to refer cases to a specialist for further treatment. Treatment decisions have been influenced by clinical signs and symptoms and stage of root development. Various factors from participants including age, gender, clinical experiences and postgraduate education affected decision making. Clinical practice guidelines of vital immature tooth with carious pulp exposure is needed to assist dentists in making decisions about appropriate treatment.

Keywords: Carious pulp exposure, Questionnaire survey, Vital pulp therapy

Received Date: Sep 30, 2020

Revised Date: Oct 26, 2020

Accepted Date: Jan 26, 2021

Doi: 10.14456/jdat.2021.20

Correspondence to:

Pairoj Linsuwanont, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri Dunant Road, Patumwan, Bangkok 10330, Thailand. Tel: 02-218-8795 Email: linspairoj@gmail.com

Ethical approval: This study was approved by the Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU 2018-078). All authors have contributed significantly in the methodology design, conduction of experiments, data analysis and preparation of the manuscript.

Introduction

Management of vital permanent teeth with carious pulp exposure is controversial. Traditionally, pulpectomy has been considered as a reliable treatment providing high successful outcomes.¹ However, the complete removal of vital pulp tissue causes the loss of the proprioception function resulting in the higher incidence of tooth and/or root fracture of endodontically treated teeth in comparison to vital teeth.² Alternatively, vital pulp therapy, namely direct pulp capping, partial pulpotomy, or full pulpotomy has been shown to provide successful outcomes in vital permanent teeth with carious pulp exposure.³

The concept of vital pulp therapy involves the removal of the inflamed pulp and applying the biocompatible material on the remaining pulp to promote pulpal healing. Case selection is a critical factor influencing treatment outcomes of vital pulp therapy. Clinical signs and symptoms have been suggested as one of the indicative parameters to evaluate the reversible or irreversible status of the pulp.⁴ The correlation between clinical diagnosis and histologic findings in teeth with carious pulp exposure was illustrated by Ricucci and co-workers.⁵ Spontaneous pain and prolonged pain to thermal stimulus indicate irreversible pulpitis, and brief sensitivity to thermal stimulus indicates reversible pulpitis. Currently, the European Society of Endodontology statement of the management of deep caries and exposed pulp illustrated that vital pulp therapy is recommended in carious-pulp-exposed teeth with either no symptoms or symptoms of reversible pulpitis. It is not considered as a treatment of choice for teeth with irreversible pulpitis.⁶ However, clinical signs and symptoms of irreversible pulpitis should not be considered as the contraindication of vital pulp therapy as the demonstration of highly successful outcomes by several studies.⁷⁻⁹

A questionnaire survey is an effective tool to collect information from a large group of a targeted population. Especially, where controversy exists, the collected information reveals the extent of the differences and the preferences of the participants. Several survey studies showed variations

of treatment decisions of vital permanent teeth with carious pulp exposure.¹⁰⁻¹⁴ Treatment preferences were different among studies regarding management of teeth with symptoms of reversible pulpitis.¹⁰⁻¹³ Moreover, to the best of our knowledge, there has been no survey study done investigating the treatment preferences of symptomatic immature teeth with carious pulp exposure.

This study aimed to investigate treatment preferences of vital permanent teeth with carious pulp exposure among dentists in public hospitals of Thailand. The effects of clinical signs and symptoms, the stage of root development and the presence of periapical radiolucency on treatment decisions were examined. In addition, the relationship of treatment preferences and participants' background characteristics were analyzed to reveal factors influencing treatment decisions.

Materials and methods

This study used a web-based questionnaire to investigate treatment preferences of dentists in the public hospitals of Thailand for vital permanent teeth with carious pulp exposure. The questionnaire was developed and tested for its content validity on general dentists, endodontists (dentists with endodontic clinical training) and lecturers from the Department of Community Dentistry, Chulalongkorn University. The Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University granted the approval on this questionnaire survey (HREC-DCU 2018-078).

In order to obtain the overview perception of dentists in public hospitals in all four regions of Thailand, four provinces from each region of Thailand were randomly selected. A total of sixteen provinces were randomly chosen. Due to the privacy policy, the list of the dental practitioners' email addresses could not be obtained. The head of the public health officers of each selected province were contacted by phone, and were asked to distribute the web-based questionnaire via email to the targeted dentists. Two weeks later, in order to remind non-respondents,

the web-based questionnaires were resent to all targeted dentists with the message “Please complete the questionnaire only if you did not respond to the first survey”. A total of 1002 dentists in 16 provinces were included in this study.

On the cover page of the questionnaire, the purposes and expected benefits of the study were clearly stated as well as, detailed instructions on how to complete the questionnaire, the assurance to protect participants’ anonymity and the contact details of the researcher (for

further inquiry). An electronic questionnaire was constructed in Google Form and consisted of two parts; 1) four case scenarios of vital permanent teeth with carious pulp exposure with choices of treatment 2) inquiry of individual participant data. Four case scenarios were designed to investigate the effect of three factors, namely; 1) Clinical symptoms (reversible pulpitis and irreversible pulpitis), 2) Stage of root development (immature root) and 3) Presence of periapical radiolucency, on the treatment decisions. (Fig. 1)

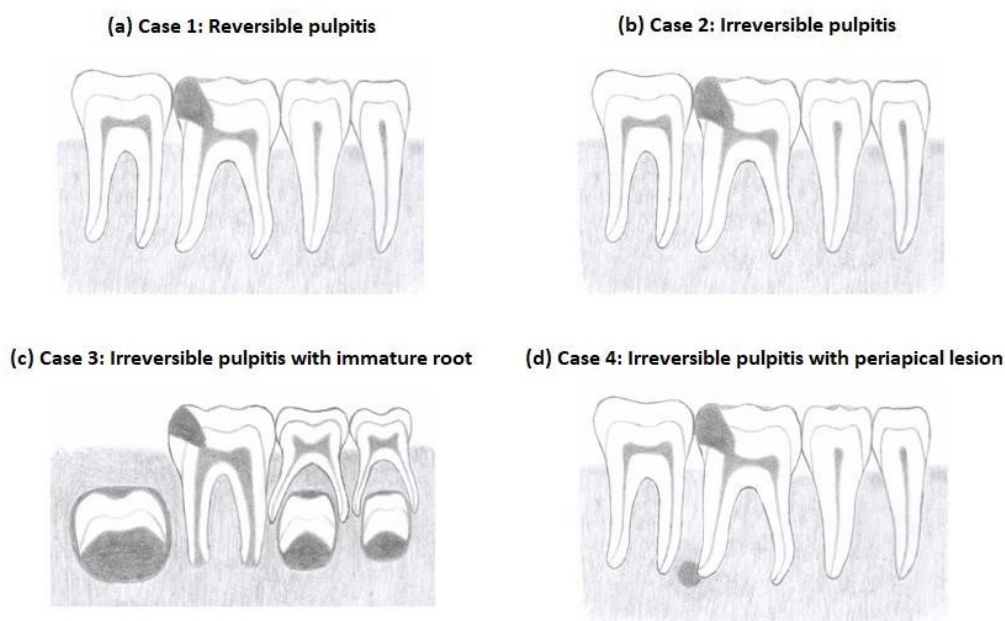


Figure 1 Case drawings of simulated radiographs for four case scenarios

Four different simulated clinical cases of lower right first molar with carious pulp exposure including the details of dental history, patients’ chief complaints, clinical signs and symptoms and radiographic findings were illustrated. The diagnosis of each case is listed: Case 1. Reversible pulpitis with normal periapical, Case 2. Symptomatic irreversible pulpitis with normal periapical, Case 3. Symptomatic irreversible pulpitis with normal periapical, Case 4. Symptomatic irreversible pulpitis with symptomatic apical periodontitis. Treatment procedures namely; direct pulp capping, partial pulpotomy, full pulpotomy, pulpectomy (or apexification in immature tooth), and reference to specialists were listed. The participants were asked to choose one treatment procedure for each case. In the second part of the questionnaire, participants

were asked for the following information: gender, age, experiences in dental practice, postgraduate education and experience in root canal treatment of molar teeth.

Statistical methods

Collected data from Google Form were statistically analyzed using the SPSS program version 23 (IBM SPSS Statistics 23, IBM knowledge center). Descriptive statistics was performed to analyze the participants’ background characteristics and the frequency of treatment decisions of each case. Treatment procedures of each case were categorized into three groups namely vital pulp therapy group (inclusive of direct pulp capping, partial pulpotomy and full pulpotomy), pulpectomy (or apexification in immature tooth) group and refer to specialists group for statistics analysis. The relationship of the treatment preference

and participants' background characteristics variables were statistically analyzed. The Chi-square test was used to find out which participants variables influenced treatment preferences. Only the variables which showed the statistically significant value (from Chi-square test) were chosen as independent variables for the binary multivariable logistic regression analysis. A significant level at $p < 0.05$ and a 95% confidence interval were set in this study.

Results

A total of 534 of 1002 dentists completed the questionnaires, which provided the response rate of 53.3 %. Of these, 171 dentists responded to the first round of the survey (first response rate = 17.1 %), and 363 dentists responded at the second round (second response rate = 36.2 %). The summary of the background characteristics of the participants is presented in Table 1.

Table 1 Descriptive data of participants

Participants factors	No. of participants	%
Gender		
Male	174	32.6 %
Female	360	67.4 %
Age		
≤ 40-year-old	466	87.3 %
> 40-year-old	68	12.7 %
Year in practice		
1-10 yrs	383	71.7 %
≥ 11 yrs	151	28.3 %
Education qualification		
Bachelor	356	66.7 %
Postgraduate education	178	33.3 %
Experience in root canal therapy of molar teeth		
Yes	332	62.2 %
No	202	37.8 %

The majority of the respondents were female (67.4 %), dentists with the age of less than 40 years-old (87.3 %) and dentists with more than 10 years of experience (71.7 %). Most of the respondents were general practitioners

without postgraduate education (66.7 %) and had experience of root canal treatment in molar teeth (62.2 %).

The summary of treatment preferences of each case is presented in Table 2.

Table 2 Treatment preferences of four simulated clinical cases

	Vital pulp therapy				Pulpectomy or Apexification in immature teeth	Refer to specialists
	Direct pulp capping	Partial pulpotomy	Full pulpotomy	Sum of Vital pulp therapy		
Case 1:	327	67	11	405	86	43
Reversible Pulpitis	(61.2%)	(12.5%)	(2.1%)	(75.8%)	(16.2%)	(8.0%)
Case 2:	9	32	26	67	375	92
Irreversible pulpitis	(1.7%)	(6.0%)	(4.9%)	(12.6%)	(70.2%)	(17.3%)
Case 3 :	10	96	66	172	218	144
Irreversible pulpitis in immature tooth	(1.9%)	(18.0%)	(12.4%)	(32.2%)	(40.8%)	(26.9%)
Case 4:	0	1	3	4	434	96
Irreversible pulpitis with PA lesion	(0%)	(0.2%)	(0.6%)	(0.8%)	(81.2%)	(18.0%)

For case 1 (teeth with clinical signs and symptoms of reversible pulpitis), vital pulp therapy was the treatment of choice (75.8 %), and direct pulp capping was the most selected treatment procedure (61.2 %). In mature teeth with clinical signs and symptoms of symptomatic irreversible pulpitis with or without periapical radiolucency (case 2 and 4), participants preferred pulpectomy (>70 %) to vital pulp therapy (18 %). There was no uniform treatment preference of an immature tooth with clinical signs and symptoms of symptomatic irreversible pulpitis (case 3). Treatment preferences could be divided into apexification (40.8 %), vital pulp therapy (32.2 %) and reference to a specialist (26.9 %).

For statistical analysis, treatment decisions were categorized into three groups namely, vital therapy group, pulpectomy (or apexification in immature teeth) group and refer to specialists group. The binary logistic regression analysis of the relationship between the participant factors

and treatment decisions are shown in Table 3A, B. In case of reversible pulpitis (case 1), young female dentists (age of less than 40-year-old), dentists with less than 10-year-clinical-experience and dentists without experience in root canal treatment in molar teeth preferred vital pulp therapy to pulpectomy. Interestingly, though pulpectomy was the most preferred treatment in case of symptomatic irreversible pulpitis (case 2), dentists with less than 10-year-clinical-experience preferred vital pulp therapy to pulpectomy. In teeth with immature roots with clinical signs and symptoms of symptomatic irreversible pulpitis (case 3), participants with postgraduate education preferred vital pulp therapy to apexification, and general dentists preferred to refer cases to specialists for further treatment. In all four cases, participants with no experience in root canal treatment in molar teeth preferred to refer cases to specialists for further treatment rather than performing pulpectomy/apexification by themselves.

Table 3A Multivariable binary logistic regression analysis of participants' background characteristics variables on treatment preferences of case 1

Case 1	VPT vs RCT		VPT vs Refer		RCT vs Refer	
Factors	OR (95% CI)	p-Value	OR (95% CI)	p-Value	OR (95% CI)	p-Value
Gender						
Male	1.75 (1.04-2.94)	0.034*	1.10 (0.56-2.17)	0.763	1.000	
Female	1.00		1.00		1.46 (0.63-3.38)	0.368
Age						
≤40 yrs	1.00		1.21 (0.34-4.30)	0.766	2.75 (0.71-10.62)	0.142
≥40yrs	2.16 (1.07-4.39)	0.030*	1.00		1.00	
Year in practice						
<10yrs	1.00		1.00		2.74 (1.02-7.32)	0.044*
≥10yrs	4.07 (2.20-7.53)	<0.001*	1.54 (0.67-3.50)	0.302	1.00	
Experience in RCT molar						
Yes	1.99 (1.21-3.53)	0.019*	1.00		1.00	
No	1.00		1.18 (0.62-2.230)	0.600	2.85 (1.21-6.68)	0.016*

VPT vital pulp therapy, RCT root canal treatment, Refer refer to specialists

OR odds ratio, CI confidence interval, * p<0.05

Table 3B Multivariable binary logistic regression analysis of participants' background characteristics variables on treatment preferences of case 2, 3

Case 2	RCT vs VPT		RCT vs Refer		VPT vs Refer	
Factors	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value
Year in practice						
<10yrs	3.23 (1.47-7.08)	0.003*	1.00		1.00	
≥10yrs	1.00		1.38 (0.81-2.36)	0.228	5.00 (1.98-12.6)	0.001*
Experience in RCT molar						
Yes	1.00 (0.56-1.76)	0.9969	1.00	<0.001*	1.00	<0.001*
No	1.00		5.19 (3.12-8.61)		4.68 (2.29-9.57)	
Case 3	Apexification vs VPT		Apexification vs Refer		VPT vs Refer	
Factors	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value
Education						
Bachelor	1.00		1.00		1.69 (1.05-2.73)	0.031*
Higher degree	2.36 (1.54-3.63)	<0.001*	1.26 (0.79-2.04)	0.324	1.00	
Experience in RCT molar						
Yes	1.23 (0.79-1.92)	0.346	1.00		1.00	
No	1.00		2.08 (1.35-3.20)	0.001*	2.57 (1.60-4.11)	<0.001*

VPT vital pulp therapy, RCT root canal treatment, Refer refer to specialists

OR odds ratio, CI confidence interval, * $p < 0.05$

Table 3C Multivariable binary logistic regression analysis of participants' background characteristics variables on treatment preferences of case 4

Case 4	RCT vs VPT		RCT vs Refer		VPT vs Refer	
Factors	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value	OR (95% CI)	<i>p</i> -Value
Experience in RCT molar						
Yes	1.36 (0.14-13.39)	0.526	1.00	<0.001*	1.00	0.196
No	1.00		3.36 (2.11-5.35)		4.64 (0.45-47.55)	

VPT vital pulp therapy, RCT root canal treatment, Refer refer to specialists

OR odds ratio, CI confidence interval, * $p < 0.05$

Discussion

Web-based questionnaire survey has been considered as an effective and economical tool to collect information from a large group of targeted participants.¹⁵ One of the uncontrollable factors of the web-based survey is the response of the participants. In order to increase the response rate to the present study, the electronic questionnaires were sent twice. The response rate of this survey was 53.3 % (534 out of 1002 dentists), which was comparable with other survey studies (the response rate ranging from 28 % to 56 %).^{10,11,13,14} Since data protection guidelines prohibited the self-identification of respondents, comparison of demographic data between responders and non-responders was not possible in this study. The effect of missing data from a non-responder is unpredictable, and is considered as a limitation for the interpretation of the results of this study.

The decision-making process consists of three phases: diagnosis, decision about intervention and the selection of a treatment.¹⁶ All dentists may not make the same decision when faced with the same clinical situation, especially where there is uncertainty or disagreement concerning the most effective approaches for treatment.¹⁶ Logically, the accuracy of the diagnosis can be influenced by the clinical skills and knowledge of the clinicians. An understanding of the disease, knowledge of the current concept of treatment, and the clinical skills and the experiences including the attitude of the practitioners may all influence the selection of treatment procedures. This illustrates the complexity of influence factors on treatment

decisions, which is difficult to simulate in a questionnaire. Moreover, the provided data in the questionnaire is the one-way message from the researcher to the participants, which is different from two-way communication between clinicians and patients in clinical practices. To assure accurate diagnosis and proper treatment procedure in clinical practice, dentists can perform additional tests and discuss treatment options with patients. It is possible that treatment decisions from the survey questionnaires may not be identical to the clinical decisions. Therefore, interpretation of the survey data should be performed with caution. In this study, the rationale to divide responders into various groups was to classify responders into skillful, experienced, level of education and knowledge-updated groups. The selected range of numbers were based on the authors' assumption. Interpretation of the results should be based on this limitation.

Factor of clinical signs and symptoms on treatment decisions

The management of vital permanent mature teeth with carious pulp exposure is controversial. According to the survey studies, when pulp exposure was indicated in restorable vital permanent teeth, treatment decisions have been mainly divided into vital pulp therapy and pulpectomy.^{10,12,13} One critical factor influencing treatment decisions is the presence of clinical symptoms. The summary of treatment preferences of teeth with carious pulp exposure with different clinical signs and symptoms are presented in Table 4.^{10-14,17}

Table 4 Summary of treatment preferences of cases with different clinical signs and symptoms from survey studies

Studies (references)	Asymptomatic	Reversible	Irreversible
Schwendicke <i>et al.</i> , 2012 ¹⁷	DPC 75%		
Frisk <i>et al.</i> , 2013 ¹¹	DPC 66%	DPC 3%	
	Pulpectomy 17%	Partial pulpotomy 6%	
Stangvaltaite <i>et al.</i> , 2013 ¹³	DPC 51%	Pulpectomy 91%	
	Partial pulpotomy 7%		
	Pulpectomy 42%		
Stangvaltaite <i>et al.</i> , 2017 ¹⁴	DPC 68-93%		
	Partial pulpotomy 0.7-10%		
	Pulpectomy 7-22%		

Table 4 Summary of treatment preferences of cases with different clinical signs and symptoms from survey studies (cont.)

Studies (references)	Asymptomatic	Reversible	Irreversible
Koopaei <i>et al.</i> , 2017 ¹²	DPC 61% Partial pulpotomy 11% Pulpectomy 28%	DPC 4% Partial pulpotomy 17% Pulpectomy 79%	
Croft <i>et al.</i> , 2018 ¹⁰	DPC 65% Pulpectomy 26%	DPC 42% Pulpectomy 43%	DPC 3% Pulpectomy 94%

DPC Direct pulp capping

Koopaei *et al* 2017¹² pulp exposure with symptoms (not mentioned whether reversible or irreversible pulpitis)

In asymptomatic vital permanent teeth with carious pulp exposure, the survey studies showed that direct pulp capping was the preferred treatment.^{10-14,17} Controversy exists in carious-exposed pulp teeth with clinical signs and symptoms of reversible pulpitis. Croft and coworkers showed indifference of treatment preferences between direct pulp capping (42 %) and pulpectomy (43 %).¹⁰ In contrast, pulpectomy was the most preferred treatment (91 %) in the study by Stangvaltaite and coworkers.¹³ In the present study, vital pulp therapy (76 %), especially direct pulp capping (61 %), was the preferred treatment. In cases of teeth with clinical signs and symptoms of irreversible pulpitis regardless of the presence of radiolucency, the most selected treatment was pulpectomy as shown in this study and the study by Croft and coworkers.¹⁰

Analyzing respondents' factors on treatment decisions showed that gender, age, years in practice, experience in root canal treatment in molar teeth and postgraduate education influenced the treatment decisions. Young female dentists (less than 40 years old) preferred the conservative treatment of vital pulp therapy in teeth with clinical signs and symptoms of reversible pulpitis. Similar to Frisk and coworkers, female gender and age group 25-49 years were predictive factors of selection of less invasive treatment options.¹¹ In the present study, in cases of irreversible pulpitis, dentists without experience of root canal treatment in molar teeth preferred to refer cases to a specialist for further treatment. Dentists may be concerned about the difficulty of pulpectomy in molar teeth with complex root canal anatomy. Interestingly, though pulpectomy was the most preferred treatment in case of

symptomatic irreversible pulpitis, dentists with less than ten years of clinical experience preferred vital pulp therapy to pulpectomy. The possible reasons may be the attitude of dentists preferring less invasive treatment and /or to avoid the difficulty of pulpectomy in molar teeth.

Several survey studies showed various factors influencing treatment decisions in teeth with carious pulp exposure.¹⁰⁻¹⁴ The outcome expectation and easy procedure were the main reasons for Norwegian dentists to choose direct pulp capping over pulpectomy in asymptomatic teeth with pulp exposure.^{13,14} In the same study, dentists who had access to knowledge on current evidence preferred vital pulp therapy to pulpectomy.^{13,14} Interestingly, Koopaei and coworkers showed that the majority of endodontists (71 %) chose treatment options recommended by clinical research, in comparison with only 45 % of general dentists. Moreover, patients' attitude and the need for further restoration were important factors in the treatment decision-making process.¹²

Factor of the stage of root development on treatment decisions

Literature search showed the lack of survey study investigating treatment preferences of vital immature teeth with carious pulp exposure. This study did not survey the treatment preferences of immature teeth with clinical signs and symptoms of reversible pulpitis. The authors assumed that vital pulp therapy may be the treatment of choice because of the high healing capability of the immature teeth, which can be considered as a flaw of this study. The present study showed that treatment preferences of a symptomatic immature tooth could be divided into

apexification (40.8 %), vital pulp therapy (32.2 %) and reference to a specialist (26.9 %). The variations of treatment preferences may be partly from the lack of consensus clinical guideline on treatment of symptomatic immature teeth with pulp exposure. Interestingly, participants with postgraduate education preferred vital pulp therapy to apexification. The possible reasons could be the better understanding of pulp biology in response to caries and access to current clinical research. In this study, general dentists and dentists without experience in root canal treatment in molar teeth preferred to refer cases to specialists for further treatment. The respondents may not be confident on “which treatment procedure should be selected?” and/or “How to perform the selected treatment”.

Current evidence of vital pulp therapy in vital permanent teeth with carious pulp exposure

To date, evidence from clinical studies⁷⁻⁹ and a systematic review^{3,18-20} illustrate the successful outcome of vital pulp therapy on vital permanent teeth with carious pulp exposure. Randomized controlled trial studies showed successful outcome of direct pulp capping⁸ and partial pulpotomy^{21,22} in vital permanent teeth with clinical signs and symptoms of reversible pulpitis. Recently, the European Society of Endodontology (ESE) published a statement on management of deep caries and exposed pulp. Vital pulp therapy is indicated in vital permanent teeth with carious pulp exposure which exhibit either no symptom or clinical signs and symptoms of reversible pulpitis.⁶

The concept of vital pulp therapy involves the elimination of pulpal inflammation and applying biocompatible material on the remaining pulp to promote pulpal healing. Routinely, pulpal diagnosis relies on the clinical signs and symptoms of the affected tooth. In cases of irreversible pulpitis, the histological examination showed the variations of the extent of pulp inflammation from a small localized area underneath caries to large area of coronal pulp and extending into radicular pulp.⁵ Logically, in some cases with localized inflammation, if the localized inflamed pulp is removed, the remaining healthy pulp is capable of healing. Several studies reported the

successful outcome of pulpotomy in vital permanent teeth with irreversible pulpitis.^{7,23,24} The ESE statement suggests that better long-term prospective randomized data is required before suggesting pulpotomy as the treatment of choice. At this stage, pulpotomy can be performed in teeth with clinical signs and symptoms of irreversible pulpitis only if 1) an aseptic technique is applicable, and 2) in cases where there is partial irreversible pulpitis in the coronal pulp.⁶

A systematic review showed a highly successful outcome (the weighted pooled success of >90%) of vital pulp therapy in immature permanent teeth with carious pulp exposure.³ The expected benefit of further root development as called apexogenesis highlights the advantage of vital pulp therapy over apexification. Case selection has been considered as a critical factor influencing treatment outcome. Most studies limited vital pulp therapy for asymptomatic immature teeth or immature teeth with reversible pulpitis.²⁵⁻²⁷ Ricucci and coworkers illustrated that immature teeth with reversible pulpitis showed histological features almost similar to normal teeth in the root canal and the apical region. Those with irreversible pulpitis showed inflammatory reaction in the pulp chamber and/or minor areas of necrosis and bacterial colonization, the absence of odontoblasts on the large area of the canal walls and extremely reduced cellularity of the apical papilla.²⁸ Traditionally, if the pulp is severely inflamed resulting in the incapability of pulpal healing, apexification or revascularization is indicated. However, several studies demonstrated that pulpotomy in immature permanent teeth with irreversible pulpitis could be successful.^{7,24,29,30} For a better understanding of the treatment outcomes of vital pulp therapy in symptomatic immature teeth with carious pulp exposure, more good quality clinical studies is needed.

Conclusion

There is no uniform treatment preference of vital permanent teeth with carious pulp exposure. Treatment decisions were influenced by clinical signs and symptoms, and the stage of root development. Various factors from dentists including age, gender, clinical experiences and

postgraduate education affected their decision making. Clinical practice guidelines of vital immature teeth with carious pulp exposure is needed to assist dentist decisions about appropriate treatment.

References

- Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 2008;41(1):6-31.
- Caplan DJ, Cai J, Yin G, White BA. Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* 2005;65(2):90-6.
- Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod* 2011;37(5):581-7.
- Glickman GN. AAE consensus conference on diagnostic terminology: background and perspectives. *J Endod* 2009;35(12):1619-20.
- Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* 2014;40(12):1932-9.
- Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;52(7):923-34.
- Linsuwanont P, Wimonutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment outcomes of mineral trioxide aggregate pulpotomy in vital permanent teeth with carious pulp exposure: the retrospective study. *J Endod* 2017;43(2):225-30.
- Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Na Lampang S, Srisuwan T, Sastraruji T, et al. Outcomes of direct pulp capping by using either ProRoot mineral trioxide aggregate or Biodentine in permanent teeth with carious pulp exposure in 6- to 18-year-old patients: A randomized controlled trial. *J Endod* 2018;44(3):341-8.
- Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017;43(9):1417-21.
- Croft K, Kervanto-Seppala S, Stangvaltaite L, Kerosuo E. Management of deep carious lesions and pulps exposed during carious tissue removal in adults: a questionnaire study among dentists in Finland. *Clin Oral Investig* 2019;23(3):1271-80.
- Frisk F, Kvist T, Axelsson S, Bergenholtz G, Davidson T, Mejare I, et al. Pulp exposures in adults--choice of treatment among Swedish dentists. *Swed Dent J* 2013;37(3):153-60.
- Koopaei MM, Inglehart MR, McDonald N, Fontana M. General dentists', pediatric dentists', and endodontists' diagnostic assessment and treatment strategies for deep carious lesions: A comparative analysis. *J Am Dent Assoc* 2017;148(2):64-74.
- Stangvaltaite L, Kundzina R, Eriksen HM, Kerosuo E. Treatment preferences of deep carious lesions in mature teeth: Questionnaire study among dentists in Northern Norway. *Acta odontol Scand* 2013;71(6):1532-7.
- Stangvaltaite L, Schwendicke F, Holmgren C, Finet M, Maltz M, Elhennawy K, et al. Management of pulps exposed during carious tissue removal in adults: a multi-national questionnaire-based survey. *Clin Oral Investig* 2017;21(7):2303-9.
- Hardigan PC, Succar CT, Fleisher JM. An analysis of response rate and economic costs between mail and web-based surveys among practicing dentists: a randomized trial. *J Community Health* 2012;37(2):383-94.
- Bader JD, Shugars DA. Variation in dentists' clinical decisions. *J Public Health Dent* 1995;55(3):181-8.
- Schwendicke F, Meyer-Lueckel H, Dorfer C, Paris S. Attitudes and behaviour regarding deep dentin caries removal: a survey among German dentists. *Caries Res* 2013;47(6):566-73.
- Elmsmari F, Ruiz XF, Miro Q, Feijoo-Pato N, Duran-Sindreu F, Olivieri JG. Outcome of partial pulpotomy in cariously exposed pulp in posterior permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2019;45(11):1296-306.e3.
- Li Y, Sui B, Dahl C, Bergeron B, Shipman P, Niu L, et al. Pulpotomy for carious pulp exposures in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2019;84:1-8.
- Lin LM, Ricucci D, Saoud TM, Sigurdsson A, Kahler B. Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Aust Endod J* 2020;46(1):154-66.
- Chailertvanitkul P, Paphangkorakit J, Sooksantisakoonchai N, Pumas N, Pairojamornyoot W, Leela-Apiradee N, et al. Randomized control trial comparing calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate for partial pulpotomies in cariously exposed pulps of permanent molars. *Int Endod J* 2014;47(9):835-42.
- Kang CM, Sun Y, Song JS, Pang NS, Roh BD, Lee CY, et al. A randomized controlled trial of various MTA materials for partial pulpotomy in permanent teeth. *J Dent* 2017;60:8-13.
- Asgary S, Eghbal MJ, Bagheban AA. Long-term outcomes of pulpotomy in permanent teeth with irreversible pulpitis: A multi-center randomized controlled trial. *Am J Dent* 2017;30(3):151-5.
- Caliskan MK. Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *Int Endod J* 1995;28(3):172-6.
- Barthel CR, Rosenkranz B, Leuenberg A, Roulet JF. Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod* 2000;26(9):525-8.
- El-Meligy OA, Avery DR. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as pulpotomy agents in young permanent teeth (apexogenesis). *Pediatr Dent* 2006;28(5):399-404.
- Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Al Mushayt A. Clinical assessment of mineral trioxide aggregate (MTA) as direct pulp capping in young permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2006;31(2):72-6.
- Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Loghin S, Lin LM. Pulp and apical tissue response to deep caries in immature teeth: A histologic and histobacteriologic study. *J Dent* 2017;56:19-32.
- Teixeira LS, Demarco FF, Coppola MC, Bonow ML. Clinical and radiographic evaluation of pulpotomies performed under intrapulpal injection of anaesthetic solution. *Int Endod J* 2001;34(6):440-6.
- Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ. Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc* 2006;137(5):610-8.

Digital Panoramic Radiographic Indices Correlated with BMD Status

Net-nada Chongruangsri¹, Pornchai Jansisyanont¹, Vannaporn Chuenchompoonut², Tanawat Amphansap³, Nitirat Stitkitti³

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

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

³Department of Orthopedics, Police General Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

This study aimed to investigate the correlation between panoramic radiographic indices and osteoporosis, and determine whether digital panoramic radiographs could be used as a screening tool for the diagnosis of osteoporosis in Thai postmenopausal women. This was a cross-sectional study of sixty Thai postmenopausal women with and without osteoporosis. The participants were divided into three groups based on a diagnosis of their bone mineral density (BMD) by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA): normal, osteopenia, and osteoporosis equally in each group. Panoramic radiographic indices measured are mental index (MI) and mandibular cortical index (MCI). The Pearson's correlation test was performed to analyze the correlation among MI, MCI, and BMD t-score. To determine the ability of the indices, to classify disease and investigate the cut-off value of MI for diagnosis of osteoporosis, the receiver operating characteristic analysis was performed. The *P* value was set at 0.05. From this study, it was found that MCI were significant differences between the three groups ($p < 0.001$). There were correlations between panoramic radiographic indices and BMD in the regions of the hip bone and the lumbar spine. MI was positively correlated with BMDs: lumbar spine: $r = 0.566$, femoral neck: $r = 0.554$, and total hip: $r = 0.524$ ($p < 0.001$). MCI was negatively correlated with BMDs: lumbar spine: $r = -0.514$, femoral neck: $r = -0.507$, total hip: $r = -0.513$ ($p < 0.001$). The cut-off value of MI for the reduced skeletal BMD groups (both osteopenia and osteoporosis groups) was 3.9 mm and for the diagnosis of osteoporosis was 3.8 mm. The results of this study suggest that MI and MCI can be used as a screening tool for the diagnosis of osteoporosis in Thai postmenopausal women.

Keywords: Bone mineral density, Osteoporosis, Panoramic

Received Date: Oct 27, 2020

Revised Date: Nov 12, 2020

Accepted Date: Jan 26, 2021

Doi: 10.14456/jdat.2021.21

Correspondence to:

Pornchai Jansisyanont, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Rd. Pathum Wan Bangkok 10330 Tel: +662218-8581 Fax: +662218-8581 Email: jpornchai@hotmail.com

Introduction

Osteoporosis is a disease characterized by low bone mass and structural deterioration of bone tissue which leads to bone fragility and increases the risk of fractures in the hip, spine, and wrist. Men, as well as women, are affected by osteoporosis that are preventable and treatable. Osteoporosis is considered as a silent disease because bone loss occurs without symptoms or signs. When bones are weak, a sudden strain, bump, or fall can cause a hip to fracture or a vertebra to collapse. Collapsed vertebrae may initially be felt or seen in the form of loss of height.¹

Osteoporosis causes more than 8.9 million fractures annually. In 2000, there were an estimated 9 million new osteoporotic fractures, of which 1.6 million were at the hip, and 1.4 million were clinical vertebral fractures. Following the hip fractures, up to 20 % of patients died in the first year, mostly due to pre-existing medical conditions. Less than half of those who survived a hip fracture regained their previous level of function.²

Osteoporosis is also considered as a public health problem in Thailand. Surveys (2008, 2011) on the prevalence of osteoporosis in Thai females at Thai governmental hospitals and in communities in every region in the country indicated that an estimated 20 % of females aged more than 40 years old would have lumbar spine osteoporosis and 12 % would have femoral neck osteoporosis. Hip fracture was a common osteoporotic fracture with the most clinical complications. During the first year after hip fracture, the average death rate was 21.1 %; 9.3 times higher than that of the general population. Increased hip fracture incidence in Thailand in 2025 and 2550 are expected to equal 34,246 and 56,443 cases, respectively.³

Bone mineral density (BMD) is considered to be the standard measure for the diagnosis of osteoporosis and the assessment of fracture risk. The majority of fragility fractures occur in patients with BMD in the osteopenic range. The measurement of BMD is performed by dual x-ray absorptiometry (DXA). It is expressed in absolute

terms as grams of mineral per square centimeter scanned (g/cm^2). A patient's BMD can also be related to a reference value for young normal adults of the same sex by using the T-score. The T-score is the number of standard deviations that the BMD value of a patient is above or below the reference value for a healthy thirty-year-old adult. If the T-score for BMD assessed by DXA at the femoral neck or spine is defined as a value for BMD 2.5 SD or more below, the diagnosis is osteoporosis. This definition became widely used, and osteoporosis was subsequently defined by the standard deviation rather than by an absolute value of BMD.⁴

The fixed risk factors of osteoporosis are age 50 and older, female, previous fracture or family history of fracture, menopause, long term glucocorticoid, rheumatoid arthritis and ethnicity. A previous study of ethnicity and osteoporosis reported that osteoporosis is more common in Caucasian and Asian populations.⁵ Hence, according to international guidelines, all women over 65 years old should perform bone densitometry, as should younger postmenopausal women with associated risk factors.⁶

Although a bone densitometry evaluation is important, it is not included in annual physical check-up programs. But the dentist is often the most regularly visited doctor for the elderly population who are also under the risk of osteoporosis and associated fractures. Dental radiographs are the most frequently used imaging modalities for these patients. Accordingly, there were several studies that investigated the correlation of digital panoramic radiograph and BMD score to identify patients with osteoporosis. However, the methods of these studies did not allow for a definitive conclusion on using panoramic radiographic indices to determine BMD status. Some studies investigated only in the osteoporosis group⁷⁻⁸ or osteopenia and osteoporosis⁹ that did not compare the indices to the normal group. There was one study that classified patients as low skeletal BMD if they were osteopenia or osteoporosis and all other patients were classified as normal.¹⁰ Nevertheless, there were studies that compared

the panoramic radiographic indices in osteoporosis, osteopenia and normal but did not clarify if their participants were already treated for osteoporosis or not.¹¹⁻¹² Moreover, until now, previous studies using panoramic radiographic indices were performed in Caucasian⁷⁻¹⁰ and other Asian¹¹⁻¹⁵ populations such as Korean, Japanese, Indian but there have not been a study with a Thai population.

Several panoramic radiographic indices were used in many studies. According to the study¹³ that evaluated correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and BMD in postmenopausal women, it was concluded that the most accurate indices were the mental index (MI), mandibular cortical index (MCI), and visual estimation of cortical width. Nevertheless, there was a study reported that the mean sensitivity in identifying women with skeletal low BMD by simple visual estimation of the mandibular cortex was low.¹⁴ Overall low mean sensitivity indicated that about half of the women in the study with low skeletal BMD were not identified by the simple visual estimation. MI was a quantitative index, whereas MCI was a qualitative index. These indices were the most practical and reproducible for screening.¹⁵ Thus, this study aimed to investigate the correlation between the digital panoramic radiographic indices MI and MCI and BMD score in Thai postmenopausal women and find out whether digital panoramic radiograph may be used as a screening tool for osteoporosis as well.

Materials and Methods

The present cross-sectional study evaluated the correlation of MI and MCI of 60 digital panoramic radiographs from Thai postmenopausal women and BMD scores at lumbar spine, femoral neck and total hip. Sample size estimation was performed by G*power version 3.1.9.2. The effect size (f) of 0.42 was calculated from previous study¹⁶ with significance level (α) of 0.05 and power ($1-\beta$) of 0.8. This study was approved by the human research ethics committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, HREC-DCU 2019-055 and Police General Hospital IRB, Bangkok, Thailand. All participants signed an informed consent agreement.

The participants were postmenopausal women who came to Police General Hospital for first-time bone densitometry tests. All BMD scans were conducted with Horizon® DXA System by a certified radiologist using standardized procedures and following protocols recommended by the manufacturer. The T-score was calculated and the diagnosis was based on WHO criteria. Osteoporosis was defined as a BMD T score of -2.5 or less, low bone mass (osteopenia) as a BMD T-score between -1 and -2.5 and normal as a BMD T-score above -1 .¹⁷ All panoramic radiographs were taken at Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University using Carestream Kodak 9000C.

Eligibility Criteria

The inclusion criteria were: being a healthy female who had not had a period for one year (postmenopausal) with a panoramic radiograph that had adequate quality for locating the mental foramen, and the radiographic images had no bony pathology lesion at the mandible, hip or spine.

The exclusion criteria included: a previous uncontrolled or severe systemic condition such as cardiovascular disease, endocrine disorders, neoplastic disease, renal failure, rheumatoid arthritis, parathyroid, multiple myeloma or other metabolic bone diseases, or a history of radiation therapy or surgery/trauma in the head and neck region. Patients who had lesions, prostheses and/or fractures at the hip and spine area were excluded as well. Patients who smoked, consumed alcohol and/or currently were using medications such as steroids, chemotherapy, thyroid hormones and bisphosphonate or any antiresorptive and anti-anabolic drugs also were excluded.

Data Collection

Participants were divided into three groups based on diagnosis of osteoporosis: normal ($n=20$), osteopenia ($n=20$) and osteoporosis ($n=20$). Age, height, weight, BMI, and BMD scores were recorded.

In this study, two panoramic radiographic indices, MI and MCI, were measured by the main researcher under the close supervision of an experienced radiologist, using Infinitt® software. MI was assessed by measuring the lower border mandibular cortical width in the mental foramen

region. A line parallel to the long axis of the mandible and tangential to the inferior border of the mandible was drawn. A line perpendicular to this tangent intersecting the inferior

border of the mental foramen was constructed, along which mandibular cortical width was measured¹⁸ (Fig. 1).

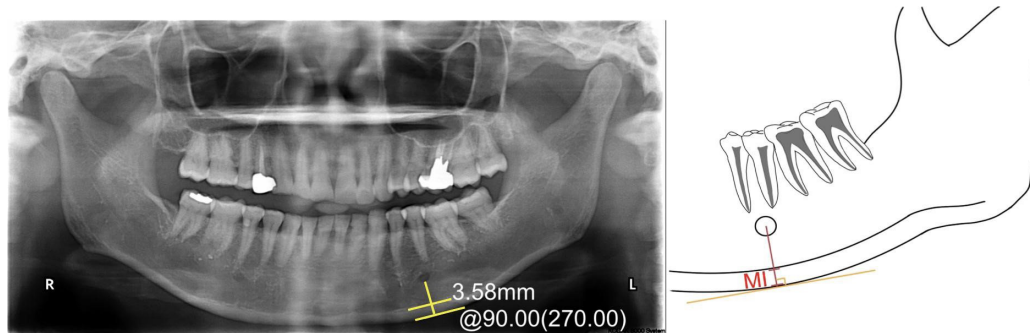


Figure 1 A panoramic radiograph showing MI measurement. A line parallel to the long axis of the mandible and tangential to the inferior border of the mandible was drawn. A line perpendicular to this tangent intersecting the inferior border of the mental foramen was constructed, along which mandibular cortical width was measured

MCI was measured by detecting the inferior cortex on both sides of the mandible at a distal edge of the mental foramen. Participants were classified into three groups according to the following classification of Klemetti¹⁹:

C1 = the endosteal margin is even and sharp, C2 = the endosteal margin presents lacunar resorption or cortical residues, C3 = the cortical layer is clearly porous, with heavy endosteal cortical residues (Fig. 2).

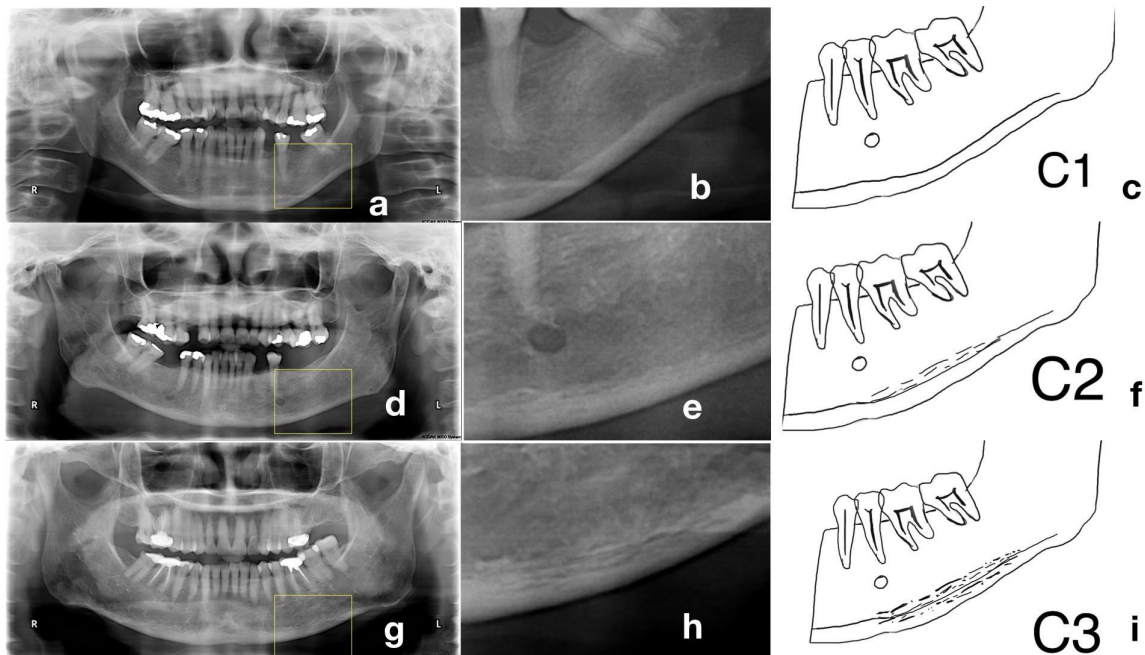


Figure 2 Example of radiographic appearance of mandibular cortical morphology classified by mandibular cortical index (MCI). Figure A is the example of radiographic appearance of mandibular classified as C1. Figure B is a magnification of an example of radiographic appearance of mandibular classified as C1. Figure C is the illustration of mandibular morphology classified as C1. Figure D is the example of radiographic appearance of mandibular classified as C2. Figure E is the magnification of an example of radiographic appearance of mandibular classified as C2. Figure F is the illustration of mandibular morphology classified as C2. Figure G is the example of radiographic appearance of mandibular classified as C3. Figure H is the magnification of an example of radiographic appearance of mandibular classified as C3. Figure I is the illustration of mandibular morphology classified as C3

The MI which were the average value of the right and left sides of the mandible were used for statistical analysis in this study. For MCI, this study evaluated this index both the right and left sides of the mandible separately.

Statistical Analysis

The collected data were analyzed for the mean (\pm SD) and percentage. Each MI measurement was repeated twice on the right and the left sides, respectively, and the average value was calculated. MCI measurement calculated the right and the left sides separately. Intraclass correlation coefficient (ICC) was used to quantify intraobserver agreements and for measuring the reliability of measurement for data that had been collected as groups or sorted into groups. The intraclass correlation was also done to investigate that the measurements can be replicated. The relationship between panoramic radiographic indices and BMD was calculated by Pearson's correlation analysis. One-way ANOVA test was used to determine statistically significant difference between MI and the osteoporosis group and the osteopenia and the normal group. Kruskal-Wallis test was used to determine statistically significant difference

between MCI and the osteoporosis group and the osteopenia and the normal group. The receiver operating characteristic (ROC) analysis was used to evaluate the ability of MI and MCI to diagnose osteoporosis or osteopenia. The optimal MI cut-off values for diagnosing osteoporosis and osteopenia were determined by using Youden's index. All statistical analysis was conducted with SPSS statistical software (version 21 software SPSS Inc., Chicago, IL.). A statistical significance level of 5% was considered.

Results

The intra-observer ICC was determined. It was found that the intraclass correlation coefficient values for intraobserver agreement in this study were 0.988 and at 95% CI was 0.980-0.993.

The mean age of the participants in this study was 58.62 ± 10.03 (range 49-87). When divided by the diagnosis group, the mean age of the normal group was 56.95 ± 5.89 (range 49-73), the osteopenia group was 64.9 ± 9.06 (range 51-82), and the osteoporosis group was 69.75 ± 10.4 (range 51-87) (Table1).

Table 1 Basic characteristics and parameters of participants (a,b,c Different letters show significant differences, $p < 0.05$)

	Normal (N= 20) Mean \pm SD	Osteopenia (N=20) Mean \pm SD	Osteoporosis (N=20) Mean \pm SD
Age (years old)	56.95 ± 5.89^a	64.9 ± 9.06^b	69.75 ± 10.4^b
Weight (kg)	69.87 ± 11.94^a	56.27 ± 8.21^b	49.74 ± 7.06^b
Height (cm)	160.72 ± 6.08^a	153.64 ± 5.37^b	154.75 ± 4.91^b
BMI	27.09 ± 4.63^a	23.83 ± 3.11^b	20.76 ± 2.76^c
BMD t-score			
Lumbar Spine	0.83 ± 1.47^a	-1.32 ± 0.92^b	-2.54 ± 0.79^c
Femoral Neck	-0.04 ± 0.98^a	-1.58 ± 0.49^b	-2.61 ± 0.90^c
Total Hip	0.54 ± 1.05^a	-1.18 ± 0.52^b	-1.94 ± 0.83^c
MI (Average)	4.53 ± 0.6^a	4.00 ± 0.57^b	3.08 ± 0.47^c

There were significant differences of ages between normal and osteopenia ($p=0.014$), normal and osteoporosis ($p<0.001$), but no significant difference between osteopenia and osteoporosis group.

The mean height of the normal group was 160.72 cm, the osteopenia group was 153.64 cm, and the osteoporosis

group was 154.75 cm (Table1). There were significant differences in height between normal and osteopenia ($p<0.001$), normal and osteoporosis ($p=0.003$), but there was no significant difference between osteopenia and osteoporosis group which was the same as the results of age and weight.

The osteoporosis group had the lowest mean weight which was 49.74 kg (Table 1). There were significant differences of weight between normal and osteopenia ($p<0.001$), normal and osteoporosis ($p<0.001$), but no significant difference between osteopenia and osteoporosis group.

The osteoporosis group had the lowest mean BMI which was 20.76 (Table 1). There were significant differences of BMI between 3 groups, normal and osteopenia ($p=0.016$), normal and osteoporosis ($p<0.001$), and osteopenia and osteoporosis ($p=0.024$).

The mean BMD t-score at the lumbar spine, femoral neck, and total hip of the normal, osteopenia and osteoporosis groups were evaluated. It was found that the mean BMD t-score was 0.83, -1.32, and -2.54, respectively, the mean femoral neck BMD t-score osteoporosis was -0.04, -1.58, and -2.61 respectively, and the mean total hip BMD t-score was 0.54, -1.18, and -1.94, respectively (Table 1). There were significant differences of lumbar spine BMD t-score between the three groups, normal and osteopenia ($p<0.001$), normal and osteoporosis ($p<0.001$), and osteopenia and osteoporosis ($p=0.002$). There were significant differences of femoral neck BMD t-score between the three groups, normal and osteopenia ($p<0.001$), normal

and osteoporosis ($p<0.001$), and osteopenia and osteoporosis ($p=0.001$). There were significant differences in total hip BMD t-score between the three groups, normal and osteopenia ($p<0.001$), normal and osteoporosis ($p<0.001$), and osteopenia and osteoporosis ($p=0.015$). The mean BMD t-score at femoral neck was the lowest among lumbar spine and total hip in the osteopenia and osteoporosis group.

The panoramic radiographic indices in this study were MI and MCI. The mean MI which was the average value of the right and left sides had no significant difference. The average MI of the mandible in normal, osteopenia, osteoporosis groups were 4.53, 4.00, and 3.08 respectively (Table 1). The MCI classified the morphology of the cortical border of the mandible into three groups: C1, C2, and C3. The results of MCI in this study were similar on both the right and left sides of the mandible. In the normal group, C1 was the most found index (90 %) and followed by C2 (10 %). C3 was absent in the normal group. In osteopenia, the most found index was C2 (60 %) and followed by C1 (30 %). In the osteoporosis group, C2 (55 %) was also the most found index and followed by C3 (40 %) as shown in Table 2.

Table 2 Mandibular cortical index (MCI) distribution of participants

	Normal (N=20) N (%)	Osteopenia (N=20) N (%)	Osteoporosis (N=20) N (%)
MCI			
C1	18 (90%)	6 (30%)	1 (5%)
C2	2 (10%)	12 (60%)	11 (55%)
C3	0 (0%)	2 (10%)	8 (40%)

The MI and MCI were significantly different between the normal, osteopenia, and osteoporosis groups ($p<0.001$). The analysis of Pearson's correlation between radiographic indicators of mandible and BMD t-score are both correlated. MI was positively correlated with BMDs: lumbar spine:

$r=0.566$, femoral neck: $r=0.554$, and total hip: $r=0.524$ ($p<0.001$), respectively. MCI was negatively correlated with BMDs: lumbar spine: $r=-0.514$, femoral neck: $r=-0.507$, total hip: $r=-0.513$ ($p<0.001$), respectively as shown in Table 3.

Table 3 Correlation between radiographic indicators of mandible condition and BMD

Correlation coefficient; r (p-value)	BMD t-score at lumbar spine	BMD t-score at femoral neck	BMD t-score at total hip
MI	0.566 (<0.001)	0.554 (<0.001)	0.524 (<0.001)
MCI	-0.514 (<0.001)	-0.507 (<0.001)	-0.513 (<0.001)

The area under the ROC curve were used for evaluating the ability of MI and MCI to classify the reduced BMD group (both osteopenia and osteoporosis) which

were 0.845 and 0.875 (Fig. 3, 4) and the ability of MI and MCI to classify the osteoporosis group were 0.934 and 0.831, respectively (Fig. 5, 6).

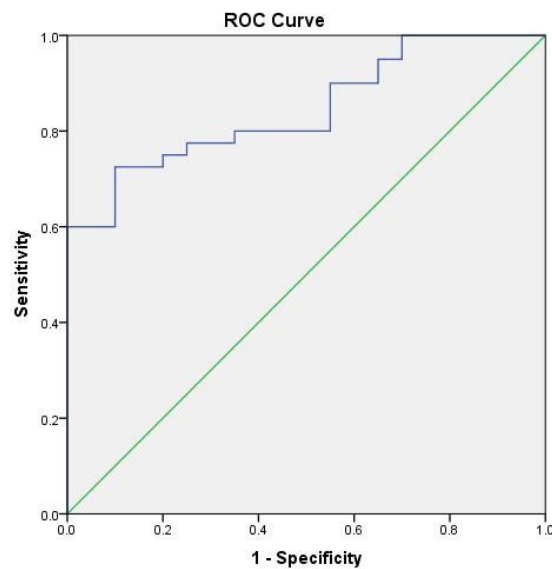


Figure 3 The receiver operating characteristic (ROC) curve to determine the ability of mental index (MI) to evaluate reduced BMD group (Osteopenia and osteoporosis). Area under the ROC curve = 0.845

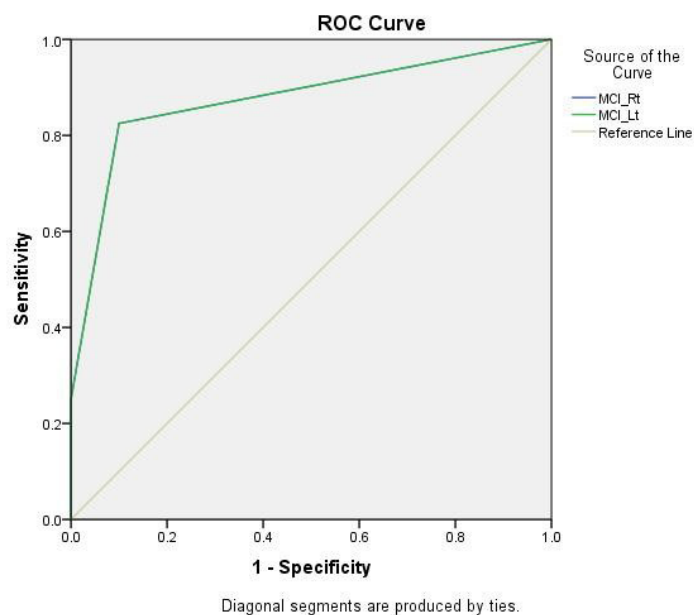


Figure 4 The receiver operating characteristic (ROC) curve to determine the ability of mandibular cortical index (MCI) to evaluate reduced BMD group (Osteopenia and osteoporosis). Area under the ROC curve = 0.875

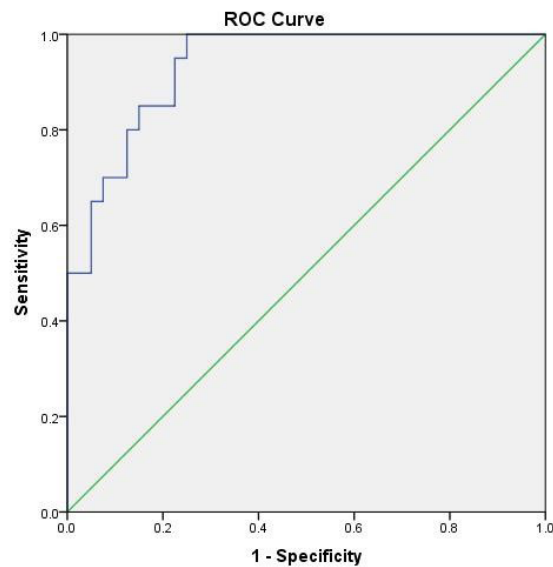


Figure 5 The receiver operating characteristic (ROC) curve to determine the ability of mental index (MI) to evaluate osteoporosis. Area under the ROC curve = 0.934

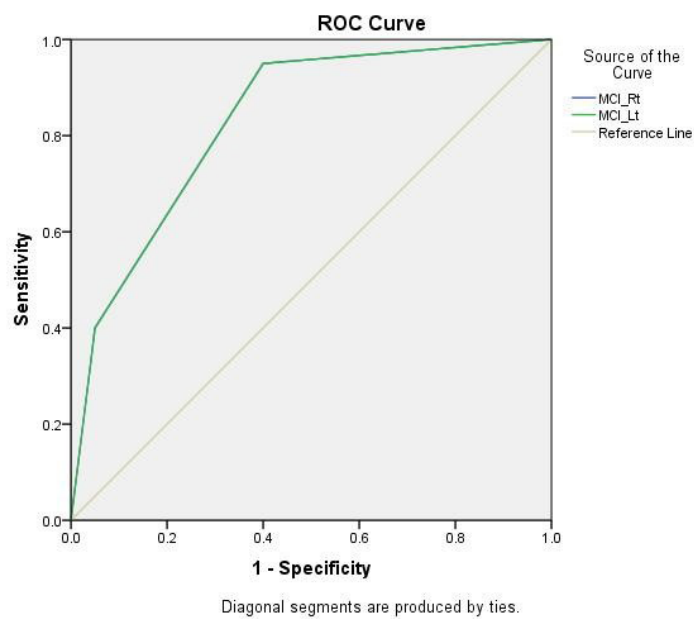


Figure 6 The receiver operating characteristic (ROC) curve to determine the ability of mandibular cortical index (MCI) to evaluate osteoporosis. Area under the ROC curve = 0.831. The optimal cut-off value of MI for the reduced BMD group was 3.9 mm at sensitivity = 72.5% and specificity = 90%, and for the diagnosis of osteoporosis group was 3.8 mm at sensitivity 100% and specificity = 75% (Table 4)

Table 4 Diagnosis performance of mental index (MI) in predicting reduced BMD and osteoporosis

	Mental index (MI)	Sensitivity	1-Specificity	Specificity	Youden's index	Diagnostic accuracy
Reduced BMD	3.9175	0.725	0.1	0.9	0.625	88.3 %
Osteoporosis	3.8075	1	0.25	0.75	0.75	77.5 %

For MCI, the sensitivity of the index was 82.5 % and specificity was 90 % for the diagnosis of the reduced BMD group. The sensitivity and specificity of MCI for the

diagnosis of osteoporosis group were 95 % and 60 % respectively (Table 5).

Table 5 Diagnosis performance of mandibular cortical index (MCI) in predicting reduced BMD and osteoporosis

	Sensitivity	1-Specificity	Specificity	Youden's index	Diagnostic accuracy
Reduced BMD	0.825	0.1	0.9	0.725	89.3 %
Osteoporosis	0.95	0.4	0.6	0.55	63.5 %

Discussion

The aim of the present study was to investigate whether the panoramic radiograph can be a screening tool for the diagnosis of osteoporosis in Thai postmenopausal women or not. It was found that based on the results of this study, there were significant differences of ages between normal and osteopenia ($p=0.014$) and normal and osteoporosis ($p<0.001$). Because with increasing age, there is also a significant reduction in bone formation. Studies have shown that when a woman's estrogen levels drop after menopause, bone loss speeds up.²⁰ Thus, the reason that there was no significant differences between osteopenia and osteoporosis group maybe because the timing of the onset and the duration of the menopausal transition and the timing of the final menstrual period were not the same in every women which was why the ages of women with osteopenia and osteoporosis were not different.²¹

The body mass index (BMI) is a measure that uses height and weight to work out if the weight is healthy. The BMI calculation divides an adult's weight in kilograms by their height in meters squared. For BMI and obesity, the World Health Organization defines obesity as a body mass index (BMI) ≥ 30 , overweight as a BMI = 25 to 29.9, and underweight as a BMI < 18.5 . A previous study reported that low BMI increases fracture risk, possibly because low BMI is associated with low BMD, less soft tissue, and muscle weakness.²² In the same way as the results from this study, there were significant differences of BMI between the three groups, normal and osteopenia ($p=0.016$), normal

and osteoporosis ($p<0.001$), and osteopenia and osteoporosis ($p=0.024$). However, the average BMI of the participants in this study was not considered as underweight. This data showed that not only postmenopausal women who were in the underweight group had a risk for osteoporosis but postmenopausal women who were in the normal weight group could be at risk as well, therefore BMI is not a good indicator.

The results of the present study demonstrated that panoramic indices (MI and MCI) were correlated with BMD t-score which are in accordance with previous studies²²⁻²⁵ that MI was positively correlated with BMD t-score and MCI was negatively correlated with BMD t-score. MI was positively correlated with BMDs: lumbar spine: $r=0.566$, femoral neck: $r=0.554$, and total hip: $r=0.524$ ($p<0.001$), respectively. MCI was negatively correlated with BMDs: lumbar spine: $r=-0.514$, femoral neck: $r=-0.507$, total hip: $r=-0.513$ ($p<0.001$), respectively. Correlation is an effect size and can describe the strength of the correlation using the guideline for the absolute value of r . When r is between 0.40-0.59 it would be considered as moderate correlation. Thus, from this study, the strength of the correlations between MI and MCI and three BMD t-scores were moderately positive and moderately negative, respectively.²³

The area under the ROC curve was used for evaluating the ability of MI and MCI to classify the reduced BMD group which were 0.845 and 0.875. The ability of MI and MCI to classify the osteoporosis group were 0.934 and 0.831, respectively. All the results from

this study were higher than other studies which meant the ability of the indices to classify the disease in this study were better. A previous study²⁴ reported that the area under the ROC curve in the appearance of MCI observed on digital panoramic radiographs for the reduced BMD group was 0.71. Another study¹³ showed that the area under the ROC curve for identifying women with reduced BMD and osteoporosis were 0.751 and 0.703 for MI which were lower than this study as well.

The optimal cut-off value of MI for diagnosis of osteoporosis in this study was 3.8 mm which had a sensitivity of 100 %, specificity 75 % and for diagnosis of reduced BMD was 3.92 which had a sensitivity of 72.5 %, and a specificity of 90 %. Based on our results, Thai postmenopausal women with mandibular cortical thickness below 3.9 mm should be referred for bone densitometry evaluation. These results were similar to those found in other studies but there were some differences. A previous study of ^[10] the European population concluded that the thinnest MI (<3 mm) should be referred for further osteoporosis investigation. Another study that looked at the Brazilian population¹³ reported that the MI optimal cut-off value for identifying women with osteoporosis was 3.15 mm and for reduced BMD was 3.38 mm. A study in Saudi Arabia¹¹ found that if the cut-off value of MI is <3 mm considered abnormal; sensitivity, specificity were 10.3 %, 98.4 % respectively. But, when the MI cut-off point was changed to 4.5 mm, sensitivity and specificity were found to be 76.9 %, and 54.1 % respectively. Another study done in Korea⁸ reported a lower cut-off value of MI than in other studies. The optimal cut-off value of MI was 2.22 mm (sensitivity 67.9 %, specificity 78.5 %) for the diagnosis of osteoporosis. It was supposed that the reasons for difference cut-off value in every study would be the difference of statistical analysis for determining cut-off value, the difference in the magnifying ratio of the panoramic radiographs, ethnic/race differences which play an important role for the variation in BMD.

The sensitivity of MCI for diagnosis of reduced BMD was 82.5 % which was close to the study²⁴ in Brazil.

According to a study⁹ in Iran and compared with the results from this study, the distribution of MCI tended to be similar. The most indices found in osteopenia and osteoporosis patients were C2, and followed by C1 and C3, respectively. However, in a study⁸ of Korean postmenopausal women with osteoporosis, dissimilar distribution was found. It was reported that MCI distribution was 48.9 % for C2, 30.4 % for C3, and 23.7 % for C1. Nevertheless, C2 is still the most index that found in postmenopausal women with reduced BMD. Thus, the suggestion for the present study in Thai postmenopausal women who have mandibular cortical morphology that identified as C2 or C3 should be referred to evaluate the bone densitometry. The meta-analysis study¹⁵ reported that MCI could be a reliable tool for screening the early BMD loss of osteopenia group in females with a summary point above 80 % sensitivity and also around 60 % of specificity. MCI for the reduced bone density group may have a potential value for screening because of high sensitivity. The index that has high sensitivity will describe as rarely missing participants with the disease via this index.

This study was based on ADA recommendations with the ALARA consideration that digital panoramic radiographs have low dose of radiation compared to an annual chest x-ray check-up. Furthermore, the protocol for the first visit at the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University included an oral examination, a panoramic radiograph and bite-wing. Bite-wing radiograph is necessary for dental caries evaluation. Meanwhile, a panoramic radiograph is also necessary for the dental treatment plan, because some lesions, such as cyst or tumors, were accidentally found in a panoramic radiograph. However, this study showed that panoramic images might have an additional benefit for suspected osteoporosis in postmenopausal women.

The present study has several limitations. First, this study only focuses on postmenopausal women and did not include elderly men. Second, this study could not report the change of panoramic radiographic indices after the patient received treatment with antiresorptive or anti-anabolic drugs.

Third, a small sample size causes low reliability of indices and cut off values in this study. Lack of a number of sample sizes was one of the limitations in this study. Further studies with the above considerations need to be done.

Conclusion

In conclusion, the results of this study suggest that MI and MCI can be used as a screening tool for the diagnosis of osteoporosis in Thai postmenopausal women. In daily practice, both MI and MCI can be useful tools for all dental specialists including general dentists. However, taking the MI measurement will be easier when it is done in a digital radiograph. But, an MCI will be more often recommended if the digital panoramic radiograph is not available because it is viable and does not require any measurement program.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Division of Radiology, Police General Hospital, and the radiological technologist, Department of Radiology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, and Dr. Kevin Tompkins for language editing and manuscript revision.

References

1. Lorentzon M, Cummings SR. Osteoporosis: the evolution of a diagnosis. *J Intern Med* 2015;227(6):650-51.
2. Keene GS, Parker MJ, Pryor GA. Mortality and morbidity after hip fractures. *BMJ* 1993;307(6914):1248-50.
3. Songpatanasilp T, Sritara C, Kittisomprayoonkul W, Chaiumnay S, Nimitphong H, Charatcharoenwitthaya N, *et al.* Thai Osteoporosis Foundation (TOPF) position statements on management of osteoporosis. *Osteoporos Sarcopenia* 2016;2(4):191-207.
4. Unnanuntana A, Gladnick BP, Donnelly E, Lane JM. The assessment of fracture risk. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(3):743-53.
5. Cauley JA. Defining ethnic and racial differences in osteoporosis and fragility fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(7):1891-99.
6. Baccaro LF, Conde DM, Costa-Paiva L, Pinto-Neto AM. The epidemiology and management of postmenopausal osteoporosis: a viewpoint from Brazil. *Clin Interv Aging* 2015;10:583-91.
7. Roberts MG, Graham J, Devlin H. Image Texture in Dental Panoramic Radiographs as a Potential Biomarker of Osteoporosis. *IEEE Trans Biomed Eng* 2013;60(9):2384-92.
8. Kim OS, Shin MH, Song IH, Lim IG, Yoon SJ, Kim OJ, *et al.* Digital panoramic radiographs are useful for diagnosis of osteoporosis in Korean postmenopausal women. *Gerodontology* 2016;33:185-92.
9. Navabi N, Motaghi R, Rezazadeh M, Balooch H. Relationship between Two Panoramic Radiography Indices and Bone Mineral Density of Postmenopausal Women with Osteopenia and Osteoporosis. *J Dent (Tehran)* 2018;19(3):181-88.
10. Devlin H, Karayianni K, Mitsea A, Jacobs R, Lindh C, van der Stelt, *et al.* Diagnosing osteoporosis by using dental panoramic radiographs: The OSTEODENT project. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(6):821-28.
11. Mansour S, AlGhamdi AST, Javed F, Marzouk H, Khan EA. Panoramic radiomorphometric indices as reliable parameters in predicting osteoporosis. *Am J Med Sci* 2013;346(6):473-78.
12. Geary S, Selvi F, Chuang SK, August M. Identifying dental panoramic radiograph features for the screening of low bone mass in postmenopausal women. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015;44(3):395-99.
13. Leite AF, Figueiredo PTdS, Guia CM, Melo NS, de Paula AP. Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2010;109(3):449-56.
14. Lee K, Taguchi A, Ishii K, Suei Y, Fujita M, Nakamoto T, *et al.* Visual assessment of the mandibular cortex on panoramic radiographs to identify postmenopausal women with low bone mineral densities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2005;100(2):226-31.
15. Kinalski MA, Boscato N, Damian MF. The accuracy of panoramic radiography as a screening of bone mineral density in women: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol* 2020;49(2):20190149.
16. Gaur B, Chaudhary A, Wanjar PV, Sunil M, Basavaraj P. Evaluation of panoramic Radiographs as a Screening Tool of Osteoporosis in Post Menopausal Women: A Cross Sectional Study. *J Clin Diagn Res* 2013;7(9):2051-55.
17. National Osteoporosis F. Osteoporosis: Review of the Evidence for Prevention, Diagnosis and Treatment and Cost-Effective Analysis. *Osteoporos Int* 1998;8(Suppl 4):S7-80.
18. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Yamada T, Ohtsuka M, Sumida H, *et al.* The estimation of the radiomorphometric indices of the mandible using panoramic radiography. *Shika Hoshasen* 1993;33:309.
19. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Eur J Oral Sci* 1994;102(1):68-72.
20. Demontiero O, Vidal C, Duque G. Aging and bone loss: new insights for the clinician. *Ther Adv Musculoskelet Dis* 2012;4(2):61-76.
21. Gold EB. The timing of the age at which natural menopause occurs. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2011;38(3):425-40.
22. Nielson CM, Srikanth P, Orwoll ES. Obesity and fracture in men and women: An epidemiologic perspective. *J Bone Miner Res* 2012;27(1):1-10.
23. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. Boston, Mass: Houghton Mifflin, 2003
24. Valerio CS, Trindade AM, Mazzeiro ET, Amaral TP, Manzi FR. Use of digital panoramic radiography as an auxiliary means of low bone mineral density detection in post-menopausal women. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42(10):20120059.

Study of Methods to Improve the Physical Properties of Bioceramic Cement

Kunrawee Inprakhon², Busayarat Santiwong¹, Pairoj Linsuwanont²

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

²Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

This study aimed to investigate the effect of particle size, the addition of various concentrations of calcium chloride and calcium tungstate on the physical properties of white Portland cement. White Portland cement with two different particle sizes (12 and 5 Microns) were used as the main component. Calcium chloride with various concentrations was added as an accelerator, and calcium tungstate was used as a radiopacifier. The ISO 6876:2012 and ISO 9917-1:2007 standard testing protocol were applied for setting time, compressive strength and radiopacity evaluation. White Portland cement with calcium tungstate showed the radiopacity of 4.2 mmAl. Calcium chloride accelerated the setting time but also decreased the compressive strength. The dose dependent effect of 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % calcium chloride on setting time and compressive strength was not in a linear pattern. Small particle size Portland cement with 15 % calcium chloride provided a short setting time with acceptable compressive strength.

Keywords : Bioceramic cement, Calcium chloride, Calcium tungstate, Particle size, Physical property

Date: Oct 8, 2020

Revised Date: Oct 26, 2020

Accepted Date: Feb 2, 2021

Doi: 10.14456/jdat.2021.22

Correspondence to:

Pairoj Linsuwanont, Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Road, Bangkok 10330, Thailand Tel: 02-218-8795, 085-313-7665 E-mail: linspairoj@gmail.com

Introduction

Since the introduction of commercial Mineral Trioxide Aggregate (MTA) in 1998, it has been widely used in dentistry. MTA fulfills many of the ideal properties of endodontic materials partly because of its hydraulic nature and the formation of calcium hydroxide, as a by-product of the hydration process. However, some physical properties such as a long setting time and causing tooth discoloration raise concern among clinicians regarding its usage in some clinical situations.

MTA is a derivative of Portland cement with both having a similar composition; mainly tricalcium silicate and dicalcium silicate, except for the presence of bismuth oxide as a radiopacifier in MTA.¹ Studies have shown that Portland cement has similar physical properties² and a biological response³ to MTA. The physical properties of Portland cement have been improved by various methods such as adding an accelerator, plasticizer and radiopacifier. Calcium chloride has been added to accelerate the setting

process of Portland cement.⁴⁻⁶ Studies showed the decreased setting time ranging from 20 % to 68 % with the addition of a calcium chloride concentration from 2 % to 10 %⁴⁻⁷, but a decreased compressive strength was also observed.⁵⁻⁷ The most suitable percentage of calcium chloride to be added to Portland cement to provide the acceptable physical properties is still unknown.

In principle, the reduction of particle size of a powder reactant should result in a high surface area, and should promote the setting reaction. Ha and co-workers⁸ investigated the effect of the particle size of various commercial MTA and Portland cement on setting time. The correlation between a faster setting time and a smaller size particle of MTA and Portland cement was reported. However, different commercial brands are composed with different compositions which can influence the physical properties of the materials. The real effect of particle size on the setting time of the materials should be found by grinding materials to smaller particle size. Comparing the setting time between the large and small particle sizes of the same material will show the accurate effect.

MTA contains bismuth oxide which acts as a radiopacifying agent. It has been reported that bismuth oxide is a causative factor of tooth discoloration. Calcium tungstate provides acceptable radiopacity, and therefore is suggested as a substitution to bismuth oxide as a radiopacifier.⁹ Though, its potential interference with the physical properties of Portland cement should be examined.

The purpose of this study was to investigate the effect of particle size, the addition of various concentrations of calcium chloride and calcium tungstate on the setting time, compressive strength and radiopacity of white Portland cement.

Materials and Methods

This study used white Portland cement (Date of manufacturer June-2019, Tiger décor, The Siam White Cement CO., LTD, Thailand) as a main component. Calcium chloride and calcium tungstate were used as an accelerator and a radiopacifier, respectively.

Preparation of small particle size Portland cement

Fifty grams of white Portland cement and 100 ml of Acetone were put into the Planetary Mill Pulverisette 6 machine (Fritsch, Idar-Oberstein, Germany). The grinding process was performed by the machine with the use of a zirconia ball (1 centimeter in diameter) at the speed of 500 rounds/minute for 60 minutes. The ground materials were oven-dried at 110°C for 24 hours. The ground cement was examined by using the particle size analyzer (Malvern Panalytical, Mastersizer 2000: Downers grove, IL 60515, USA). After grinding, the particle size was reduced from 12 to 5 microns.

The experimental groups were divided into five main groups.

Group 1: MTA

Group 2: White Portland cement + calcium tungstate

Group 3: White Portland cement + calcium tungstate
+ various concentration of calcium chloride

Group 4: Small particle size white Portland cement
+ calcium tungstate

Group 5: Small particle size white Portland cement
+ calcium tungstate + various concentrations
of calcium chloride

The powder and liquid ratio of MTA and white Portland cement was 3:1 (by weight). Calcium tungstate was added to the white Portland cement at the ratio of 1:4 (by weight). Calcium chloride was mixed into distilled water at various powder-liquid ratios to provide the concentration of calcium chloride at 5, 10, 15, 20, 25 and 30 % (by weight).

Setting time evaluation

Setting time was evaluated following the protocol described in the ISO 6876¹⁰ and ISO 9917-1 standard¹¹.

Initial setting time

The gypsum molds with an inner diameter of 10 mm and a thickness of 1 mm were stored at 37°C and 95 % humidity for 24 hours before testing. The materials were mixed and filled in to the molds to create ten samples for each experimental group. Setting time was determined with a Gillmore needle test. The indentor needle with a flat end tip of 2 mm in diameter was placed vertically on the sample surface with a load of 100 g at the rate

of 1 mm/min. The indentation test was repeated every 30 seconds until no indentation was observed on the cement surface. The initial setting time was the time from mixing cement to the time when the needle marks could not be observed on the cement surface. All testing was conducted in a cabinet with controlled temperature and humidity (37°C and 95 % humidity).

Final setting time

The cements were mixed and compacted into stainless steel rectangular molds with the dimension of 10 mm x 8 mm and 5 mm deep. Each experimental group contained ten samples. The testing procedures were similar to the initial setting time test but with a different indenter needle size and load (a flat-end needle with a diameter of 1 mm/with the load application of 400 g). The final setting time was the duration of time that elapsed from the start of mixing to when the indenter needle failed to make an indentation in the material.

Compressive strength evaluation

The compressive strength was determined according to the methods recommended by the ISO 9917-1. The cement was mixed and packed into the metal split mold (internal dimension 6 mm high, 4 mm diameter), and then was stored in the cabinet at 37°C with a relative humidity of at least 90 % for 24 hours. The test specimens were removed from the metal split mold and were subjected to test. Each experimental group contained ten samples. The compressive strength was measured by a Universal

Testing Machine (LR10K, LLOYD Instruments, England), with a crosshead speed of 1 mm per minute. A compressive load was applied along the long axis of the test specimens. The maximum force when the test specimen fractures was recorded, and calculated for the compressive strength in megapascals (MPa).

Radio-opacity evaluation

The radiopacity was determined according to the method recommended by ISO 6876:201210. There were three experimental groups: MTA, white Portland cement and white Portland cement mixed with calcium tungstate (at the ratio of 1:4 by weight). Each experimental group contained six samples. The test specimens were mixed with distilled water with the powder to liquid ratio of 3:1 by weight. After mixing, the test materials were placed into a ring mold (internal diameter of 10 mm, height 1 mm). The fully-set specimen was placed in the center of the x-ray film adjacent to the step wedge, and was irradiated with X-rays at 65 kV at a target-film distance of 300 mm. After developing, fixing and drying the exposed film, the density of the image of the specimen was compared with the aluminium step wedge. The radio-opacity equivalent of the specimens was expressed in millimeters of aluminium (mmAl).

Statistical Analysis

Data were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey post hoc test. A *p* value of less than 0.05 was considered statistically significant.

Results

Table 1 *Setting Time of Experimental and Control Groups*

liquid	OPC		SPC		MTA	
	Initial setting time (min)	Final setting time (min)	Initial setting time (min)	Final setting time (min)	Initial setting time (min)	Final setting time (min)
Distilled water	89.50 ± 2.37 ^A	121.80 ± 2.66 ^a	25.80 ± 1.75 ^{AA}	44.60 ± 1.51 ^{aa}	115.90 ± 3.35	159.50 ± 2.32
5% CaCl ₂	76.00 ± 2.75 ^B	100.00 ± 1.89 ^b	22.80 ± 1.75 ^{BB}	39.50 ± 2.46 ^{bb}	-	-
10% CaCl ₂	69.30 ± 1.89 ^C	87.80 ± 2.15 ^c	21.70 ± 1.64 ^{BB}	38.60 ± 1.35 ^{bb}	-	-
15% CaCl ₂	36.00 ± 1.25 ^D	60.90 ± 1.79 ^d	14.40 ± 1.43 ^{CC}	23.90 ± 1.37 ^{cc}	-	-

Table 1 Setting Time of Experimental and Control Groups (cont.)

liquid	OPC		SPC		MTA	
	Initial setting time (min)	Final setting time (min)	Initial setting time (min)	Final setting time (min)	Initial setting time (min)	Final setting time (min)
20% CaCl ₂	33.00 ± 2.31 ^E	52.80 ± 1.62 ^e	8.50 ± 1.08 ^{DD}	17.80 ± 1.93 ^{dd}	-	-
25% CaCl ₂	29.70 ± 2.00 ^F	39.00 ± 1.25 ^f	7.60 ± 1.07 ^{DD}	17.70 ± 1.34 ^{dd}	-	-
30% CaCl ₂	24.60 ± 1.17 ^G	34.30 ± 1.64 ^g	7.40 ± 0.97 ^{DD}	16.70 ± 1.16 ^{dd}	-	-

OPC, Original size white Portland cement; SPC, Small size white Portland cement; MTA, Mineral trioxide aggregated; CaCl₂, Calcium chloride. Results are shown as mean ± standard deviation for ten samples in each group. In the same column, different letter indicates statistically significant differences ($p < 0.05$)

Setting time

Table 1 illustrates the setting time of all OPC, SPC and MTA samples. OPC and SPC mixed with distilled water showed a shorter setting time than MTA ($p < 0.05$). The reduction of particle size resulted in the shorter setting time when comparing between the SPC and OPC groups ($p < 0.05$). The addition of calcium chloride caused the reduction of setting time. In general, at the same concentration of calcium chloride, SPC exhibited a shorter setting time than OPC ($p < 0.05$). The OPC group, the higher percentage of calcium chloride added, the shorter setting time was observed. With the addition of 30 % calcium chloride, the setting time was reduced to as much as 70 % (initial setting time of 24 minutes and the final setting time of 34 minutes). The setting time of SPC with the addition of 5 % and 10 % calcium chloride was not statistically significantly

different (there was a reduction of setting time by 10-15 %). The higher concentration of calcium chloride can further reduce the setting time. However, the setting time of SPC with the addition of 20 %, 25 % and 30 % of calcium chloride was not significantly different (there was a reduction of setting time by 60 %).

Compressive strength

The mean and standard deviation of compressive strength at 24 hours of all samples are presented in Table 2. OPC and SPC mixed with distilled water exhibited higher values of compressive strength in comparison to MTA ($p < 0.05$). The addition of calcium chloride to OPC and SPC decreased the compressive strength. At 20%, 25% and 30% calcium chloride, the compressive strength of OPC and SPC were significantly lower than the MTA group.

Table 2 Compressive strength of Experimental and Control Groups

Liquid	OPC (MPa)	SPC (MPa)	MTA (MPa)
Distilled water	62.75 ± 5.04 ^A	66.29 ± 10.36 ^a	50.93 ± 10.95
5% CaCl ₂	44.68 ± 4.03 ^B	62.08 ± 6.89 ^a	-
10% CaCl ₂	42.48 ± 2.42 ^B	42.86 ± 6.26 ^b	-
15% CaCl ₂	41.20 ± 3.01 ^B	41.36 ± 4.46 ^b	-
20% CaCl ₂	37.56 ± 9.42 ^C	39.09 ± 3.56 ^c	-
25% CaCl ₂	36.09 ± 4.00 ^C	39.14 ± 7.04 ^c	-
30% CaCl ₂	35.44 ± 4.35 ^C	38.22 ± 6.67 ^c	-

OPC, Original size white Portland cement; SPC, Small size white Portland cement; MTA, Mineral trioxide aggregate; CaCl₂, Calcium chloride. Results are shown as mean ± standard deviation for ten samples in each group. In the same column, different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

Radiopacity

The radiopacity values of MTA, White Portland cement and White Portland cement with the addition of calcium tungstate are presented in Table 3. MTA showed

the highest radiopacity among tested specimens ($p < 0.05$). White Portland cement with the addition of calcium tungstate was significantly more radiopaque than just White Portland cement ($p < 0.05$).

Table 3 Radiopacity of Experimental and Control Groups

Materials	Mean \pm Standard deviation (mmAl)
White Portland cement	1.01 \pm 0.01 ^a
White Portland cement with Calcium tungstate	4.32 \pm 0.25 ^b
MTA	6.78 \pm 0.18 ^c

Results are shown as mean \pm standard deviation for six samples in each group.

Different letters indicate a statistically significant difference ($p < 0.05$)

Discussion

For decades, MTA has been considered as the gold-standard material for various endodontic treatment procedures such as perforation repair, root-end retrograde filling, apexification and vital pulp therapy, due to its good physical, chemical and biological properties. However, in some clinical situations such as endodontic surgery with root-end filling, the extended setting time of MTA may increase the high rate of washout and a possibility of blood or serum contamination during setting. In cases of vital pulp therapy, with the application of the fast setting bioceramic cement, the treatment can be completed within one visit. To date, researchers have attempted to improve the properties of bioceramic materials such as adding the accelerator agents to decrease the setting time^{4,12}, adding the plasticizer to improve the handling properties¹³, and etc.

The guidelines for testing the physical properties of dental materials have been provided by two organizations namely; the International Organization for Standardization (ISO) and the American Society for Testing and Materials (ASTM). The ISO 6876¹⁰ and 9971-1¹¹ are quite similar to ASTM C 26614 in terms of the weight (100 and 400 grams) and test methods using the Gillmore needle type. ISO 6876 uses a parameter similar to the defined initial setting time of ASTM C 266, and the ISO 9971-1 uses a parameter similar to the defined final setting time of ASTM C 266. As

described by Shen and coworkers¹⁵, this study used ISO 6876 to determine the initial setting time and ISO 9971-1 to establish the final setting time.

Portland cement is considered as a much cheaper alternative material to MTA. However, it still requires some modifications to improve its physical properties. In this study, White Portland cement was grounded by the grinding process of the Planetary ball mill machine, and the particle size was reduced from 12 to 5 Microns. When mixed with water, SPC exhibited a shorter setting time than OPC (60 % difference) ($p < 0.05$). This finding is in agreement with the study of Ha and coworkers⁸ which showed that the smaller size particle resulted in a faster setting. The possible explanation is that the increased surface area enhances the setting reaction.

Bioceramic materials used for endodontic treatment should provide adequate radiopacity in order to aid diagnosis and treatment. In this study, MTA showed the radiopacity of 6.7 mmAl which is comparable with the study of Torabenejad and co-workers.¹⁶ Portland cement showed the radiopacity of 1.01 mmAl which is not sufficient to allow distinction from dentine (radiopacity of 1.7 mmAl).⁹ Adding calcium tungstate to Portland cement increased the radiopacity from 1.01 mmAl to 4.3 mmAl, which is higher than the requirement of ISO 6876: 2012 of 3 mmAl.¹⁰

Calcium chloride has been added to Portland cement as an accelerator. It increases the hydration rate, thereby accelerating the setting time.⁷ It is hypothesized that as the progress of hydration, the area of hydrated tricalcium silicate paste gradually increases due to the formation of hydration product such as calcium silicate hydrate gel and calcium hydroxide, and the addition of calcium chloride would accelerate this increasing rate.¹⁷ Though, there is no explanation for the mechanism. Another possible mechanism is that calcium chloride penetrates the pores of the cement, and accelerates the hydration of silicate leading to faster crystallization.⁴ The information regarding the dose dependent effect of calcium chloride on setting time is limited. Most studies investigated the setting time of only one concentration of calcium chloride per study such as at 5 % or 10 %.^{4,8} Only the study by Kogan *et al.*, 2006⁵ showed the dose dependent effect. The addition of 3 % calcium chloride did not reduce the setting time but the addition of 5 % calcium chloride decreased the setting time by 50 % (from 50 minutes to 25 minutes). Results from our study showed that increasing the concentration of calcium chloride did not always further decrease the setting time. The addition of calcium chloride at a concentration of 20 % and more (25 % and 30 %) to SPC showed similar results with the decreased setting time by approximately 60 % (approximately 8 minutes for initial setting time and 17.5 minutes for the final setting time).

In this study, the compressive strength was evaluated to determine whether the calcium chloride had an adverse effect on the mechanical properties of Portland cement. The compressive strength of MTA at 24 hours was 51 MPa which was higher than the reported value of 40 MPa.¹⁶ The possible explanation is the difference of the test methods between two studies. This study followed the guidelines of ISO 9917-1: 2007¹¹ which recommended the tested specimen with the dimension of 6x4 mm, and the cross-head speed was 1 mm/minute. The published study in 1995 by Torabenejad and coworkers¹⁶ cited the reference of ISO 6896: 1986 (Specification for dental root canal sealing

materials)¹⁴, and the prepared specimen had the dimension of 12x6 mm with no information on the loading application. The addition of calcium chloride decreased the compressive strength which is similar to other studies.⁵⁻⁷ The dose dependent effect of the addition of various concentrations of calcium chloride was investigated by Kogan and coworkers⁵ and this study. The addition of 3 % calcium chloride reduced the compressive strength by 30 %, and the higher concentration at 5% calcium chloride did not further reduce the compressive strength.⁵ Our results showed that increasing the concentration of calcium chloride decreased the compressive strength but not in a linear pattern. At the 15 % concentration of calcium chloride, Portland cement showed a lower compressive strength of 41 MPa, (reduction by 35 %) but was not statistically significantly different from MTA (51 MPa). Increasing the concentration of calcium chloride to 20 % and higher reduced the compressive strength to the values of 35-38 MPa (reduction by 40 % and more) which was significantly lower than MTA. Similar to other studies, a low compressive strength of 19.9, 37.2 and 41.5 MPa with the addition of 5 %, 10 % and 2 % calcium chloride respectively were reported.⁵⁻⁷ The limitation of this study is that the compressive strength was evaluated only at one day after mixing without repeating at twenty-one days as conducted by Torabinejad and co-workers.¹⁶ The compressive strength increased from 40 MPa to 67 MPa after 21 days.¹⁶ Therefore, in this study, it is possible to observe higher compressive strength with the longer observation periods.

The question is “What is the proper concentration of calcium chloride to be added to Portland cement? ISO 9917-1 (2007)¹¹ provided the requirement for water-based cement. Depending on the usage of the materials, high compressive strength is compulsory for restoration and lower compressive strength for base/liner. Therefore, one specific formulation of cement may not be suitable for all kinds of dental procedures. In vital pulp therapy, it will be beneficial to patients if the treatment could be completed within one visit. According to the results, the addition of 15 % of calcium chloride to SPC provided a setting time

of 15 minutes which will allow the placement of restorative material on top of the cement at the same visit. At this concentration of calcium chloride, SPC exhibited the acceptable compressive strength (not significantly different to MTA). However, the limitation of this study is that only setting time and compressive strength were investigated. Other aspects of the physical properties such as solubility should be examined in future research.

Conclusion

The small size particles of white Portland cement set faster than the original size particles of white Portland cement. The addition of calcium tungstate to the Portland cement provided the acceptable radiopacity at 4.3 mm Al. Calcium chloride accelerated the setting time but also decreased the compressive strength. The dose dependent effect of the addition of 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 % calcium chloride on setting time and compressive strength was not in a linear pattern. The small size particles of Portland cement with the addition of calcium tungstate and 15 % calcium chloride provided a short setting time with acceptable compressive strength.

Acknowledgements

This work was supported by The Chulalongkorn Academic Advancement into Its 2nd Century Project. The authors thank Dr.Thanakorn Wasanapiarnpong and Dr.Chalermkwan Makornpan from the Department of Materials Science, Chulalongkorn University, for their advice and help with the material preparation. The authors deny any conflict of interest related to this study.

References

- Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J Endod* 2006;32(3):193-7.
- Wiltbank KB, Schwartz SA, Schindler WG. Effect of selected accelerants on the physical properties of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod* 2007;33(10):1235-8.
- Ribeiro DA, Duarte MA, Matsumoto MA, Marques ME, Salvadori DM. Biocompatibility in vitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. *J Endod* 2005;31(8):605-7.
- Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felipe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM. The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. *J Endod* 2009;35(4):550-4.
- Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod* 2006;32(6):569-72.
- Machado DF, Bertassoni LE, Souza EM, Almeida JB, Rached RN. Effect of additives on the compressive strength and setting time of a Portland cement. *Braz Oral Res* 2010;24(2):158-64.
- Ber BS, Hatton JF, Stewart GP. Chemical modification of proroot mta to improve handling characteristics and decrease setting time. *J Endod* 2007;33(10):1231-4.
- Ha WN, Bentz DP, Kahler B, Walsh LJ. D90: The Strongest Contributor to Setting Time in Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement. *J Endod* 2015;41(7):1146-50.
- Duarte MAH, El Kadre GDD, Vivan RR, Tanomaru JMG, Filho MT, de Moraes IG. Radiopacity of Portland Cement Associated With Different Radiopacifying Agents. *J Endod* 2009;35(5):737-40.
- International Organization for Standardization. Dentistry-Root canal sealing materials. *ISO* 6876; 2012.
- International Organization for Standardization. Dentistry-Water-based cement. *ISO* 9917-1; 2007.
- Ding SJ, Kao CT, Shie MY, Hung C Jr, Huang TH. The physical and cytological properties of white MTA mixed with Na₂HPO₄ as an accelerant. *J Endod* 2008;34(6):748-51.
- Wongkornchaowalit N, Lertchirakarn V. Setting time and flowability of accelerated Portland cement mixed with polycarboxylate superplasticizer. *J Endod* 2011;37(3):387-9.
- American Society of Testing and Materials. Standard test method for setting of hydraulic cement by Vicat needle. ASTM C 191-99. ASTM International. 1999
- Shen Y, Peng B, Yang Y, Ma J, Happasalo M. What do different tests tell about the mechanical and biological properties of bioceramic materials? *Endod Topics* 2015;32:47-85.
- Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21(7):349-53.
- Li Q, Yang W, Chen H, Hou P, Cheng X. Effect of calcium chloride on hydration kinetics and pore structure of hydrated tricalcium silicate. *Materials Science Forum* 2020;984:224-229.

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม ตอน 1: ก่อนเริ่มการรักษา Adverse Events in Pediatric Dental Care Part 1: Before Treatment

เพียงฤทัย ฤกษ์สมโภชน์¹, ฐานวุฒิ คงปรีชา², พรพจน์ เฟื่องธารทิพย์², ศศิภา อีร์ดิลก², แพรวพัชร ปัจฉิมสวัสดิ์²
Phaingruethai Loeksomphot¹, Thanawut Khongpreecha², Pornpoj Fuangtharnthip², Sasipa Thiradilok²,
Praewpat Pachimsawat²

¹ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลท่าม่วง จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย

¹Dental Section, Thawung Hospital, Lopburi Province, Thailand

²ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Department of Advanced General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดฝันและสามารถนำไปสู่การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นต่อผู้ป่วยเด็กในระหว่างการมารับการรักษาทางทันตกรรม การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ก่อนการรักษา และตอนที่ 2 เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขณะรับการรักษา การศึกษานี้เป็นการสำรวจทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาผู้ป่วยเด็กด้วยแบบสอบถาม โดยสอบถามถึงประสบการณ์ตรงที่เคยพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในขณะปฏิบัติงาน ภายในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมาหรือน้อยกว่า นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละและค่าความถี่ของเหตุการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรักษาทางทันตกรรม ผู้ศึกษาตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับการมีประสบการณ์ที่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ โดยใช้ไคสแควร์และสถิติวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก มีผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นทันตแพทย์ที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็ก จำนวน 390 คน เคยประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง ก่อนเริ่มการรักษา ในพื้นที่รอการรักษา คิดเป็น ร้อยละ 49.49 (ร้อยละ 44.53-54.45 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) มีผู้เคยประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ก่อนเริ่มการรักษา ในห้องรับการรักษา คิดเป็น ร้อยละ 39.23 (ร้อยละ 34.38-44.08 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) บาดเจ็บจากสิ่งแหลมคมได้รับรายงานสูงสุดในพื้นที่รอการรักษา และการได้รับบาดเจ็บจากของมีคม ได้รับรายงานสูงสุดในพื้นที่ห้องรับการรักษา ไม่พบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์การพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์นอกห้องรับการรักษา แต่พบว่า ทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็กมีโอกาสพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในห้องรักษาทางทันตกรรมมากกว่าทันตแพทย์กลุ่มอื่น เป็น 1.57 เท่า (ค่าอัตราส่วนปัจจัยเสี่ยง 1.57, $p=0.032$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ทันตแพทย์ประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อผู้ป่วยเด็กเป็นจำนวนมาก ทั้งในบริเวณพื้นที่รอการรักษา และในห้องรักษาตั้งแต่ในขณะที่ยังไม่เริ่มการรักษา สถานพยาบาลทางทันตกรรมควรเน้นการดูแลอย่างเพียงพอและมาตรการการป้องกันความปลอดภัยของผู้ป่วย ตั้งแต่ช่วงเวลารอรับการรักษา

คำสำคัญ: การดูแลทางทันตกรรม, เด็ก, เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

Abstract

This study aimed to elucidate any evidence on adverse events, defined as an unprecedented event which potentially could lead to injury, occurring to child patients during their dental visits. The study was mainly divided into 2 parts: part 1- before treatment and part 2- during treatment. A survey of the dentists who were taking care of child patients was performed using a questionnaire asking their direct experience on any kind of adverse events throughout their working period but within the past 10 years. Percentage and frequencies on their experienced

cases of non-treatment related adverse events were described. Association between factors of the respondents and their experiences of cases was assessed by Chi-square and logistic regression. A total of 390 dentists who were taking care of child patients responded to the questionnaire. Those who experienced any kind of adverse events in which child patients got involved before dental treatment at the waiting area was 49.49 % of all respondents (95 % confidence interval (CI), 44.53-54.45), while 39.23 % (95 % CI, 34.38-44.08) of the respondents witnessed adverse events before dental treatment began inside the operatory. A slip and fall injury was the most frequently reported event at the waiting area, whereas wound or cut by sharps was reported highest inside the operatory. No other association between experiences on adverse events outside the operatory room and the dentists' demographic data was found, whereas pediatric dentists tended to experience more adverse events inside the operatory (odds ratio: 1.57, $p=0.032$). The study suggests that dentists have experienced a substantial amount of injuries to their child patients at the waiting area, as well as in the operatory room, even before dental treatment begins. Sufficient care and preventive measures should be emphasized from the time child patients are awaiting dental treatment.

Keywords: Dental care, Children, Adverse event

Received Date: Nov 18, 2020

Revised Date: Dec 22, 2020

Accepted Date: Feb 4, 2021

Doi: 10.14456/jdat.2021.23

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

พรพจน์ เพ็ญธารทิพย์, ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 6 ถนนโยธี ราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 0-2200-7853 อีเมล: pornpoj.fun@mahidol.ac.th

Correspondence to:

Pornpoj Fuangtharnthip, Department of Advanced General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, 6 Yothi Road, Rajathevee, Bangkok, 10400 Thailand. Tel: 0-2200-7853 E-mail: pornpoj.fun@mahidol.ac.th

บทนำ

องค์การอนามัยโลกกระตุ้นและเน้นให้บุคลากรทางการแพทย์ตระหนักถึงความปลอดภัยของผู้ป่วยในการรักษาอย่างต่อเนื่อง¹ เนื่องจากเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ระหว่างการรักษานำมาสู่การบาดเจ็บ และความเสียหายทั้งในด้านสุขภาพร่างกาย ภาระค่าใช้จ่าย ทั้งนี้ เกือบร้อยละ 50 ของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์สามารถป้องกันได้² ในประเทศไทย ทันตแพทยสภาเริ่มรณรงค์เรื่องความปลอดภัยของการให้บริการทางทันตกรรมมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ป่วยทั้งทางร่างกายและจิตใจ สร้างความเชื่อมั่นในงานบริการทางทันตกรรม และวิชาชีพทันตแพทย์โดยรวม รวมถึงลดปัญหาการฟ้องร้องที่มีแนวโน้มสูงขึ้นมาโดยตลอด^{3,4}

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (adverse event) หมายถึงเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วย ครอบคลุมถึงการเกิดภาวะแทรกซ้อน การบาดเจ็บ ความทุกข์ทรมาน การพิการ และการเสียชีวิต รวมถึงการกระทบกระเทือนทางสังคมหรือจิตใจด้วย⁵ จากรายงาน

เกี่ยวกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ในโรงพยาบาล ซึ่งศึกษาในกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ จำนวน 6.8 ล้านคน จากบันทึกการรักษาทางการแพทย์พบว่ามีการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ จำนวน 1.8 ล้านราย โดยเกิดขึ้นกับทุกกลุ่มอายุ และพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ได้มากที่สุดในกลุ่มอายุ 0-9 ปี (ร้อยละ 31.4)⁶ เนื่องจากเป็นประชากรกลุ่มที่มีความอยากรู้อยากเห็น สนใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว แต่ยังไม่สามารถประเมินความเสี่ยงได้ดี นอกจากนี้มีรายงานพบว่า ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุในกลุ่มประชากรเด็กมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาการของเด็ก ซึ่งสอดคล้องกับทักษะและการเคลื่อนไหว สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่ออุบัติเหตุ และความละเลยของผู้ดูแลอีกด้วย⁷

โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลเป็นสถานที่ที่ให้การรักษาผู้ป่วย และมักถูกมองว่าเป็นสถานที่ที่ปลอดภัย แต่กลับพบว่าเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ต่อผู้ป่วยเด็กได้บ่อยครั้ง จากบทความทบทวนวรรณกรรม จำนวน 13 การศึกษา ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1963-2010 ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบได้ว่าการพลัดตกเป็น

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นได้บ่อยที่สุดในกลุ่มผู้ป่วยเด็กในโรงพยาบาล โดยอุบัติเหตุอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายในโรงพยาบาลยังมีความหลากหลายและเกิดขึ้นได้เสมอ แต่มักไม่ได้รับการบันทึกเก็บไว้เนื่องจากไม่ได้ส่งผลเสียรุนแรง ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ไม่มีการกำหนดมาตรการแก้ไขความเสี่ยงต่าง ๆ อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะในด้านปัจจัยสถานะแวดล้อมรอบตัวผู้ป่วย และระบบการดูแลผู้ป่วย

การศึกษาเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ต่อผู้ป่วยในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมที่ผ่านมานี้ในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2010⁹ โดยศึกษาจากบันทึกฟ้องร้องการรักษาจำนวน 4,149 ฉบับ พบว่า เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นมีจำนวน 415 ราย เป็นเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากข้อผิดพลาด (error) คือ ความผิดพลาดจากการวางแผนการรักษาหรือการขาดประสิทธิภาพ และทักษะในการรักษา จำนวนร้อยละ 40 ในขณะที่เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดโดยอุบัติเหตุ (accident) มีจำนวนร้อยละ 20 ทั้งนี้ การศึกษานี้ มุ่งเน้นศึกษาเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่มีความรุนแรงจนกระทั่งเกิดการฟ้องร้องขึ้น และจำกัดอยู่เฉพาะกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับการรักษาเท่านั้น

ในประเทศไทย ยังไม่พบว่ามีบทความรายงานการศึกษาเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมทั้งในผู้ป่วยทั่วไป และในผู้ป่วยเด็ก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการหาข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในสถานพยาบาลทางทันตกรรมที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็ก ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงด้วยลักษณะและพฤติกรรมตามธรรมชาติแล้ว โดยแบ่งการเก็บข้อมูลไปตามช่วงเวลาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็น 2 ช่วงเวลา ดังนี้ ก. เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษาทางทันตกรรม (ในบทความตอน 1) และ ข. เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษา (ในบทความตอน 2) เพื่อทราบถึงความถี่ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ลักษณะรูปแบบของเหตุการณ์ ความเสี่ยงต่าง ๆ ซึ่งคาดว่าจะนำไปใช้ในการวางแผนมาตรการแนวทางป้องกันที่มีความเหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวาง (cross-sectional analytical study) ประชากร คือ ทันตแพทย์ที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กในประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เพื่อสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 – มกราคม พ.ศ. 2561 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ ทันตแพทย์ที่ให้การดูแลรักษาเด็กในประเทศไทยจำนวนหนึ่ง จากรายงานบุคลากรทันตสาธารณสุข ในปี 2557 ของสำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย สำรวจจำนวนทันตแพทย์ทั้งหมด

ในประเทศไทยมีจำนวนทั้งสิ้น 12,600 คน การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในกรณีทราบจำนวนที่แน่นอน (finite population) ใช้สูตรของทาร์ยามาน¹⁰ คือ $n = N / (1 + Ne^2)$ คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน (e) = 0.05 จากจำนวนประชากรที่ทราบค่า (N) ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 387 คน

เกณฑ์การคัดเข้า คือ ทันตแพทย์ทั่วไป ทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาต่าง ๆ และทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็กที่ให้การรักษาทันตกรรมต่อผู้ป่วยเด็กในประเทศไทย และมีเกณฑ์คัดออก คือ ทันตแพทย์ที่ไม่ได้ให้การรักษาผู้ป่วยเด็ก และ/หรือไม่ยินยอมให้ข้อมูล การศึกษาวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของคณะทันตแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (รหัสโครงการ COA MU-DT/PY-IRB 2017/0011301 เมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2560)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถามซึ่งได้จัดทำเพื่อสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ก่อนและขณะให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม โดยรวบรวมข้อมูล เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง¹¹ และนำข้อมูลสำรวจของชมรมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย (ปัจจุบันคือ สมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย) ในปีพ.ศ. 2550 มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำแบบสอบถาม¹² แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เพื่อเก็บข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในงานดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่หนึ่ง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษา และช่วงที่สอง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษา (ในบทความตอน 2) ทั้งนี้ คำชี้แจงในการให้ข้อมูลเน้นย้ำให้ตอบว่า “เคยประสบ” เฉพาะเหตุการณ์ที่พบเห็นโดยตรงกับตนเองเท่านั้น ในช่วงเวลาไม่เกิน 10 ปี หรือตามช่วงเวลาที่ได้ปฏิบัติงานมาหากเคยปฏิบัติงานผ่านมาน้อยกว่า 10 ปี

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษา แบ่งสอบถามตามบริเวณที่เหตุการณ์เกิด บริเวณที่หนึ่ง คือ สถานที่นอกห้องรักษาทันตกรรม บริเวณที่สองคือ ภายในห้องรักษาทันตกรรม โดยมีหัวข้อ ดังนี้ ก) บาดเจ็บจากสิ่งแหลม บาดเจ็บจากการชน/กระแทก บาดเจ็บจากการตกจากที่สูง ข) บาดแผลจากของมีคม ค) การกลืนของชิ้นเล็ก การสัมผัส/กลืนสารเคมี และ ง) เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ เช่น แผลลวก/ไหม้

ผู้วิจัยเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบพิจารณาตามความสะดวก (convenience sampling) เป็นการกำหนดกลุ่มย่อยตามต้องการ โดยแบ่งการติดต่อเป็น 2 ช่องทาง ช่องทางที่ 1 ส่งแบบสอบถามผ่านสมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทยไปยังสมาชิกสมาคมจำนวน 900 ฉบับ ช่องทางที่ 2 ส่งแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ไป

กับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาลชุมชน สถาบันการศึกษา คลินิก และโรงพยาบาลเอกชน เพื่อขอความร่วมมือส่งต่อและกระจายแบบสอบถามไปยังทันตแพทย์ในสังกัดที่ดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม จำนวน 50 ฉบับ ทั้งนี้ ผู้วิจัยป้องกันการตอบแบบสอบถามซ้ำ โดยชี้แจงในเอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่แนบไประบุให้เลือกลงนามทางใดทางหนึ่งระหว่างตอบกลับทางไปรษณีย์หรือแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ และในส่วนของแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ มีช่องให้จบการทำแบบสอบถาม หากเคยได้ตอบแบบสอบถามทางไปรษณีย์แล้ว

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป และการประสมเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 22.0 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการแปลผลข้อมูลโดยการแจกแจงเป็นค่าความถี่ ค่าร้อยละ และคำนวณช่วงเชื่อมั่นที่ 95 % (confidence interval 95%) รวบรวมลักษณะและ/หรือสาเหตุของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยระบุให้รายละเอียดไว้ นำมาวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ต่อไป หลังจากนั้น วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับการมีประสบการณ์ที่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ โดยใช้ไคสแควร์ (Chi-square) และการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) โดยกำหนด

ให้มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามดังนี้ เพศ อายุ (น้อยกว่า หรือเท่ากับ 35 ปี และมากกว่า 35 ปี) ช่วงเวลาในการปฏิบัติงานทางทันตกรรม (น้อยกว่า หรือเท่ากับ 10 ปี และมากกว่า 10 ปี) สถานที่หลักในการปฏิบัติงาน (โรงพยาบาลในส่วนของภาครัฐ รวมทั้งโรงพยาบาลของสถานการศึกษา และโรงพยาบาลเอกชน/คลินิกเอกชน) ลักษณะการทำงาน เฉพาะทาง (ทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็ก และทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาอื่น ๆ รวมทั้งทันตแพทย์ทั่วไป) ระดับการศึกษา (ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต และระดับที่สูงกว่า)

ผลการศึกษา

มีแบบสอบถามตอบกลับมาจำนวนทั้งหมด 417 ฉบับ โดยเป็นทางไปรษณีย์ 120 ฉบับ และทางอิเล็กทรอนิกส์ 297 ฉบับ ในจำนวนนี้ เมื่อนำผู้ตอบกลับที่ไม่ได้ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กและ/หรือปฏิเสธการให้ข้อมูล จำนวน 27 คนออก คงเหลือผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นทันตแพทย์ที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กจำนวน 390 คน มีลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

Table 1 Demographic data of the respondents

Variables	Mean±SD	N = 390	%
Gender			
Male		78	20.00
Female		312	80.00
Age	34.3±8.4		
20-29 y		142	36.4
30-39 y		146	37.4
40-49 y		58	14.9
50-59 y		23	5.9
> 60 y		4	1.0
Not identified		17	4.4
Working years			
< 5 y		150	38.5
5-10 y		138	35.4
11-20 y		68	17.4
>21 y		34	8.7
Workplace			
Public hospital		248	63.6
Dental school		60	15.4
Private clinic		54	13.8
Private hospital		28	7.2

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

Table 1 Demographic data of the respondents (cont.)

Variables	Mean±SD	N = 390	%
Practice			
General practice		178	45.6
Pediatric dentistry		170	43.6
Other specialties		42	10.8
Education			
D.D.S.		179	45.9
Post-graduate training		80	20.5
Master/Ph.D.		71	18.2
Certified board		60	15.4

Abbreviation: SD, standard deviation

โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 80 มีอายุเฉลี่ย 34.3±8.4 ปี เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานในช่วงน้อยกว่า 5 ปี (ร้อยละ 38.5) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลในส่วนของภาครัฐ ร้อยละ 63.6 เป็นทันตแพทย์

ทั่วไป ร้อยละ 45.6 และส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับทันตแพทยศาสตรบัณฑิต ร้อยละ 45.9

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยเด็กก่อนเริ่มการรักษา นอกห้องรักษาทางทันตกรรมดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ได้รับรายงาน ณ สถานที่นอกห้องรักษาทางทันตกรรม

Table 2 Adverse events reported outside the dental operatory

Adverse events	N = 390	%	1 time	2-5 times	>5 times	95% CI
Injury						
Slip and fall						
Yes	141	36.15	51	67	23	31.39-40.92
No	249	63.85				
Hit/bump						
Yes	108	27.69	41	52	15	23.25-32.13
No	282	72.31				
Fall from high						
Yes	45	11.54	23	20	2	8.37-14.71
No	345	88.46				
Wound/cut by sharps						
Yes	57	14.62	31	24	2	11.11-18.12
No	333	85.38				
Swallowing small particles						
Yes	21	5.38	16	5	0	3.14-7.62
No	369	94.62				
Chemical irritation						
Yes	9	2.31	5	3	1	0.82-3.80
No	381	97.69				
Burn						
Yes	8	2.05	7	1	0	0.64-3.46
No	382	97.95				
All kinds	193	49.49				44.53-54.45

Abbreviation: CI, confidence interval.

โดยนอกห้องรักษาทางทันตกรรม เช่น พื้นที่พักรักษาที่พื้นที่ตั้งอุปกรณ์เครื่องเล่นของเด็ก พื้นที่ส่วนกลางของโรงพยาบาลหรือของคลินิก พบว่า บาดเจ็บจากลื่นหกล้มได้รับรายงานว่าเกิดขึ้นบ่อยที่สุด ร้อยละ 36.15 ของผู้ตอบแบบสอบถามเคยประสบเหตุการณ์ รองลงมาคือ บาดเจ็บจากการชน/กระแทก ร้อยละ 27.69 ถัดมาคือ บาดแผลจากของมีคม ร้อยละ 14.62 และบาดเจ็บจากการตกจากที่สูง ร้อยละ 11.54 โดยผู้ตอบแบบสอบถามหลายรายเคยประสบเหตุการณ์มากกว่าหนึ่งครั้ง นอกจากนั้น ยังมีรายงานถึง การกลืนของชิ้นเล็ก การสัมผัส/กลืนสารเคมี และแผลลวก/ไหม้ ทั้งนี้ รวมข้อมูลการเกิดบาดเจ็บในทุกลักษณะในพื้นที่นอกห้องรักษาทางทันตกรรม คิดได้เป็น ร้อยละ 49.49 ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ 44.53-54.45 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) ผู้ตอบแบบสอบถามระบุเพิ่มเติมถึงลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนี้ ก) บาดเจ็บจากลื่นหกล้ม มีรายงานว่าเป็นพื้นเปียก พื้นลื่น

สะดุดกล่องครอบสายไฟ ข) บาดเจ็บจากการชน/กระแทก มีรายงานว่า วิ่งชนประตูกระจก ชนผนัง/เสา/ขอบประตู ขอบเคาน์เตอร์ วิ่งชนกันเอง กรอบรูปหล่นใส่ศีรษะ โดนของเล่นกระแทกปาก ค) บาดแผลจากของมีคม มีรายงานสาเหตุว่า โดนกระจกโต๊ะ จับของมีคมในถาดเครื่องมือที่ใช้แล้วนอกห้องรักษา ง) บาดเจ็บจากการตกจากที่สูง มีรายงานว่า ตกโต๊ะ/เก้าอี้/โซฟา ตกบันได ตกจากชิงช้า จ) แผลลวก/ไหม้ มีรายงานน้ำร้อนลวกจากตู้น้ำร้อนอัตโนมัติ ในส่วนของการสัมผัส/กลืนสารเคมี และการกลืนของชิ้นเล็กนั้นไม่มีรายงานระบุถึงรายละเอียด

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยเด็กก่อนการรักษา ในบริเวณที่สอง คือ ภายในห้องรักษาทางทันตกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ได้รับรายงาน ณ ห้องรักษาทางทันตกรรม

Table 3 Adverse events reported at the dental operatory

Adverse events	N = 390	%	1 time	2-5 times	>5 times	95% CI
Wound/cut by sharps						
Yes	82	21.03	43	38	1	16.98-25.07
No	308	78.97				
Injury						13.67-21.20
Hit/pinch	68	17.44	42	24	2	
Yes	322	82.56				
No						10.19-16.99
Slip and fall	53	13.59	33	20	0	
Yes	337	86.41				
No						2.94-7.32
Fall from dental chair	20	5.13	17	3	0	
Yes	370	94.87				
No						1.00-4.13
Chemical irritation	10	2.56	7	2	1	
Yes	380	97.44				
No						0.64-3.46
Burn	8	2.05	7	1	0	
Yes	382	97.95				
No						
All kinds	153	39.23				34.38-44.08

พบว่า บาดแผลจากของมีคม ได้รับรายงานว่าเกิดขึ้นบ่อยที่สุด ร้อยละ 21.03 แม้ส่วนใหญ่เคยประสบเหตุเพียงหนึ่งครั้ง แต่มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนหนึ่งเคยประสบเหตุมากกว่าหนึ่งครั้ง รองลงมาคือ บาดเจ็บจากการชน/หนีบ ร้อยละ 17.44 บาดเจ็บจากลื่นหกล้ม ร้อยละ 13.59 และ ถัดมาคือ และบาดเจ็บจากการตกจากเก้าอี้ทันตกรรม ร้อยละ 5.13 นอกจากนั้น ยังมีรายงานถึง

การระคายเคืองจากสารเคมี และแผลลวก/ไหม้ ทั้งนี้ รวมเหตุการณ์ทุกลักษณะ ที่เกิดเหตุในห้องรักษาทางทันตกรรม ก่อนเริ่มการรักษา คิดได้เป็น ร้อยละ 39.23 ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ 34.38-44.08 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ในส่วนของลักษณะของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น มีผู้ตอบแบบสอบถามบางรายเท่านั้นที่ให้ข้อมูล พอสรุปได้ดังนี้

บาดแผลจากของมีคมก่อนเริ่มการรักษา เกิดจากหัวกรอบาดแขนขา (จากผู้ตอบแบบสอบถาม 4 ราย) ผู้ป่วยเด็กจับของมีคมในถาดเครื่องมือ (2 ราย) เหยียบเศษแหลมของครอบฟันเหล็กไร้สนิมที่ตุดอก (1 ราย) สำหรับ บาดเจ็บจากการชน/หนีบ เกิดขึ้นจากเก้าอี้ทันตกรรมเป็นส่วนใหญ่ แขนหรือขาถูกหนีบโดยเก้าอี้ทันตกรรม (12 ราย) ประตุัดโนมิตินิบ ขนตุ้โต๊ะ ประตุผนังห้อง (5 ราย) ขนโคมไฟ/โคมไฟของเก้าอี้ทันตกรรมหล่นใส่หน้า (2 ราย) สำหรับการระคายเคืองจากสารเคมีนั้น เกิดได้จากการสัมผัสสารกัดชนิดกรด (etching agent) และโซเดียมไฮโปคลอไรต์หกใส่ตัว เหตุการณ์เกิดแผลลอก/ไหม้ เกิดจากการจับโคมไฟเก้าอี้ทันตกรรม นอกจากนั้น แม้ไม่พบการกลืนของชิ้นเล็กที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรักษา แต่มีผู้ตอบแบบสอบถาม 1 ราย รายงานเหตุการณ์ผู้ป่วยเด็กหยิบฟลูออไรด์เม็ดมากิน (ระบุจำนวน 16 เม็ด)

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ของทันตแพทย์ผู้ให้ข้อมูล ไม่พบว่ามีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์การพบเหตุการณ์ ไม่เพียงประสงค์ในส่วนสถานที่นอกห้องรักษาทางทันตกรรม อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์การพบเหตุการณ์ไม่เพียงประสงค์ภายในห้องรักษา มีเพียงปัจจัยลักษณะการทำงานเฉพาะทางที่พบว่ามีความสัมพันธ์ โดยทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็กมีโอกาสพบเหตุการณ์ได้มากกว่าทันตแพทย์กลุ่มอื่น เป็น 1.57 เท่า (odds ratio 1.57, $p=0.032$)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ เป็นการสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ในระหว่างการดูแลรักษาทันตกรรมของผู้ป่วยเด็กจากการสอบถามประสบการณ์ของทันตแพทย์ที่มีโอกาสได้ดูแลผู้ป่วยเด็ก โดยให้บทวนเหตุการณ์ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำงานไม่เกิน 10 ปีที่ผ่านมา กำหนดให้ตอบเฉพาะเหตุการณ์ที่ต้องประสบเหตุการณ์ด้วยตนเอง เท่านั้น ด้วยลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ข้อมูลในการศึกษานี้จึงไม่สามารถแสดงความชุกของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ สถานที่หนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนดได้ อย่างไรก็ตาม ค่าร้อยละของผู้ประสบเหตุการณ์จะแสดงให้เห็นถึงแบบแผนและความถี่ของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาลทางทันตกรรมโดยรวมในประเทศไทย

จากผลการศึกษา พบว่าทันตแพทย์จำนวนร้อยละ 49.49 เคยประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรักษา นอกห้องรักษาทางทันตกรรม โดยประสบเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บจากสิ่งแหลมมากที่สุด (ร้อยละ 36.15) รองลงมาคือ บาดเจ็บจากการชน/กระแทก (ร้อยละ 27.69) บาดแผลจากของมีคม (ร้อยละ 14.62) และบาดเจ็บจากการตกจากที่สูง (ร้อยละ 11.54) โดยมีผู้ให้ข้อมูลจำนวนมากระบุว่าเคยประสบเหตุการณ์มากกว่าหนึ่งครั้ง

เนื่องจากไม่พบรายงานการเกิดอุบัติเหตุภายในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลเปรียบเทียบกับรายงานการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปนอกโรงพยาบาลของสำนักโรคควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข แล้วพบว่าบาดเจ็บจากการพลัดตก หกล้มเป็นสาเหตุหลักของการบาดเจ็บรุนแรงในเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปีเช่นกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 19.36 ของทุกสาเหตุการบาดเจ็บ รองลงไป คือบาดเจ็บจากการถูกวัตถุกระแทกด้วยวัตถุสิ่งของหรือของมีคม คิดเป็นร้อยละ 15.88¹³ โดยเป็นข้อมูลการบาดเจ็บรุนแรงในประเทศที่รวบรวมจากการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลจำนวน 28 แห่งทั่วประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะเหตุการณ์และสาเหตุ พบได้ว่ามีความหลากหลายและมักเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในพื้นที่ของสถานพยาบาล เช่น พื้นเปียกชื้น อุปกรณ์ที่วางในพื้นที่ผนัง/เสา/ขอบประตูขอบเคาน์เตอร์ กรอบรูปที่แขวนไว้ ของมีคมในถาดเครื่องมือที่ใช้แล้ว กระชกโต๊ะบาด ตกโต๊ะ/เก้าอี้/โซฟา ตกบันได ตกจากชิงช้า เป็นต้น ทั้งนี้ อาจสรุปแบ่งสาเหตุหลักที่เกิดเหตุในสถานที่ที่ทำการรักษาเป็นสองส่วน คือ ก) สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม ข) การจัดการสิ่งของ/อุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงสูงในพื้นที่ส่วนกลาง ทั้งนี้รวมถึงอุปกรณ์เครื่องเล่นที่มีโอกาสทำให้เกิดอันตรายต่อเด็กได้สูง¹⁴ แม้โดยทั่วไป ลักษณะสถานที่ทำการรักษาของสถานพยาบาลทางทันตกรรมมีความแตกต่างกันไประหว่างโรงพยาบาลในส่วนของภาครัฐ โรงพยาบาลเอกชน และคลินิกทันตกรรมเอกชน แต่ในการศึกษานี้ยังไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับประสบการณ์การพบเหตุการณ์ ไม่เพียงประสงค์โดยทันตแพทย์ที่ทำงานในสถานที่ที่แตกต่างกัน ($p=0.179$)

สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้ออกแนวทางการดำเนินงานป้องกันการบาดเจ็บโดยสถานบริการสาธารณสุข แนะนำให้สำรวจจุดเสี่ยง และจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้ป่วยเด็ก¹⁵ เช่น ชีวรัวบันไดและสิ่งกีดขวางระเบียงต้องมีช่องว่างไม่เกิน 9 เซนติเมตร เพื่อป้องกันเด็กรอดผ่านได้ในบริเวณเสี่ยงต่อการพลัดตก จัดให้มีราวกันกั้นตก หน้าต่างต้องอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร และไม่ควรวางโต๊ะหรือเก้าอี้ไว้ชิดหน้าต่าง ควรใช้อุปกรณ์ยึดโต๊ะหรือตู้ไว้กับกำแพงเพื่อป้องกันการล้มคว่ำทับเด็ก ตรวจสอบสภาพความปลอดภัยของอุปกรณ์เครื่องเล่นในที่ทำการรักษาอย่างสม่ำเสมอ การติดป้ายแนะนำผู้ปกครองให้ดูแลเด็กตลอดเวลา พบว่าสามารถลดอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี^{16,17}

นอกจากนี้ ณ สถานที่ทำการรักษา การศึกษานี้ยังพบการรายงานการกลืนของชิ้นเล็ก ร้อยละ 5.38 การสัมผัส/กลืนสารเคมี ร้อยละ 2.31 และแผลลอก/ไหม้ ร้อยละ 2.05 (ตาราง 2) มีผู้ให้ข้อมูลเพียงรายเดียวที่ระบุว่า แผลลอก/ไหม้เกิดจากน้ำร้อนที่เด็กไปกดโดยบังเอิญจากตู้น้ำร้อนอัตโนมัติในบริเวณทำการรักษา แต่ไม่ได้

รายงานถึงระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บ แม้เหตุการณ์เหล่านี้ได้รับรายงานในสัดส่วนที่น้อย แต่มักนำมาซึ่งการบาดเจ็บที่รุนแรง จากรายงานผู้ป่วยเด็กที่เข้ามารับการรักษาฉุกเฉินที่หน่วยฉุกเฉิน โรงพยาบาลรามคำแหง ผู้ป่วยจากอาการบาดเจ็บแผลไหม้ และอาการจากการกลืนสารเคมี เป็นพิษ มีระดับความรุนแรงสูงกว่า และต้องได้รับการรักษาฉุกเฉินที่โรงพยาบาลมากกว่า คิดเป็นร้อยละ 40.6 และร้อยละ 33.3 ของผู้ป่วยบาดเจ็บทั้งหมด¹⁸ ดังนั้น ผู้ดูแลสถานพยาบาลควรสำรวจและนำวัสดุอันตราย เช่น น้ำยา สารเคมี น้ำร้อน ออกจากบริเวณที่พักนั่งรถของผู้ป่วยเด็ก

สำหรับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่พบในห้องรักษา พบทันตแพทย์จำนวนร้อยละ 39.23 เคยประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรักษา ภายในห้องรักษาทางทันตกรรม โดยการบาดเจ็บจากของมีคม (ร้อยละ 21.03) ได้รับรายงานมากที่สุด รองลงมาคือ บาดเจ็บจากการชน/หนีบ (ร้อยละ 17.44) บาดเจ็บจากลื่นหกล้ม (ร้อยละ 13.59) และบาดเจ็บจากการตกจากเก้าอี้ทันตกรรม (ร้อยละ 5.13) ตามลำดับ (ตาราง 3) มีรายงานข้อมูลทางการแพทย์ในประเทศอังกฤษเกี่ยวกับการสำรวจอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยเด็กที่อยู่ในโรงพยาบาล โดยใช้แบบสอบถามส่งไป 8 โรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่ดูแลผู้ป่วยเด็กในช่วงเวลา 18 เดือน พบปัญหาของการดูแลผู้ป่วยเด็กมากที่สุด คือ การตกจากที่สูง/ตกจากเตียง ร้อยละ 42 ของการเกิดเหตุทั้งหมด ถัดมาคือ การที่ส่วนของร่างกายเด็กติดเข้าช่องแคบของอุปกรณ์ต่าง ๆ¹⁹ เมื่อเทียบกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในห้องรักษาทางทันตกรรมในครั้งนี้ พบเหตุการณ์ส่วนของร่างกายติดกับอุปกรณ์ และการตกจากที่สูงในผู้ป่วยเด็กได้มากที่สุด คล้ายคลึงกัน แต่ในห้องรักษาทางทันตกรรมมีโอกาสพบเหตุการณ์เกิดบาดเจ็บจากของมีคมได้สูงกว่า ทั้งนี้ เป็นที่ทราบกันดีว่าในห้องรักษาทางทันตกรรมมักมีอุปกรณ์เครื่องมือมีคมวางอยู่เสมอ ไม่แตกต่างจากห้องผ่าตัดในโรงพยาบาล แต่ผู้ป่วยเด็กไม่ได้อยู่ในสภาพนั่งรอการผ่าตัด จึงมีโอกาสหยิบจับเครื่องมือมีคมได้ทุกขณะ

ในส่วนเหตุการณ์การบาดเจ็บจากการชน/หนีบ เหตุเก้าอี้ทันตกรรมหนีบแขนและขา (n= 12) ได้รับการระบุสูงสุด เมื่อรวมกับรายงานเรื่องการตกจากเก้าอี้ทันตกรรม โคมไฟของเก้าอี้หล่นใส่หน้าแล้วจะพบได้ว่าเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในห้องรักษาทางทันตกรรมที่เกิดขึ้นมีความเกี่ยวข้องกันกับเก้าอี้ทันตกรรมสูงมาก มีบางการศึกษาแนะนำว่าการใช้เก้าอี้ทันตกรรมเฉพาะสำหรับผู้ป่วยเด็กกว่ามีความปลอดภัยกว่า เนื่องจากตำแหน่งในการนอนราบที่เหมาะสมกับขนาดตัวเด็ก การเข้าถึงและวิสัยทัศน์ดีกว่า วัสดุและการออกแบบระบบที่มีความปลอดภัยต่อเด็กมากกว่า รวมทั้งง่ายต่อการใช้งานของทันตแพทย์²⁰ อย่างไรก็ตาม ด้วยขนาดตัวของผู้ป่วยเด็กที่มีความแตกต่างตามวัย ทำให้ยังคงเป็นปัญหาความคุ้มค่าในด้านค่าใช้จ่ายและการจัดการต่อไป

มีรายงานว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการตกจากเตียงผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้น นอกจากเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของราวกันเตียง และสภาพการขยับไหวตัวของผู้ป่วยเด็กเองแล้ว พบว่าการที่ผู้ปกครองไม่อยู่กับผู้ป่วยบางขณะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดความเสี่ยงของการตกจากเตียงได้²¹ เหตุการณ์การตกเตียงในโรงพยาบาลมีอัตราลดลงเมื่อมีผู้ปกครองดูแลอยู่ด้วย^{22,23} แม้การตกจากเก้าอี้ทันตกรรมมีสัดส่วนน้อยกว่าการพลัดตกจากเตียงในโรงพยาบาลเป็นอย่างมาก แต่อาจพิจารณาได้ว่า ในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยเด็ก การอนุญาตให้ผู้ปกครองอยู่ในห้องรักษาอาจมีส่วนช่วยทันตแพทย์ให้ระมัดระวังพฤติกรรมของผู้ป่วยเด็ก รวมทั้งการป้องกันการตกจากเก้าอี้ทันตกรรมได้ด้วยอีกประการหนึ่ง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการระคายเคืองจากสารเคมี มีผู้รายงานเคยประสบเหตุการณ์ ร้อยละ 2.56 โดยระบุลักษณะเหตุการณ์ว่าเกิดจากการสัมผัสกับสารกัดชนิดกรด (etching agent) และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่หกใส่ตัว ไม่พบว่ามีผู้รายงานระบุเหตุการณ์การกลืนสารเคมีลงไป แต่พบว่ามีผู้ให้ข้อมูลหนึ่งรายรายงานเรื่องการหยิบเม็ดพลุอโรไรต์ในห้องรักษามาทานเอง จากข้อมูลเหล่านี้ ทันตแพทย์ควรกลับมาตรวจสอบการวางสารเคมี และยาอันตรายในห้องรักษาอีกครั้ง และควรเก็บซ่อนสารเคมีที่อันตรายในที่มิดชิด หรือใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดแบบปลอดภัย¹⁵ เพื่อป้องกันเหตุผู้ป่วยสัมผัสหรือหยิบกลืนสารเคมีและยาเหล่านี้โดยบังเอิญ

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์บาดเจ็บแผลลวก/ไหม้ ได้รับรายงานจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 8 ราย (ร้อยละ 2.05) แต่มีเพียงรายเดียวที่ระบุลักษณะการเกิดเหตุว่า เป็นแผลลวกไหม้จากการจับโคมไฟของเก้าอี้ทันตกรรม เนื่องจากความเสียหายและความรุนแรงของบาดเจ็บประเภทนี้มีมาก และต้องได้รับการบำบัดรักษามากกว่า¹⁸ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการศึกษาต่อไปถึงลักษณะเหตุการณ์อื่น ๆ ที่ทำให้เกิดเหตุแผลลวก/ไหม้ที่เกิดขึ้นในห้องรักษาทางทันตกรรม เพื่อวางมาตรการการป้องกันที่เหมาะสมต่อไป

จากการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ของทันตแพทย์ผู้ให้ข้อมูลกับเหตุการณ์ที่ทันตแพทย์ประสบเหตุในห้องรักษาทางทันตกรรม แม้ไม่พบว่ามีผลแตกต่างกันในด้านเพศ อายุ ช่วงเวลาในการปฏิบัติงานทางทันตกรรม สถานที่หลักในการปฏิบัติงาน และระดับการศึกษา แต่พบว่าทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็กมีโอกาสรายงานประสบการณ์ที่ได้พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในห้องรักษาได้มากกว่าประมาณ 1.57 เท่า ($p=0.032$) ทั้งนี้ อาจอธิบายผลการศึกษาในครั้งนี้ได้ว่า ทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็กมีโอกาสต้องดูแลผู้ป่วยเด็กจำนวนมากในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เมื่อเทียบกับทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาอื่น ประกอบกับมีโอกาสต้องดูแลผู้ป่วยเด็กเล็กในช่วงอายุที่มีความเสี่ยงสูงและไม่สามารถประเมินสิ่งที่เป็อันตรายต่อ

ตนเองได้ดี การศึกษาในต่างประเทศรายงานว่า พบเด็กอายุระหว่าง 3-5 ปี มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุในห้องพักผู้ป่วยของโรงพยาบาลได้สูงกว่าทุกกลุ่มวัย¹⁹

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ชี้ให้เห็นได้ว่าเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมสามารถเกิดขึ้นได้ ตั้งแต่ก่อนเริ่มการรักษาทั้งในบริเวณสถานที่พักรอที่อาจมีบุคลากรดูแลอยู่ไม่มากนัก จนถึงภายในห้องรักษาที่มีทันตแพทย์และบุคลากรของสถานพยาบาลกำกับดูแลอยู่ การสำรวจและวางแผนปรับการใช้พื้นที่ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุได้^{24,25} แม้การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้รวบรวมข้อมูลการเกิดเหตุการณ์มาจากรายงานอุบัติการณ์ (occurrence report) ของโรงพยาบาลโดยตรง ทำให้ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดและความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไว้ได้ทั้งหมด แต่ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงแบบแผนและลักษณะของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กโดยรวมได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ หากในอนาคต สถานพยาบาลทางทันตกรรมทุกแห่งสามารถทำระบบการรายงานอุบัติการณ์ (occurrence report) ที่สมบูรณ์อย่างไม่มีมีการปิดบัง และนำระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อวิเคราะห์รูปแบบ ลักษณะ ความรุนแรงของการบาดเจ็บ และผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำยิ่งขึ้น และสามารถนำมาใช้วางแผนมาตรการความปลอดภัยต่อผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมได้ ตามแผนและนโยบายของทันตแพทยสภา ในเรื่องแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมเป็นอย่างดี^{3,4}

บทสรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ทันตแพทย์มีโอกาสประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ต่อผู้ป่วยเด็กที่มารับการรักษาทางทันตกรรมได้ตั้งแต่ในขณะที่ยังไม่เริ่มการรักษา โดยการบาดเจ็บจากการสั่นล้ม พบได้บ่อยที่สุดในบริเวณพื้นที่พักรอ ในขณะที่การบาดเจ็บจากการมีคมพบได้บ่อยที่สุดในห้องรักษาทางทันตกรรม สถานพยาบาลทางทันตกรรมควรมีนโยบายและมาตรการการดูแลความปลอดภัยของผู้ป่วยตั้งแต่ช่วงเวลารอการรับการรักษา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ที่ช่วยเหลือประสานงานในการส่งแบบสอบถาม รศ.ทพ.ดร. สมศักดิ์ ไมตรีตันกุล และ อ.ทญ.ดร. ชนิดา ตันติพจน์ ที่ให้คำแนะนำด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. WHO Guidelines for Safe Surgery 2009: Safe Surgery Saves Lives. Geneva: World Health Organization; 2009.

2. de Vries EN, Ramrattan MA, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boermeester MA. The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *Qual Saf Health Care* 2008;17(3):216–23.
3. Dental Council Subcommittee on Research and Development. Thai Dental Safety Goals and Guidelines. Thai dental safety goals & guidelines 2010. Bangkok: Is August Co, Ltd.; 2010.
4. Dental Council Subcommittee on Research and Development. Thai Dental Safety Goals and Guidelines. Dental safety goals & guidelines 2015. Thai Dental council; 2015.
5. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, et al. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med* 1991;324(6):370-6.
6. Luo J, Eldredge C, Cho CC, Cisler RA. Population analysis of adverse events in different age groups using big clinical trials data. *JMIR Med Inform* 2016;4(4):e30.
7. Peden M, Oyegbite K, Ozanne-Smith J, Hyder AA, Branche C, Rahman AKM, et al. editors. World Report on Child Injury Prevention. Geneva: World Health Organization; 2008. p. 101-22.
8. Da Rin Della Mora R, Bagnasco A, Sasso L. In-hospital paediatric accidents: an integrative review of the literature. *Int Nurs Rev* 2012;59(4):466-73.
9. Perea-Pérez B, Labajo-González E, Santiago-Sáez A, Albarrán-Juan E, Villa-Vigil A. Analysis of 415 adverse events in dental practice in Spain from 2000 to 2010. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014; 19(5):500-5.
10. Yamane T. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd ed. New York: Harper and Row; 1973.
11. Yamalik N, Pérez BP. Patient safety and dentistry: what do we need to know? Fundamentals of patient safety, the safety culture and implementation of patient safety measures in dental practice. *Int Dent J* 2012;62(4):189-96.
12. Thai Society of Pediatric Dentistry. Safe practice in pediatric dental care. Bangkok: Thai Society of Pediatric Dentistry; 2007.
13. Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand. Annual Epidemiological Surveillance Report 2012: Severe injuries in children under 15 years old. Bangkok: The agricultural Co, Ltd.; 2012. p. 194-8.
14. Chalmers DJ, Langley JD. Epidemiology of playground equipment injuries resulting in hospitalization. *J Paediatr Child Health* 1990; 26(6):329-34.
15. Bureau of Non-Communicable Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Guidelines for injury prevention by health care facilities. Bangkok: Emotion art Co, Ltd.; 2016.
16. Dal Santo JA, Goodman RM, Glik D, Jackson K. Childhood unintentional injuries: factors predicting injury risk among preschoolers. *J Pediatr Psychol* 2004;29(4):273-83.

17. Bishai D, Trevitt JL, Zhang Y, McKenzie LB, Leventhal T, Gielen AC, *et al.* Risk factors for unintentional injuries in children: are grandparents protective? *Pediatrics* 2008;122(5):e980-7.
18. Plitponkarnpim A, Ruangchanasetr S, Thanjira S. Pediatric injuries in emergency room, Ramathibodi Hospital. *J Med Assoc Thai* 1999;82Suppl1:S168-73.
19. Levene S, Bonfield G. Accidents on hospital wards. *Arch Dis Child* 1991;66(9):1047-9.
20. Barjatya K, Vatsal A, Kambalimath HV, Kulkarni VK, Reddy NB. Pediatric dental chair vs. traditional dental chair: a pediatric dentist's poll. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2015;33(1):35-9.
21. Tung TH, Liu MC, Yang JY, Syu WY, Wu HP. Useful methods in preventing accidental falls from the bed in children at the emergency department. *Eur J Pediatr* 2009;168(11):1323-6.
22. Bagnasco A, Sobrero M, Sperlinga L, Tibaldi L, Sasso L. Accidental falls in hospitalized children: an analysis of the vulnerabilities linked to the presence of caregivers. *J Prev Med Hyg* 2010;51(2):92-6.
23. Lee YL, Yip WK, Goh BW, Chiam EP, Ng HP. Fall prevention among children in the presence of caregivers in a paediatric ward: a best practice implementation. *Int J Evid Based Healthc* 2013;11(1):33-8.
24. Stevenson M, McClure R. Use of ecological study designs for injury prevention. *Inj Prev* 2005;11(1):2-4.
25. Rivara FP. Modification of the home environment for the reduction of injuries. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158(6):513.

บทวิทยากร

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม ตอน 2: ระหว่างการรักษา Adverse Events in Pediatric Dental Care Part 2: During Treatment

พรพจน์ เพ็ญธารทิพย์¹, รชตวรรณ ลีลารังสรรค์¹, เพ็ญฤทัย ฤกษ์สมโภชน์², ศศิภา อีรติล¹, สมชัย มโนพัฒน์กุล¹,
แพรวพัชร ปัจฉิมสวัสดิ์¹

Pornpoj Fuangtharntip¹, Rachatawan Leelarungsun¹, Phaingruethai Loeksomphot², Sasipa Thiradilok¹,
Somchai Manopatanakul¹, Praewpat Pachimsawat¹

¹ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปขั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Advanced General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand

²ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลท่าม่วง จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย

²Dental Section, Thawung Hospital, Lopburi Province, Thailand

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อรวบรวมเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในขณะให้การรักษาก่อนวัยเด็กทางทันตกรรม โดยบทความตอน 1 ได้กล่าวถึงเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรักษา บทความนี้จะนำเสนอถึงเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขณะรับการรักษาที่มีความเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการรักษา ทำการสำรวจทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาก่อนวัยเด็กด้วยแบบสอบถาม โดยสอบถามถึงประสบการณ์ตรงที่เคยพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในขณะปฏิบัติงาน ภายในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมาหรือน้อยกว่า แบบสอบถามจะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์เหตุเกิดบาดแผล/บาดเจ็บของร่างกาย และการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนระหว่างการรักษาทางทันตกรรม นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละและค่าความถี่ของเหตุการณ์ รวมทั้งรายงานถึงอุปกรณ์ทางทันตกรรมและอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายที่เกี่ยวข้อง ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับการมีประสบการณ์ที่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ โดยใช้ไคสแควร์ และสถิติวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก จากผู้ตอบแบบสอบถามกลับ จำนวน 390 คน มีผู้เคยประสบเหตุการณ์การเกิดบาดแผลและการบาดเจ็บของอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งระหว่างการรักษา คิดเป็น ร้อยละ 89.23 (ร้อยละ 86.15-92.31 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) หัวกรร อุอุปกรณ์เปิดปาก และเข็มฉีดยา เป็นอุปกรณ์ที่พบเป็นสาเหตุการบาดเจ็บได้สูงสามลำดับแรก มีผู้เคยประสบเหตุการณ์การระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัสดุหรือน้ำยาเคมีร้อยละ 45.90 (ร้อยละ 40.95-50.85 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) โดยผงขัด/ผงฟอมีน และ สารกัดขนิດกรดได้รับรายงานมากที่สุด รีมฝีปากและ ตาเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายที่ได้รับรายงานว่ามีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์มากที่สุด ไม่พบปัจจัยใดของทันตแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์การพบเหตุการณ์การระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออ่อน แต่พบว่าทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลและคลินิกเอกชน มีโอกาสประสบเหตุการณ์การเกิดบาดแผลและการบาดเจ็บน้อยกว่าทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลในส่วน of ภาครัฐและสถาบันการศึกษาเป็น 0.43 เท่า (ค่าอัตราส่วนปัจจัยเสี่ยง 0.43, $p=0.016$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในผู้ป่วยเด็กขณะรับการรักษาทางทันตกรรมเกิดขึ้นได้อย่างกว้างขวาง การใช้อุปกรณ์ช่วยป้องกัน เช่น แผ่นยางกันน้ำลาย และแว่นป้องกันสายตา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งถ้าสามารถนำมาใช้ได้ ควรส่งเสริมความตระหนักรู้และวัฒนธรรมความปลอดภัยให้แก่บุคลากรทางทันตกรรมต่อไป

คำสำคัญ: การรักษาทางทันตกรรม, เด็ก, เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

Abstract

This study aimed to collect adverse events happening during pediatric dental care. The article part 1 has described non-treatment related adverse events, whereas this article presented treatment-related adverse events during treatment. A survey of the dentists who were taking care of child patients was performed using a questionnaire asking their direct experience on any kind of adverse events throughout their working period but within the past 10 years. Experiences on body wounds/injury and soft tissue irritation that were related to dental treatment were asked. Percentage and frequencies on their experienced cases, as well as types of dental objects and parts of body involved, were described. Association between factors of the respondents and their experiences of cases was assessed by Chi-square and logistic regression. Among 390 respondents, 89.23 % experienced any kind of body wounds/injury during pediatric dental treatment (95 % confidence interval (CI), 86.15-92.31): burs, mouth gag and needle of syringe were the top three of most common instruments involved. Soft tissue irritation was reported by 179 respondents (45.90 % with 95 % CI, 40.95-50.85): prophylaxis paste/pumice and etchant were most commonly reported. Lip and eye were parts of body that were most frequently involved in adverse events. No other association between experiences on soft tissue irritation and the dentists' demographic data was found, whereas dentists working in private hospitals and clinics tended to experience fewer body wounds/injury during dental treatment than those in public hospitals and dental schools (odds ratio: 0.43, $p=0.016$). The study indicates that many kinds of adverse events actually occur during pediatric dental care. Protective equipment, such as rubber dam and protective eye-glasses, can be useful, if possibly applicable. Awareness and culture of patient safety should be raised among dental professionals.

Keywords: Dental treatment, Children, Adverse event

Received Date: Nov 18, 2020

Revised Date: Dec 22, 2020

Accepted Date: Feb 4, 2021

Doi: 10.14456/jdat.2021.24

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

พรพจน์ เพ็ญธารทิพย์, ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 6 ถนนโยธี ราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 0-2200-7853 อีเมล: pornpoj.fun@mahidol.ac.th

Correspondence to:

Pornpoj Fuangthamthip, Department of Advanced General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, 6 Yothi Road, Rajathevee, Bangkok, 10400 Thailand. Tel: 0-2200-7853 E-mail: pornpoj.fun@mahidol.ac.th

บทนำ

ตามทฤษฎีการอนามัยโลกได้พยายามนำนโยบายความปลอดภัยของผู้ป่วยมาเป็นนโยบายระดับโลกสำหรับการดูแลสุขภาพ โดยทั่วไป มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า การบริการรักษาในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลในประเทศที่มีรายได้ต่ำหรือรายได้ปานกลาง มีอัตราการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ประมาณร้อยละ 8 ซึ่งในเหตุการณ์เหล่านี้สามารถป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ถึงร้อยละ 83 ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด^{2,3} มีองค์กรวิชาชีพทางสุขภาพต่าง ๆ ในประเทศไทย รวมทั้งทันตแพทยสภาได้จัดตั้งคณะกรรมการศึกษาและพัฒนามาตรฐาน

ด้านความปลอดภัยการให้บริการทางทันตกรรม จนกระทั่งมีการออกแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมพ.ศ. 2558 มีเนื้อหาความปลอดภัยแบ่งเป็น 5 เป้าหมายใหญ่ โดยหนึ่งในเป้าหมายนั้นคือการรักษาอย่างปลอดภัย (safe treatment)⁴ ภายใต้เป้าหมายการรักษาทันตกรรมอย่างปลอดภัยนี้ มีการกล่าวถึง ความปลอดภัยในผู้ป่วยเด็ก และเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงจะเกิดอุบัติเหตุ เช่น การบูรณะฟัน การรักษาคอลงรากฟัน การถอนฟัน อย่างไรก็ตาม ไม่พบว่ามีกรกล่าวถึงข้อมูลรายละเอียดของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้แต่อย่างใด

โดยทั่วไป การรักษาทางทันตกรรมที่ปลอดภัยมักมุ่งเน้นไปในเรื่องการป้องกันการเกิดภาวะฉุกเฉินจากปัญหาสุขภาพทั่วไปของผู้ป่วยเอง หรือการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการรักษาซึ่งมักเป็นสาเหตุที่นำไปสู่ความบาดเจ็บและความสูญเสียที่รุนแรง โดยข้อมูลการเกิดภาวะฉุกเฉินและภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว รวมไปถึงการดูแลสภาวะเหล่านี้มีอยู่ในบทความวิชาการต่าง ๆ อย่างมากมาย⁵ แต่พบว่ามีการศึกษาจำนวนน้อยที่รายงานถึงเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยระหว่างการรับการรักษาทางทันตกรรม ทั้งในและต่างประเทศ จึงทำให้การวางมาตรการป้องกันและจัดการความเสี่ยงเกิดขึ้นได้ยากในทางปฏิบัติจริง^{6,7}

ผู้ป่วยเด็กเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ เนื่องจากลักษณะนิสัยที่ซุกซนตามวัย ความไม่พร้อมทางร่างกายที่จะปกป้องหรือตอบสนองต่ออันตรายที่เกิดขึ้น และอาจรวมถึงความไม่คุ้นเคยในการดูแลผู้ป่วยเด็กของทันตแพทย์⁸ คณะผู้ศึกษามีความสนใจที่จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมเท่าที่จะรวบรวมได้ โดยแบ่งข้อมูลการศึกษาไว้เป็น 2 ส่วนใหญ่ตามช่วงเวลาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนี้ ก. เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษาทางทันตกรรม (ในบทความตอน 1) และ ข. เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษา (ในบทความนี้) ทั้งนี้ ในรายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษาจะเป็นลักษณะเหตุการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนกระบวนการรักษา แต่ในบทความตอนนี้จะกล่าวถึงเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขณะที่อยู่ในขั้นตอนการรักษา แต่ไม่รวมถึงภาวะฉุกเฉินหรือภาวะแทรกซ้อนจากการรักษาแต่อย่างใด ทั้งนี้ เพื่อให้ทราบเป็นเบื้องต้นถึงความเสี่ยงของเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นจริง ลักษณะของการเกิด และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงแนวทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมได้ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวาง (cross-sectional analytical study) ประชากร คือ ทันตแพทย์ที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กในประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เพื่อสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 – มกราคม พ.ศ. 2561 โดยได้ทำการเก็บข้อมูลรวมไปกับการศึกษาเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมก่อนเริ่มการรักษา (บทความตอน 1) ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ ทันตแพทย์ทั่วไป ทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาต่าง ๆ และทันตแพทย์เฉพาะทางทันตกรรมสำหรับเด็ก ที่ให้การรักษาทางทันตกรรมต่อผู้ป่วยเด็กในประเทศไทยที่ตอบกลับแบบสอบถามมาจำนวน 390 คน

มีเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกเช่นเดียวกับการศึกษาในตอน 1 การศึกษาวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของคณะทันตแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (รหัสโครงการ COA MU-DT/PY-IRB 2017/0011301 เมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2560)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถามซึ่งจัดทำเพื่อสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ก่อนและขณะให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม โดยรวบรวมข้อมูล เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง⁹ และนำข้อมูลสำรวจของชมรมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย (ปัจจุบันคือ สมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย) ในปี พ.ศ. 2550 มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำแบบสอบถาม¹⁰ แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เพื่อเก็บข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่หนึ่ง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มการรักษา (ในบทความตอน 1) และ ช่วงที่สอง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษา (ในบทความฉบับนี้) ทั้งนี้ คำชี้แจงในการให้ข้อมูลเน้นย้ำให้ตอบว่า “เคยประสบ” เฉพาะเหตุการณ์ที่พบเห็นโดยตรงกับตนเองเท่านั้น ในช่วงเวลาไม่เกิน 10 ปี หรือตามช่วงเวลาที่ได้ปฏิบัติงานมาหากเคยปฏิบัติงานผ่านมาน้อยกว่า 10 ปี โดยข้อมูลเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษา แบ่งตามลักษณะเหตุการณ์การเกิดเป็นหัวข้อ ดังนี้ ก) บาดแผล/การบาดเจ็บจากวัสดุ-อุปกรณ์ทันตกรรม ข) การระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัตถุหรือน้ำยาเคมี โดยเปิดโอกาสให้ผู้ให้ข้อมูลระบุลักษณะเหตุการณ์และอวัยวะที่ได้รับการบาดเจ็บหรือระคายเคืองตามแต่ความสนใจ

ผู้วิจัยเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบพิจารณาตามความสะดวก (convenience sampling) โดยส่งแบบสอบถามเป็น 2 ช่องทาง ช่องทางที่ 1 ส่งแบบสอบถามผ่านสมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทยไปยังสมาชิกสมาคม จำนวน 900 ฉบับ ช่องทางที่ 2 ส่งแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ไปกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาลชุมชน สถาบันการศึกษา คลินิก และโรงพยาบาลเอกชน เพื่อขอความร่วมมือส่งต่อและกระจายแบบสอบถามไปยังทันตแพทย์ในสังกัดที่ดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรม จำนวน 50 ฉบับ เช่นเดียวกับการศึกษาในตอน 1

วิเคราะห์การประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ และอวัยวะที่ได้รับรายงานการบาดเจ็บและระคายเคือง ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 22.0 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการแปลผลข้อมูล โดยการแจกแจงเป็นค่าความถี่ ค่าร้อยละ และคำนวณช่วงเชื่อมั่นที่ 95 % (confidence interval 95 %) หลังจากนั้น วิเคราะห์หา

ความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับการมีประสบการณ์ที่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการรักษา โดยใช้ไคสแควร์ (Chi-square) และการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) โดยกำหนดให้มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการศึกษา

จากแบบสอบถามที่ได้รับการตอบกลับมาและให้ข้อมูลว่าเป็นทันตแพทย์ผู้ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็ก มีจำนวน 390 คน

ผู้ศึกษาแบ่งเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ตามลักษณะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นหัวข้อดังนี้ ก) บาดแผล/การบาดเจ็บจากวัสดุหรืออุปกรณ์ทันตกรรม ข) การระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัตถุหรือน้ำยาเคมี

ข้อมูลการเกิดบาดแผลและการบาดเจ็บของอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งระหว่างการรักษา พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลว่าเคยประสบเหตุการณ์ คิดเป็น ร้อยละ 89.23 (ร้อยละ 86.15-92.31 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) เมื่อจำแนกตามวัสดุ-อุปกรณ์ทันตกรรมที่เป็นสาเหตุ ได้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บาดแผล/การบาดเจ็บระหว่างการรักษาทางทันตกรรมแบ่งแยกตามสาเหตุ

Table 1 Wounds/injury during dental treatment categorized by cause

Cause of wounds/injury	Experienced (N=390)		1 time	2-5 times	>5 times	95% CI
	n	(%)				
Bur	269	(68.97)	84	147	38	64.38-73.57
Mouth gag	217	(55.64)	60	97	60	50.71-60.57
Needle of syringe	175	(44.87)	85	81	9	39.94-49.81
Suction (tip)	147	(37.69)	43	82	22	32.88-42.50
Explorer	124	(31.79)	59	57	8	27.17-36.42
Elevator	113	(28.97)	60	48	5	24.47-33.48
Rubber cup	68	(17.44)	27	35	6	13.67-21.20
Papoose board	32	(8.21)	19	11	2	5.48-10.93
Others*	18	(4.62)				2.53-6.70
All wounds/injury	348	(89.23)				86.15-92.31

*Others include abrasive disc (n=5), band pusher & band seater (n=5), extraction forceps (n=2), matrix band (n=2), ultrasonic scaler (n=1) and scalpel blade (n=1).

Abbreviation: CI, confidence of interval

พบว่า หัวกรอ (bur) เป็นสาเหตุของการเกิดบาดแผลมากที่สุด โดยได้รับการรายงานจากผู้ตอบแบบสอบถาม ร้อยละ 68.97 ถัดมาคือ อุปกรณ์เปิดปาก (mouth gag) ร้อยละ 55.64 ของผู้ตอบแบบสอบถามเคยประสบเหตุ เข็มฉีดยา ร้อยละ 44.87 ปลายที่ดูดน้ำลาย (suction tip) ร้อยละ 37.69 เครื่องมือตรวจฟัน (explorer) ร้อยละ 31.79 เครื่องมือแซะ (elevator) ร้อยละ 28.97 และถ้วยขัดยาง (rubber cup) ร้อยละ 17.44 ตามลำดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามเคยพบเหตุทำให้เกิดบาดแผล มากกว่าหนึ่งครั้งเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ ยังมีวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดบาดแผลและการบาดเจ็บได้ในผู้ป่วยเด็ก เช่น แผ่นกระดานรัดตัว (papoose board)

แผ่นขัดฟัน (abrasive disc) อุปกรณ์ดันแถบรัด (band pusher & band seater) คีมถอนฟัน (extraction forceps) แถบเมทริกซ์ (matrix band) หัวเครื่องดูดหินน้ำลายแบบความถี่เหนือเสียง (ultrasonic scaler tip) และมีดผ่าตัด

ข้อมูลการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัตถุหรือน้ำยาเคมีที่ใช้ในระหว่างการรักษา พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลว่าเคยประสบเหตุการณ์ลักษณะนี้ ร้อยละ 45.90 (ร้อยละ 40.95-50.85 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) เมื่อจำแนกตามวัสดุ-อุปกรณ์ทันตกรรมที่เป็นสาเหตุการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อน พบได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนระหว่างการรักษาทางทันตกรรมแบ่งแยกตามสาเหตุ

Table 2 Soft tissue irritation during dental treatment categorized by cause

Cause of irritation	Experienced (N=390)		1 time	2-5 times	>5 times	95% CI
	n	(%)				
Prophylaxis paste/pumice	117	(30.00)	38	54	25	25.45-34.55
Etchant	79	(20.26)	29	40	10	16.27-24.25
Amalgam fragment	52	(13.33)	12	27	13	9.96-16.71
Root canal irrigant	35	(8.97)	25	9	1	6.14-11.81
Sealant	34	(8.72)	12	15	7	5.92-11.52
Acrylic chip	29	(7.44)	12	16	1	4.83-10.04
Metal chip from cutting SSC	10	(2.56)	8	1	1	1.00-4.13
Others*	6	(1.54)				0.32-2.76
All kinds of irritation	179	(45.90)				40.95-50.85

*Others include wire cut (n=2), zinc oxide eugenol (n=1), bonding agent (n=1), anesthetic (n=1) and fluoride gel (n=1).

Abbreviations: CI, confidence of interval; SSC, stainless steel crown.

ผงขัด/ผงพัมมิช (prophylaxis paste/pumice) พบเป็นสาเหตุทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออ่อนได้มากที่สุด ร้อยละ 30.00 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ถัดมาคือ สารกัดชนิดกรด (etchant) ร้อยละ 20.26 เศษชิ้นอะมัลกัม (amalgam fragment) ร้อยละ 13.33 น้ำยาล้างคลองรากฟัน (root canal irrigant) ร้อยละ 8.97 สารซีลแลนต์ (sealant) ร้อยละ 8.72 และเศษกรออะคริลิก ร้อยละ 7.44

ตามลำดับ โดยวัตถุหรือน้ำยาเคมีทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนมากกว่าหนึ่งครั้งเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีวัตถุหรือน้ำยาเคมีอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการระคายเคือง เช่น เศษโลหะจากการตัดครอบฟันเหล็ก ไร้นิม เศษลวดที่ถูกตัด ชิงกออกไซด์ยูจินอล สารยึดติด (bonding agent) ยาชา และฟลูออไรด์เจล

ตารางที่ 3 อวัยวะส่วนจากร่างกายที่ได้รับการระบุ เกี่ยวข้องกับบาดแผล/การบาดเจ็บ และการระคายเคือง ระหว่างการรักษาทางทันตกรรม

Table 3 Parts of body reported to get involved in wounds/injury and irritation during dental treatment

Adverse event	Parts of body involved	Frequency by reports	Reported cause
Wounds/injury (n=161)*	Lip	74	Bur/Mouth gag/ Needle of syringe
	Tongue/floor of mouth	50	Bur/Suction tip
	Buccal mucosa/gingiva	33	Bur/Needle of syringe
	Palate	8	Elevator/Band pusher
	Wrist/arm	7	Papoose board/Needle of syringe
	Cheek	6	Needle of syringe/Explorer
Irritation (n=45)*	Eye	36	Prophylaxis paste/Etchant/Sealant/ Bonding agent/Fluoride gel/ Anesthetic/Amalgam fragment/ Acrylic chip/Metal chip from SSC
	Facial skin	6	Etchant/ Root canal irrigant
	Lip	4	Etchant/ Root canal irrigant
	Oral mucosa	4	Root canal irrigant
	Tongue	1	Etchant

* Number of the respondents who had reported the relevant injured/irritated parts of body.

Abbreviations: SSC, stainless steel crown.

เมื่อนำข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับอวัยวะส่วนของร่างกายที่เกิดบาดแผล/การบาดเจ็บ และได้รับการระคายเคืองมาจัดเรียงตามความถี่ของการรายงาน พบได้ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีผู้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ/การบาดเจ็บจำนวน 161 คน (n=161) พบว่า ริมฝีปากเป็นอวัยวะที่ได้รับรายงานการบาดเจ็บสูงที่สุด (n=74) เกิดการบาดเจ็บจากหัวกรอ อุปกรณ์เปิดปาก เข็มฉีดยา เป็นส่วนใหญ่ อวัยวะที่เกิดบาดแผล/การบาดเจ็บถัดมาคือ ลิ้นและพื้นปาก (tongue/floor of mouth: n= 50) เกิดจากหัวกรอ และปลายของที่ดูดน้ำลาย เยื่อเมือกข้างแก้ม/เหงือก (buccal mucosa/gingiva: n=33) ได้รับรายงานว่าเกิดบาดเจ็บจากหัวกรอ และเข็มฉีดยา อวัยวะอื่น ๆ ที่ได้รับบาดเจ็บ ได้แก่ เพดานปาก (n=8) จากเครื่องมือแชและ อุปกรณ์ดันแถบรัด ข้อมือ/แขน (n=7) จากการใส่แผ่นกระดานรัดตัว เข็มฉีดยา แก้ม (n=6) จากเข็มฉีดยา เครื่องมือตรวจฟัน สำหรับอวัยวะส่วนของร่างกายที่เกิดการระคายเคืองจากวัตถุหรือน้ำยาเคมี ระหว่างการรักษาทันตกรรม มีผู้ระบุรายละเอียดจำนวน 45 ราย (n=45) ให้ข้อมูลว่า ตาเป็นอวัยวะที่เกิดเหตุการณ์ระคายเคืองจากวัตถุหรือน้ำยาเคมีสูงที่สุด (n=36) โดยเกิดจาก ผงขัด/ผงฟิมิช สารกัดขนิດกรด เป็นส่วนใหญ่ และมีผู้ให้ข้อมูลบางส่วนระบุถึง สารซิลแลนต์ สารยึดติด ฟลูออไรด์เจล ยาชา เศษชิ้นอะมัลกัม

เศษกรออะคริลิก และเศษโลหะจากการตัดครอบฟันเหล็กไร้สนิม ที่กระเด็นเข้าตา ทั้งนี้ ไม่มีข้อมูลรายละเอียดถึงความรุนแรงของเหตุการณ์ แต่มีผู้ตอบแบบสอบถามหนึ่งรายแจ้งว่า ต้องนำส่งผู้ป่วยไปยังหน่วยฉุกเฉินของโรงพยาบาลเพื่อเย็บเศษกรออะคริลิกออกจากตา อวัยวะที่เกิดเหตุการณ์ระคายเคืองจากวัตถุหรือน้ำยาเคมีในลำดับรองลงมาคือ ผิวหนังบริเวณใบหน้า (n=6) ริมฝีปาก (n=4) เยื่อเมือกช่องปาก (n=4) ลิ้น (n=1) โดยเกิดจากสารกัดขนิດกรด และ น้ำยาล้างคลองรากฟัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับการมีประสบการณ์ที่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการรักษาดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าสถานที่ปฏิบัติหลักของทันตแพทย์ผู้ให้ข้อมูลมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์การพบเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดบาดเจ็บ-บาดเจ็บขณะรับการรักษา คือทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลเอกชนและคลินิกเอกชน มีโอกาสประสบเหตุการณ์น้อยกว่าทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลในส่วนภูมิภาค รัฐและสถาบันการศึกษา เป็น 0.43 เท่า (odds ratio 0.43, $p=0.016$) ส่วนเหตุการณ์การระคายเคืองต่ออวัยวะและเนื้อเยื่ออ่อน ไม่พบว่าปัจจัยใดของทันตแพทย์ผู้ให้ข้อมูลมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์การประสบเหตุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของตัวแปรข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม กับประสบการณ์พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ระหว่างการรักษาทางทันตกรรม

Table 4 Association of demographic variables of the respondents and experiences with adverse events during dental treatment

		Wounds/injury			Soft tissue irritation		
Variables		Experienced	OR (95% CI)	p value	Experienced	OR (95% CI)	p value
N = 390		(n=348)			(n=179)		
Gender							
Male	78	65 (18.7%)	Ref		30 (16.8%)	Ref	
Female	312	283 (81.3%)	1.95 (0.96-3.96)	0.064	149 (83.2%)	1.46 (0.88-2.43)	0.142
Age# (n=373)							
≤ 35 y	256	226 (68.3%)	Ref		109 (63.7%)	Ref	
>35 y	117	105 (31.7%)	1.16 (0.57-2.36)	0.679	62 (36.3%)	1.52 (0.98-2.36)	0.062
Working years							
≤10 y	288	258 (74.1%)	Ref		126 (73.8%)	Ref	
>10 y	102	90 (25.9%)	0.87 (0.43-1.78)	0.706	53 (29.3%)	1.39 (0.88-2.19)	0.153
Workplace							
Public hospital/dental school	308	281 (80.7%)	Ref		138 (77.1%)	Ref	
Private hospital/clinic	82	67 (19.3%)	0.43 (0.22-0.85)	0.016*	41 (22.9%)	1.23 (0.76-2.01)	0.402
Practice							
General practice/other specialties	220	198 (56.9%)	1.20 (0.63-2.28)	0.578	101 (56.4%)	1.00 (0.67-1.50)	0.996
Pediatric dentistry	170	150 (43.1%)	Ref		78 (43.6%)	Ref	
Education							
DDS	179	155 (44.5%)	Ref	0.124	76 (42.5%)	Ref	0.210
Post-graduate & others	211	193 (55.5%)	1.66 (0.87-3.17)		103 (57.5%)	1.29 (0.87-1.93)	

Abbreviations: CI, confidence of interval; Ref, reference.

*Significant difference at $p<0.05$

#Age group having 17 missing respondents.

บทวิจารณ์

การศึกษาสำรวจถึงการปฏิบัติตนของทันตแพทย์ไทยด้านความปลอดภัยในการรักษาทางทันตกรรม ในปี 2561 พบว่าทันตแพทย์ส่วนใหญ่ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรมเป็นอย่างดี¹¹ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบว่ามีรายงานข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมในประเทศไทยเลย การศึกษาครั้งนี้พบว่า ทันตแพทย์ไทยที่ให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กเคยประสบเหตุการณ์เกิดบาดแผลและบาดเจ็บต่ออวัยวะในระหว่างการรักษา คิดเป็น ร้อยละ 89.23 (ร้อยละ 86.15-92.31 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) เคยประสบเหตุการณ์ระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัสดุหรือน้ำยาเคมี คิดเป็น ร้อยละ 45.90 (ร้อยละ 40.95-50.85 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) โดยส่วนใหญ่รายงานว่า เคยประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์เหล่านั้นมากกว่าหนึ่งครั้ง

ที่ผ่านมา พบรายงานเรื่องเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็กน้อยมากทั้งในและต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2550 ชมรมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย (ปัจจุบันคือ สมาคมทันตกรรมเด็กแห่งประเทศไทย) ได้ทำสำรวจเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในการดูแลผู้ป่วยเด็ก และเผยแพร่ผลการสำรวจลงในหนังสือของชมรม¹⁰ รายงานว่า เหตุการณ์เกิดบาดแผลและบาดเจ็บต่ออวัยวะในระหว่างการรักษา พบได้ร้อยละ 71.2 (การศึกษานี้ร้อยละ 89.23) และเหตุการณ์ระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัสดุหรือน้ำยาเคมี พบได้ร้อยละ 28.8 (การศึกษานี้ร้อยละ 45.90) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบได้ว่า สัดส่วนทันตแพทย์ที่ประสบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ทั้งสองประเภทเหตุการณ์สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรายงานการประสบเหตุการณ์ระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนจากวัสดุหรือน้ำยาเคมี พบมากขึ้นเกือบเท่าตัว

จากข้อมูลบาดแผลและการบาดเจ็บจากวัสดุทางทันตกรรมระหว่างการรักษา หัวกรอเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บสูงสุด (ร้อยละ 68.97) และพบได้ว่าทันตแพทย์ที่รายงานเหตุการณ์มากกว่าสองในสาม (185 คน จาก 269 คน) เคยพบเหตุการณ์นี้หลายครั้ง ทั้งนี้ อวัยวะที่ได้รับรายงานว่าเกิดบาดเจ็บจากหัวกรอมากที่สุดคือ ริมฝีปาก ลิ้น และแก้ม แม้ว่ายังไม่เคยมีการศึกษาการใช้แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam) ระหว่างให้การรักษาในกลุ่มทันตแพทย์ไทยอย่างเป็น ข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้สันนิษฐานได้ว่า การใช้แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam) ป้องกันในระหว่างให้การรักษาผู้ป่วยเด็กยังมีไม่มากนัก จึงทำให้พบเหตุการณ์บาดเจ็บจากหัวกรอเป็นจำนวนมาก แม้มีข้อแนะนำอยู่ในข้อย้อย ST5.3 ในแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางทันตกรรม พศ. 2558 เป้าหมาย ST5 “ในผู้ป่วยเด็กที่ไม่ให้ความร่วมมือควรใช้แผ่นยางกันน้ำลาย ในหัตถการ

ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุหรือมีน้ำและสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในทางเดินหายใจ”⁴ รายงานในต่างประเทศพบว่า ทันตแพทย์เด็กส่วนใหญ่ยังคงไม่ใช้แผ่นยางกันน้ำลายอยู่ในการปฏิบัติงานจริง แม้มีบทเรียนที่สอนในหลักสูตรทันตแพทยศาสตรบัณฑิตมาอย่างยาวนานแล้ว¹² การศึกษาในประเทศอังกฤษรายงานการใช้แผ่นยางกันน้ำลายป้องกันระหว่างการรักษาทันตกรรมในผู้ป่วยเด็กอยู่ระหว่างร้อยละ 45-68 เท่านั้น¹³ ทำให้เชื่อได้ว่า หากมีการรณรงค์การใช้แผ่นยางกันน้ำลายอย่างจริงจังในประเทศไทย จะช่วยลดเหตุบาดเจ็บจากหัวกรอลงได้เป็นอย่างดี

อุปกรณ์เปิดปาก ได้รับรายงานเป็นอุปกรณ์ทางทันตกรรมที่ทำให้เกิดบาดแผลและการบาดเจ็บแก่ผู้ป่วยเด็กมากเป็นลำดับที่สอง (ร้อยละ 55.64) โดยอวัยวะที่ได้รับรายงานว่าเกิดบาดแผลและบาดเจ็บสูงจากอุปกรณ์เปิดปาก คือ ริมฝีปาก ทั้งนี้ เนื่องจากการปฏิบัติงานของทันตแพทย์ในผู้ป่วยเด็กมักไม่ได้รับความร่วมมือทันตแพทย์จึงมักใช้อุปกรณ์เปิดปาก โดยหลายโอกาส ใช้ร่วมกับยาชาเฉพาะที่และแผ่นยางกันน้ำลาย ทำให้ไม่สามารถมองเห็นบริเวณที่อุปกรณ์เปิดปากเข้าไปกดทับริมฝีปากได้ดี อีกทั้งผู้ป่วยเด็กอาจไม่รับรู้การกดริมฝีปากของตนเองเนื่องจากมีอาการชา หรือไม่สามารถแจ้งเหตุความเจ็บปวดได้ดีนัก¹⁴ จึงเป็นหน้าที่ของทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์ที่ต้องใช้ความระมัดระวังและการสังเกตเป็นระยะ ๆ นอกจากนั้น การใส่แผ่นผ้าก๊อชรองเพื่อดันรั้งริมฝีปากออกจากแกนกันอุปกรณ์เปิดปาก อาจเป็นการป้องกันริมฝีปากเข้ามาถูกหนีบกดได้อีกทางหนึ่ง

เข็มฉีดยาเป็นอุปกรณ์ลำดับที่สาม (ร้อยละ 44.87) ที่ถูกรายงานว่าก่อให้เกิดบาดแผลและการบาดเจ็บระหว่างการรักษา โดยผู้ให้ข้อมูลรายงานว่า ริมฝีปาก แขน และแก้ม เป็นอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บจากเข็มฉีดยาโดยไม่ตั้งใจ ทั้งนี้ เนื่องจากผู้ป่วยเด็กมักไม่สามารถควบคุมอารมณ์และการเคลื่อนไหวของตัวเองได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่มีความกลัวและความกังวล ทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์ควรได้รับการฝึกฝนมาอย่างเชี่ยวชาญให้ประเมินลักษณะและพฤติกรรมของผู้ป่วยเด็ก และสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวเพื่อการป้องกัน (protective stabilization) ในขณะการทำหัตถการที่มีความเสี่ยง เพื่อลดการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์^{4,15}

อุปกรณ์ที่ได้รับรายงานว่าก่อให้เกิดบาดแผลและการบาดเจ็บในลำดับต่อมา ได้แก่ ปลายของที่ดูดน้ำลาย (ร้อยละ 37.69) เครื่องมือตรวจฟัน (ร้อยละ 31.79) ทั้งนี้ อุปกรณ์ทั้งสองอย่างนี้เป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนและมีความจำเป็นสูง ดังนั้น ทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์จึงจำเป็นต้องเพิ่มความระมัดระวังในการใช้ให้มากขึ้น ในลำดับต่อไป

ผู้ให้ข้อมูลรายงานถึงเครื่องมือแซะ (ร้อยละ 28.97) ที่ใช้ในขณะถอนฟัน โดยได้รับการระบุว่าจะเกิดการสั่นไถลไปกระทบเพดานปากขณะทำงาน การทำงานของทันตแพทย์ขณะใช้อุปกรณ์ที่ต้องใส่แรงลงไปมาก จำเป็นต้องมีตำแหน่งพักมือ (rest) ที่เหมาะสมเสมอ เพื่อป้องกันการสั่นไถล จะเห็นได้ว่า ลักษณะการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และอุปกรณ์ที่เป็นสาเหตุมีความหลากหลาย และเหตุมักจะเกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิด การจัดบทเรียนในหลักสูตรทันตแพทยศาสตรบัณฑิต ในเรื่องโอกาสความเสี่ยงของอุปกรณ์ที่ใช้ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรม การอบรมให้ความรู้ความเข้าใจต่อทันตแพทย์ผู้ปฏิบัติงาน ผ่านการศึกษาต่อเนื่อง อาจเป็นอีกมาตรการหนึ่งในการสร้างความตระหนักถึงอันตรายจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการรักษาทางทันตกรรม เหล่านี้ได้^{16,17}

ในด้านการบาดเจ็บจากการกระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อน จากวัตถุหรือน้ำยาเคมีที่ใช้ในระหว่างการรักษา ผงขัด/ผงพัมมิช ได้รับรายงานว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดระคายเคืองได้บ่อยที่สุด (ร้อยละ 30.00) โดยมีผู้ระบุว่า เคยพบเหตุการณ์ผงขัด/ผงพัมมิชเข้าตาบ่อยที่สุด ทั้งนี้ ไม่มีรายงานระดับความรุนแรงของการระคายเคืองที่เกิดขึ้น โดยปกติ ทันตแพทย์มักพิจารณาว่า เมื่อมีผงขัด/ผงพัมมิชเข้าตาแล้ว หากได้รับการดูแลล้างดวงตาอย่างเพียงพอ ไม่น่าจะนำไปสู่ผลเสียที่รุนแรงต่อไปได้ อย่างไรก็ตาม มีรายงานแสดงให้เห็นถึงผลเสียหายที่รุนแรงจากเหตุสิ่งแปลกปลอม เช่น ผงขัดเข้าตา บางครั้งจะติดบนเยื่อบุด้านในของตาทำให้เกิดการลอกของกระจกตา มีอาการเคืองตาอย่างมาก และอาจเกิดการติดเชื้อในตาต่อไปได้^{18,19} ดังนั้น หากล้างตาด้วยน้ำสะอาดแล้ว ไม่สามารถนำสิ่งแปลกปลอมออกมาได้ ทันตแพทย์จำเป็นต้องส่งผู้ป่วยไปพบแพทย์เพื่อรับการตรวจรักษาต่อไป

วัตถุและน้ำยาเคมีที่ทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนในลำดับถัดมา คือ สารกัดขนิດกรด (ร้อยละ 20.26) เศษชิ้นอะมัลกัม (ร้อยละ 13.33) น้ำยาล้างคลองรากฟัน (ร้อยละ 8.97) สารซิลแลนต์ (ร้อยละ 8.72) และเศษกรออะคริลิก (ร้อยละ 7.44) ตามลำดับ โดยอวัยวะที่ได้รับเหตุการณ์ระคายเคืองมากที่สุดคือ ตา และผิวหนังบริเวณใบหน้า มีการศึกษาในประเทศอังกฤษจากการสำรวจทันตแพทย์ทั่วไปจำนวน 138 คน พบว่าร้อยละ 48 ของทันตแพทย์เคยประสบเหตุผู้ป่วยเกิดระคายเคืองตาจากการรักษาทางทันตกรรม โดยพบว่าวัสดุที่กระเด็นเข้าตามากที่สุดคือ อะมัลกัม รองลงมาคือ เศษผงอะคริลิก และการกระเด็นของน้ำยาเคมี¹⁸ แม้วัสดุที่พบว่ากระเด็นเข้าตามากที่สุด จะไม่ตรงกับการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยเด็กของเราครั้งนี้ แต่จะเห็นได้ว่า ตาเป็นอวัยวะที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดจากการสัมผัสกับวัตถุและน้ำยาเคมีทางทันตกรรม การระมัดระวังป้องกันอวัยวะตาและใบหน้าในขณะให้การรักษาในผู้ป่วยเด็กจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งจากการสำรวจในต่างประเทศ พบว่า ผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมสวม

ใส่แว่นป้องกัน ร้อยละ 20-52 ในขณะรับการรักษา เพื่อช่วยป้องกันการเกิดอันตรายของตาจากวัสดุทางทันตกรรม และช่วยป้องกันการติดเชื้อจากละอองฝอยในห้องรักษาได้อีกทางหนึ่ง^{19,20} นอกจากนั้น การฝึกฝนการทำงานระหว่างทันตแพทย์กับผู้ช่วยทันตแพทย์ ควรให้ความสำคัญไปกับการหลีกเลี่ยงการส่งอุปกรณ์หรือน้ำยาเคมีบริเวณเนื้อใบหน้าและดวงตาของผู้ป่วยอย่างจริงจัง

จากการวิเคราะห์ปัจจัยของทันตแพทย์ผู้ให้ข้อมูลพบว่า ทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลและคลินิกเอกชน มีโอกาสพบเหตุการณ์การเกิดบาดเจ็บและการบาดเจ็บจากวัสดุทางทันตกรรม ได้น้อยกว่าทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลในส่วนของภาครัฐ และสถาบันการศึกษา ในที่นี้ ผู้วิจัยขอให้ความหมายในประเด็นนี้ได้เป็น 2 ทาง คือ 1) ความชุกการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขณะรักษาทางทันตกรรมในโรงพยาบาลและคลินิกเอกชนมีน้อยกว่าจริง หรือ 2) ทันตแพทย์ที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาลในส่วนของภาครัฐ และสถาบันการศึกษามีความตระหนักถึงเหตุการณ์มากกว่า เนื่องจากมีข้อปฏิบัติในการเขียนรายงานอุบัติการณ์จากระบบโรงพยาบาล และทำให้จดจำเหตุการณ์ได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานการศึกษา และหลักฐานแสดงอื่น ๆ ที่จะนำมาซึ่งข้อสรุปในประเด็นนี้ได้

จากเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติของบุคลากรทางการแพทย์ นอกจากจะทำให้เกิดผลเสียต่อตัวผู้ป่วยเองแล้ว ยังมีผลต่อสภาพจิตใจ และผลกระทบต่อการปฏิบัติของตัวทันตแพทย์ที่เกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้²¹ แม้ในปัจจุบัน สถานพยาบาลในหน่วยงานรัฐและเอกชนพยายามผลักดันให้มีการดำเนินการด้านความปลอดภัยของผู้ป่วยมากขึ้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ และเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ผ่านเป้าหมายการจัดการความเสี่ยง ภายใต้การรับรองคุณภาพโรงพยาบาล (hospital accreditation) โดยสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน) หรือการพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยทางทันตกรรมของทันตแพทย์สภา แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดีดีที่สุดคือการทำให้บุคลากรทางสาธารณสุขมีความตระหนักและมีวัฒนธรรมความปลอดภัยของผู้ป่วยอยู่ตลอดเวลา^{22,23}

ข้อมูลจากรายงานครั้งนี้ แสดงให้เห็นในภาพรวมของการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ระหว่างการดูแลทางทันตกรรมในกลุ่มผู้ป่วยเด็กเท่าที่สามารถเก็บข้อมูลในระดับประเทศมาได้ แต่ยังมีข้อจำกัดของการศึกษาเนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการจดจำของผู้ตอบแบบสอบถาม ไม่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีการบันทึกโดยตรง หากในอนาคต ทุกสถานพยาบาลทางทันตกรรมมีการเก็บข้อมูลจากรายงานอุบัติการณ์ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง จะทำให้ได้รับข้อมูลความเสี่ยง ความชุก และลักษณะของเหตุการณ์ได้ดียิ่งขึ้น และนำไปสู่การป้องกันแก้ไขที่ตรงสาเหตุมากขึ้น นอกจากนั้น เนื่องจาก

ในปัจจุบัน มีผู้ป่วยสูงอายุเข้ามารับการรักษาบริการทางทันตกรรมจำนวนมากขึ้น และเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ การศึกษาเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ระหว่างการดูแลทางทันตกรรมในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุ จึงมีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน

บทสรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ในผู้ป่วยเด็กขณะรับการรักษาทางทันตกรรมเกิดขึ้นได้อย่างกว้างขวาง มีลักษณะและสาเหตุการเกิดที่หลากหลาย หัวข้อเป็นอุปกรณที่ทำให้เกิดบาดเจ็บและการบาดเจ็บได้สูงที่สุด โดยอวัยวะที่ได้รับการบาดเจ็บสูงที่สุดคือ ริมฝีปาก ผงขัดฟันมีขเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่ออ่อนได้สูงที่สุด โดยตาเป็นอวัยวะที่ได้รับรายงานว่าเกิดการระคายเคืองมากที่สุด ทันตแพทย์ทุกคนควรตระหนักและรับรู้ความเสี่ยงเพื่อเตรียมหามาตรการทางด้านความปลอดภัยที่เพียงพอในการดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กทางทันตกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศไทย และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ที่ช่วยเหลือประสานงานในการส่งแบบสอบถาม รองศาสตราจารย์ ดร. ทพ. สมศักดิ์ ไม้ตรีรัตนกุล และอ.ดร.ทพญ.ชนิตา ตันติพจน์ ที่ให้คำแนะนำด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Global priorities for patient safety research. Geneva: World Health Organization; 2009
2. Patient safety in developing and transitional countries. New insights from Africa and the Eastern Mediterranean. Geneva: World Health Organization; 2011
3. Wilson RM, Michel P, Olsen S, Gibberd RW, Vincent C, El-Assady R, et al. Patient safety in developing countries: retrospective estimation of scale and nature of harm to patients in hospital. *BMJ* 2012;344:e832.
4. Dental Council Subcommittee on Research and Development. Thai Dental Safety Goals and Guidelines. Dental safety goals & guidelines 2015. Thai Dental council; 2015.
5. Drovandi A, Robertson K, Tucker M, Robinson N, Perks S, Kairuz T. A systematic review of clinical pharmacist interventions in paediatric hospital patients. *Eur J Pediatr* 2018;177(8):1139-48.
6. Barnes R. Hazards in the dental office. *Aust Dent J* 1974;19(1):4-6.
7. Bailey E, Tickle M, Campbell S, O'Malley L. Systematic review of patient safety interventions in dentistry. *BMC Oral Health* 2015;15:152.

8. Luo J, Eldredge C, Cho CC, Cisler RA. Population Analysis of Adverse Events in Different Age Groups Using Big Clinical Trials Data. *JMIR Med Inform* 2016;4(4):e30.
9. Yamalik N, Pérez BP. Patient safety and dentistry: what do we need to know? Fundamentals of patient safety, the safety culture and implementation of patient safety measures in dental practice. *Int Dent J* 2012;62(4):189-96.
10. Thai Society of Pediatric Dentistry. Safe practice in pediatric dental care. Bangkok: Thai Society of Pediatric Dentistry; 2007.
11. Arirachakaran P, Chamachot C, Chitchutrakul N, Khunthanani P, Chuethonghua P, Pisarnrakit PP. The survey of practice among dentists on dental safety goals and guidelines (DSGG) *J Dent Assoc Thai* 2018;68(2):181-96.
12. Hill EE, Rubel BS. Do dental educators need to improve their approach to teaching rubber dam use? *J Dent Educ* 2008;72(10):1177-81.
13. Soldani F, Foley J. An assessment of rubber dam usage amongst specialists in paediatric dentistry practising within the UK. *Int J Paediatr Dent* 2007;17(1):50-6.
14. Pogrel MA, Stevens RL, Bosack RC, Orr T. Complications with the use of local anesthetics; In: Bosack RC, Lieblich S, editors. Anesthesia complications in the dental office. 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2015. p. 207-18.
15. American Academy of Pediatric Dentistry. Protective Stabilization for Pediatric Dental Patients. *Pediatr Dent* 2018;40(4):265-72.
16. Leong P, Afrow J, Weber HP, Howell H. Attitudes toward patient safety standards in U.S. dental schools: a pilot study. *J Dent Educ* 2008;72(4):431-7.
17. Kirch DG, Boysen PG. Changing the culture in medical education to teach patient safety. *Health Aff* 2010;29(9):1600-4.
18. Farrier SL, Farrier JN, Gilmour AS. Eye safety in operative dentistry – a study in general dental practice. *Br Dent J* 2006;200(4):218-23.
19. Ekmekcioglu H, Unur M. Eye-related trauma and infection in dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent* 2017;51(3):55-63.
20. Stokes A N, Burton J F, Beale R R. Eye protection in dental practice. *NZ Dent J* 1990;86(383):14-5.
21. Nainar SMH. Adverse Events During Dental Care for Children: Implications for Practitioner Health and Wellness. *Pediatr Dent* 2018;40(5):323-26.
22. Halligan M, Zecevic A. Safety culture in healthcare: a review of concepts, dimensions, measures and progress. *BMJ Qual Saf* 2011;20(4):338-43.
23. Cheng HC, Yen AM, Lee YH. Factors affecting patient safety culture among dental healthcare workers: A nationwide cross-sectional survey. *J Dent Sci* 2019;14(3):263-8.

ผลของน้ำยาฆ่าเชื้อและวิธีการฆ่าเชื้อแบบต่าง ๆ ต่อแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์ทาง ทันตกรรมจัดฟัน Effect of Different Disinfection/sterilization Methods on the Initial Tensile Force of Orthodontic Elastomeric Chain

นันทรรัตน์ อภิวันทนกุล¹, เจนตา ชะวะนะเวช¹, พินทุร จันทรวรราชิตย์¹

Nantharat Apiwattanakul¹, Janeta Chavanavesh¹, Pintu-On Chantarawatit¹

¹ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

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

1. ข้อใดถูกต้อง

- ก. คลอรีนไฮโปคลอไรต์เป็นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับต่ำ (low-level disinfectants)
- ข. เอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 จัดเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง (intermediate-level disinfectants)
- ค. การอบด้วยไอน้ำร้อน (autoclave) จัดเป็นการทำให้ปราศจากเชื้อ (sterilization)
- ง. ถูกทุกข้อ

2. ข้อใดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดลงของแรงโซ่อีลาสโตเมอร์เมื่อแช่ในของเหลว

- ก. ปริมาณของเหลว
- ข. ระยะเวลาที่แช่ในของเหลว
- ค. ชนิดของภาชนะที่บรรจุของเหลว
- ง. สภาพอากาศขณะแช่ของเหลว

3. ข้อใดถูกต้องจากการศึกษานี้

- ก. ค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์หลังอบไอน้ำร้อนมีค่าต่ำกว่าแรงเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมของแต่ละบริษัท
- ข. การแช่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์
- ค. การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อ Umonium 38® เป็นเวลา 10 นาที ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงดึงเริ่มต้นของโซ่อีลาสโตเมอร์
- ง. ถูกทุกข้อ

4. เพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อโรคระหว่างผู้ป่วยและทันตบุคลากร และการแพร่กระจายเชื้อโรคข้ามไปยังผู้ป่วยรายอื่นๆในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. แช่โซ่อีลาสโตเมอร์ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย
- ข. แช่โซ่อีลาสโตเมอร์ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ Umonium 38® เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย
- ค. นำโซ่อีลาสโตเมอร์ที่ใช้ในผู้ป่วยแล้วมาใช้ซ้ำโดยผ่านการแช่ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย
- ง. ถูกทุกข้อ

5. ข้อใดคือบทสรุปจากการศึกษานี้

- ก. ก่อนนำโซ่อีลาสโตเมอร์ไปใช้ในช่องปากแนะนำให้แช่น้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเพื่อเป็นประโยชน์ในการควบคุมการติดเชื้อภายในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน
- ข. แนะนำให้ฆ่าเชื้อบนโซ่อีลาสโตเมอร์ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย
- ค. แนะนำให้ฆ่าเชื้อบนโซ่อีลาสโตเมอร์ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ Umonium 38® เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปใช้งานในช่องปากผู้ป่วย
- ง. ถูกทุกข้อ