

# JDAT

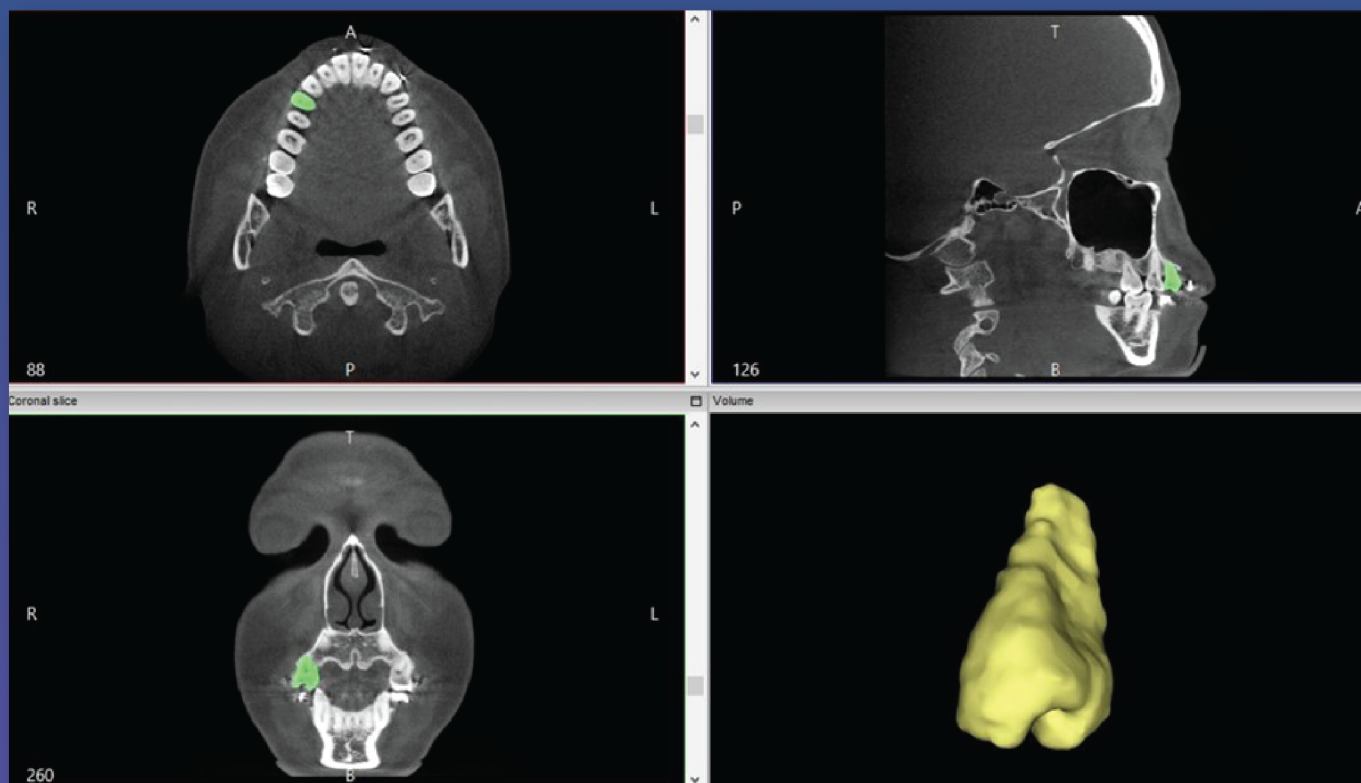


Journal of The Dental Association of Thailand

[www.jdat.org](http://www.jdat.org)

Journal of The Dental Association of Thailand | Volume 73 Number 4 October - December 2023

ISSN 2730 - 4280



## CE Quiz

*The Study of Surface Remaining Metal Ions and Surface Characteristics of Retrieved Stainless Steel Brackets in Swimming Athletes Undergoing Orthodontic Treatment*



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์  
ปีที่ 73 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2566 | e-ISSN 2730-4280



# ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

## Advisory Board

Asst. Prof. Anonknart	Bhakdinaronk
Assoc. Prof. Surasith	Kiatpongsan
Dr. Charmary	Reanamporn
Clinical Prof. Pusadee	Yotnuengnit
Lt. Gen. Nawarut	Soonthornwit
Dr. Wantana	Puthipad
Dr. Werawat	Satayanurug
Assoc. Prof. Wacharaporn	Tasachan

## Board of Directors 2022 - 2025

President	Dr. Adirek	Sriwatanawongsa
President Elect	Assoc. Prof. Dr. Sirivimol	Srisawasdi
1 <sup>st</sup> Vice-President	Assoc. Prof. Dr. Nirada	Dhanesuan
2 <sup>nd</sup> Vice-President	Asst. Prof. Bundhit	Jirajariyavej
Treasurer	Assoc. Prof. Poranee	Berananda
Secretary General	Dr. Chavalit	Karnjanaopaswong
Deputy Secretary General	Maj. Thanasak	Thumbuntu
Foreign Secretary General	Asst. Prof. Ekachai	Chunhacheevachaloke
Editor	Dr. Ekamon	Mahapoka
Chairman of the Convention Facilities	Dr. Prinya	Pathomkulmai
Executive Committee	Assoc. Prof. Porjai	Ruangsi
	Assoc. Prof. Dr. Siriruk	Nakornchai
	Dr. Somchai	Suthirathikul
	Dr. Anuchar	Jitjaturunt
	Asst. Prof. Piriya	Cherdsatirakul
	Asst. Prof. Dr. Sutee	Suksudaj
	Dr. Terdsak	Utasri
	Dr. Thornkanok	Pruksamas
	Asst. Prof. Taksid	Charasseangpaisarn

THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

71 Ladprao 95 Wangthonglang Bangkok 10310, Thailand. Tel: 02-539-4748 Fax: 02-514-1100 E-mail: thaidentalnet@gmail.com



# ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

## Advisory Board

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

Prof. Dr. Mongkol Dejnakintra  
Prof. Chainut Chongruk  
Special Prof. Sitthi S Srisopark

## Editor

Dr. Ekamon Mahapoka

## Associate Editors

Prof. Dr. Waranun Buajeeb  
Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan

Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai

## 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  
Assoc. Prof. Dr. Yaowaluk Ngoenwiwatkul, Mahidol University, Thailand  
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitrirattanaku, Mahidol University, Thailand  
Assist. Prof. 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  
Assoc. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand  
Assist. Prof. Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand  
Assoc. 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: [jdateditor@thaidental.or.th](mailto:jdateditor@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 TH Sarabun 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 TH Sarabun 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.

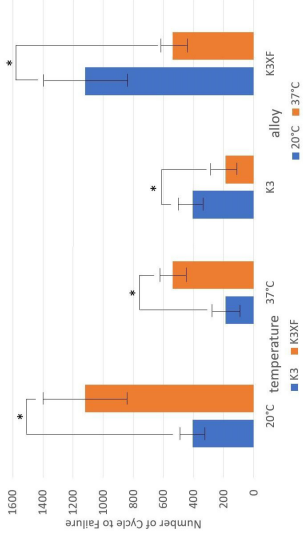
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.

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](mailto: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 April, 2022 «





# วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

## JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

### สารบัญ

ปีที่ 73 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2023

#### บทความปริทัศน์

แนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ  
และ การจัดการ

ทันตแพทย์สมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ศิริรักษ์ นครชัย

ภัทรวดี ลีลาทวิวุฒิ

พิภพ สายแก้ว

นิภาพร เอื้อวณิชช์ติมา

กันยารัตน์ คอวนิช

อรอุมา อังวรารวงศ์

อ้อยทิพย์ ชาญการคำ

สุพิชชา ตลิ่งจิตร

ขวัญชนก อยู่เจริญ

#### บทวิทยากร

Factors Associated with Fake Braces Use  
Among Thai Adolescents Living in Bangkok

Saris Piyasuntorn

Pagaporn Pantuwadee Pisarnaturakit

Tewarit Somkotra

Chintana Sirichompun

Accuracy Assessment of 3D Tooth Reconstruction  
with Novel Segmentation Technique

Thanatchaporn Permwatanachai

Kanit Dhanesuan

Loss of Muscle Mass in Patients Underwent  
Orthognathic Surgery

Naratorn Prachasartta

Kiti Siriwatana

Vorapat Trachoo

Suwimol Sapwarobol

### Contents

Volume 73 Number 4 October - December 2023

#### Case Report

232 Guideline on Caries Risk Assessment and  
Management

The Dental Association of Thailand

Siriruk Nakornchai

Pattarawadee Leelataweewud

Pipop Saikaew

Nipaporn Urwannachotima

Kanyarat Korwanich

Onauma Angwaravong

Oitip Chankanka

Supitcha Talungchit

Kwanchanok Youcharoen

#### Original Articles

250 Factors Associated with Fake Braces Use  
Among Thai Adolescents Living in Bangkok

Saris Piyasuntorn

Pagaporn Pantuwadee Pisarnaturakit

Tewarit Somkotra

Chintana Sirichompun

260 Accuracy Assessment of 3D Tooth Reconstruction  
with Novel Segmentation Technique

Thanatchaporn Permwatanachai

Kanit Dhanesuan

269 Loss of Muscle Mass in Patients Underwent  
Orthognathic Surgery

Naratorn Prachasartta

Kiti Siriwatana

Vorapat Trachoo

Suwimol Sapwarobol



# วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

## JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

### สารบัญ

ปีที่ 73 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2023

#### บทความวิชาการ

Dentoskeletal Changes from Two Types of Anterior Bite Planes in Deep Bite Children: A Randomized Controlled Study

Nalin Prucktrakul

Passakorn Wasinwasukul

Udom Thongudomporn

การศึกษาไอออนโลหะที่เหลือค้างบนพื้นผิวและลักษณะพื้นผิวแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมที่ผ่านการใช้งานในผู้ป่วยจัดฟันที่เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ

นพปฎล จันทร์ผ่องแสง

ดัชนีผู้แต่ง

278

289

300

### Contents

Volume 73 Number 4 October - December 2023

#### Original Article

Dentoskeletal Changes from Two Types of Anterior Bite Planes in Deep Bite Children: A Randomized Controlled Study

Nalin Prucktrakul

Passakorn Wasinwasukul

Udom Thongudomporn

The Study of Surface Remaining Metal Ions and Surface Characteristics of Retrieved Stainless Steel Brackets in Swimming Athletes Undergoing Orthodontic Treatment

Noppadon Chanpongsaeng

Author index

Front cover image: adapted from New threshold-based semi-automatic segmentation technique by InVesalius software (see *Permwatanachai and Dhanesuan* page 263 for detail)

## บทความปริทัศน์

# แนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ และ การจัดการ Guideline on Caries Risk Assessment and Management

ทันตแพทย์สมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์  
The Dental Association of Thailand

ศิริรักษ์ นครชัย<sup>1</sup>, ภัทรวดี สีสาทวีวุฒิ<sup>1</sup>, พิกพ สายแก้ว<sup>2</sup>, นิภาพร เอื้อวณณะโชติมา<sup>3</sup>, กันยารัตน์ คอวนิช<sup>4</sup>,  
อรอุมา อังวรารวงศ์<sup>5</sup>, อ้อยทิพย์ ชาญการคำ<sup>6</sup>, สุพิชชา ตลิ่งจิตร<sup>7</sup>, ขวัญชนก อยู่เจริญ<sup>8</sup>  
Siriruk Nakornchai<sup>1</sup>, Pattarawadee Leelataweewud<sup>1</sup>, Pipop Saikaew<sup>2</sup>, Nipaporn Urwannachotima<sup>3</sup>,  
Kanyarat Korwanich<sup>4</sup>, Onauma Angwaravong<sup>5</sup>, Oitip Chankanka<sup>6</sup>, Supitcha Talungchit<sup>7</sup>,  
Kwanchanok Youcharoen<sup>8</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาทันตกรรมเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>2</sup>Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand

<sup>3</sup>ภาควิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>3</sup>Department of Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

<sup>4</sup>ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและ ชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ประเทศไทย

<sup>4</sup>Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

<sup>5</sup>สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน แขนงวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น ประเทศไทย

<sup>5</sup>Division of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

<sup>6</sup>สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา ประเทศไทย

<sup>6</sup>Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

<sup>7</sup>สาขาวิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา ประเทศไทย

<sup>7</sup>Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

<sup>8</sup>ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>8</sup>Department of Pedodontics and Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

## บทคัดย่อ

แนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุแบ่งการประเมินตามช่วงอายุ คือ ต่ำกว่า 3 ปี, 3 ปี - < 6 ปี, 6 - 12 ปี และ > 12 ปี โดยการประเมินพิจารณาจากสภาวะสุขภาพ การตรวจช่องปาก และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฟันผุ ผ่านระบบการให้น้ำหนักคะแนน โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนตามความสัมพันธ์กับฟันผุของแต่ละปัจจัย ในเด็กอายุไม่เกิน 12 ปี แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุเป็น เสี่ยงต่ำ เสี่ยงสูง และเสี่ยงสูงมาก ส่วนผู้ที่มีอายุมากกว่า 12 ปี แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุเป็นเสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และ เสี่ยงสูง การจัดการความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ ขึ้นอยู่กับระดับความเสี่ยง วิธีการจัดการครอบคลุมถึง 1) การดูแลสุขภาพช่องปากที่บ้าน ได้แก่ วิธีชีวิตสุขภาพดี การควบคุมคราบจุลินทรีย์ และการใช้ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน 2) การดูแลสุขภาพช่องปากโดยทันตบุคลากร ได้แก่ การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยง การใช้ฟลูออไรด์โดยทันตบุคลากร การเคลือบหลุมร่องฟัน การจัดการรูฟันผุ และการกลับมาตรวจสุขภาพช่องปาก

**คำสำคัญ:** การประเมินความเสี่ยง, การจัดการความเสี่ยง, ปัจจัยเสี่ยง, ฟันผุ, ระดับความเสี่ยง

## Abstract

Guideline on caries risk assessment is organized by age group; < 3, 3 - < 6, 6 - 12 and > 12 years. The risk assessment is considered from health status, oral examination and factors that related to dental caries by weighted scoring system. The weighted scores of the factors are set according to the strength of association with caries. For children aged < 12 years old, the risk levels are classified as low, high and very high, whereas risk levels for > 12 years old are low, moderate and high. The management of caries risk is based on the risk level and age groups. The caries risk management includes 1) home care; healthy life style, plaque control and home use of fluoride. 2) professional care; risk factor modification, professionally applied fluoride, sealant, cavity management and recall.

**Keywords:** Risk Assessment, Risk Management, Risk Factors, Dental Caries, Risk Level

Received Date: Jul 3, 2023

Revised Date: Jul 14, 2023

Accepted Date: Aug 5, 2023

doi: 10.14456/jdat.2023.24

### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

ศิริรักษ์ นครชัย, ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยฯ 71 ซ.ลาดพร้าว 95 แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310 ประเทศไทย อีเมล: thaidentalnet@gmail.com

### Correspondence to:

Siriruk Nakornchai, The Dental Association of Thailand, 71 Ladplaw 95, Khlongchaokhunsing, Wangthonglang Bangkok 10310, Thailand. Email: thaidentalnet@gmail.com

**How to Cite:** The Dental Association of Thailand. Guideline on Caries Risk Assessment and Management. The Journal of the Dental Association of Thailand. Bangkok, Thailand.: *J Dent Assoc Thai* 2023;73(4):232-249.

## บทนำ

ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยฯ ได้เริ่มจัดทำแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (caries risk assessment) ระดับบุคคลใน พ.ศ. 2554 ซึ่งปรับจากแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุที่พัฒนาขึ้น ในโครงการสัมมนาคุณาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก โดยแบบประเมินนั้นใช้สำหรับการพิจารณาเลือกใช้ฟลูออไรด์ชนิดต่าง ๆ และต่อมาได้มีการปรับแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2561 เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาการจัดการรอยโรคฟันผุ โดยการประเมินมีการแบ่งช่วงอายุเป็น 2 ช่วงคือ น้อยกว่า 18 ปี และ ตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป แบบที่ใช้ประเมินในเด็กจะใช้ร่วมกันทุกกลุ่มอายุ แต่เนื่องจากเด็กในแต่ละกลุ่มอายุมีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุที่มีความเฉพาะเจาะจงที่แตกต่างกัน การใช้แบบประเมินร่วมกันทุกกลุ่มอายุทำให้มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในแต่ละกลุ่มอายุได้สูง และมีผลต่อการจัดการความเสี่ยง ดังนั้นแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ พ.ศ. 2566 จึงแบ่งแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุตามช่วงอายุ รวมถึงการปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน เพื่อให้การประเมินแม่นยำมากขึ้น สามารถบ่งชี้ปัจจัยเสี่ยงที่ปรับเปลี่ยนได้ของผู้ป่วยในกลุ่มอายุนั้น (modifiable risk factor) นำไปสู่การจัดการ เพื่อลดความเสี่ยง และการเกิดโรค (management of risk) และใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงได้ (monitoring of changes) ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

แนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุแบ่งเป็น 4 กลุ่มอายุ ดังนี้ ต่ำกว่า 3 ปี, 3 ปี - < 6 ปี, 6 - 12 ปี และ อายุ > 12 ปี โดยในช่วงอายุต่ำกว่า 3 ปี สามารถใช้ทำนายโรคได้ ตั้งแต่ก่อนฟันขึ้น และใช้งานง่าย บุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่ใช่ทันตแพทย์สามารถใช้ได้ การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในเด็ก ≤ 12 ปี ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การค้นหาปัจจัยที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าสัมพันธ์กับการมีฟันผุใหม่หรือมีโรคฟันผุที่ศึกษาในกลุ่มประชากรเด็กทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ประสิทธิภาพฟันผุ เป็นตัวทำนายความเสี่ยงระดับบุคคลที่ดีที่สุด<sup>1</sup> ในขณะที่ปัจจัยปัญหาสุขภาพของเด็กอาจไม่ใช่ตัวทำนายที่ดี แต่เป็น

ปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้สามารถจำแนกผู้ป่วยกลุ่มนี้ออกมาให้ได้รับการดูแลพิเศษ เนื่องจากหากมีโรคฟันผุแล้ว การรับการรักษาทางทันตกรรมอย่างปลอดภัยจะยุ่งยากมากขึ้น

2. การเลือกวิธีในการนำปัจจัยที่ได้มาใช้ในการประเมินความเสี่ยง จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ของการศึกษาที่ทดสอบผลของการใช้งานทางคลินิกของแบบประเมินชนิดต่าง ๆ โดยแบบประเมินแต่ละชนิดมีวิธีนำคำตอบมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงแตกต่างกันไป แบบประเมินที่ใช้วิธีระบุความเสี่ยงจากการดูว่าคำตอบที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยงใดสูงสุด ให้ถือเป็นความเสี่ยงนั้น (determine by the highest risk category) เช่น แบบประเมินความเสี่ยงของ ADA (American Dental Association)<sup>2</sup> ซึ่งไม่พบว่ามี การตรวจสอบความถูกต้องของการใช้งานทางคลินิก โดยในการศึกษาล่าสุดที่เปรียบเทียบแบบประเมินที่ใช้อยู่แพร่หลายพบว่าการประเมิน ที่เป็น Algorithm-based programs คือ Cariogram และการประเมินที่ใช้เงื่อนไขโดยพิจารณาทั้งจำนวนและระดับของปัจจัยเสี่ยง (สูง ปานกลาง หรือต่ำ) ตามสมดุลการเกิดฟันผุ ได้แก่ CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment)<sup>3,4</sup> ให้ผลประเมินความเสี่ยงการเกิดฟันผุแม่นยำกว่า การประเมินที่ดูว่าคำตอบอยู่ในช่องระดับใดมากที่สุด (preponderances) เช่น แบบประเมินของ AAPD (American Academy of Pediatric Dentistry)<sup>5</sup> นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2021 Featherstone และคณะได้แนะนำ CAMBRA ที่ได้พัฒนาเงื่อนไขการประเมินและนำเสนอการให้ระบบคะแนนเพื่อช่วยให้ง่ายในการสรุประดับความเสี่ยง<sup>6</sup> ซึ่งสอดคล้องกับแนวการประเมินของแบบประเมินที่พัฒนาสำหรับเด็กไทยอายุต่ำกว่า 3 ปี<sup>7</sup>

การพัฒนาแบบประเมินครั้งนี้ จึงได้เลือกใช้การพิจารณาทั้งจำนวนและความสำคัญของปัจจัย ผ่านระบบการให้คะแนนเพื่อให้ใช้งานง่าย โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนตามระดับความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของแต่ละปัจจัย โดยในกลุ่มอายุน้อยกว่า 3 ปี และกลุ่มอายุ 3 ถึงต่ำกว่า 6 ปี ได้มีการทดสอบเบื้องต้นจากข้อมูลในการวิจัยประกอบการกำหนดเกณฑ์ ส่วนในกลุ่มอายุ 6 ปีถึง 12 ปี ได้นำเกณฑ์ของอีกสองกลุ่มอายุมาเป็นแนวทางร่วมกับการพิจารณาผู้ป่วยสมมติ (hypothetical patients) โดยการกำหนดให้ผู้ป่วยสมมติมีองค์ประกอบของปัจจัยเสี่ยงแบบต่าง ๆ แล้วดูผลสรุปว่าเป็นความเสี่ยงระดับใด ให้สอดคล้องกับความเห็นจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ในการดูความเหมาะสมของเกณฑ์เบื้องต้น<sup>8</sup>

แม้ว่าการประเมินความเสี่ยงในระดับบุคคลอาจยังไม่มี ความแม่นยำหรือความจำเพาะสูงมากนัก แต่มีคุณค่าในเชิงการเรียนรู้สามารถช่วยให้มีการหยุดยั้งกระบวนการเกิดโรคมากกว่าการรักษาเฉพาะรอยโรค<sup>9</sup> โดยทำให้มองเห็นปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยง นำไปสู่การปรับเปลี่ยนเพื่อลดโอกาสเกิดโรค และบ่งชี้ปัจจัยเสี่ยงร่วมกับโรคไม่ติดต่ออื่นได้ รวมทั้งช่วยในการพิจารณาความถี่ของการตรวจเฝ้าระวังโรค การเลือกวิธีการและวัสดุบูรณะที่เหมาะสมด้วย

แบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในเด็กอายุไม่เกิน 12 ปี แสดงในตารางที่ 1-3 โดยการแบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุจะพิจารณาตามคะแนนรวมดังนี้

0 - 2 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมีพฤติกรรมกรากินอาหาร และการดูแลความสะอาดช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

3 - 5 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูงมาก หมายถึง มีแนวโน้มสูงมากที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน

**การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในผู้ที่มีอายุ > 12 ปี**

สำหรับการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยง มีขั้นตอนหลักในการพัฒนาแบบประเมิน ใกล้เคียงกับการพัฒนาแบบประเมินในเด็กอายุไม่เกิน 12 ปี ดังนี้

1. การค้นหาปัจจัยเสี่ยงที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าสัมพันธ์กับการมีฟันผุใหม่ หรือมีโรคฟันผุ ที่ศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีอายุ > 12 ปี ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยพบว่า ปัจจัยความบกพร่องด้านสภาวะสุขภาพที่ทำให้การทำความสะอาดช่องปากมีประสิทธิภาพลดลง<sup>10-13</sup> การได้รับยาหรือภาวะที่มีผลทำให้การไหลของน้ำลายลดลง<sup>14-18</sup> ลักษณะทางคลินิกที่ตรวจพบในช่องปาก โดยเฉพาะฟันผุในระยะลุกลาม (active caries) การสูญเสียฟันหรือบูรณะฟันเนื่องจากฟันผุ<sup>19-23</sup> ความผิดปกติของผิวฟัน รูปร่างฟัน<sup>24,25</sup> และวัสดุบูรณะฟันที่มีผลต่อการทำความสะอาดช่องปาก<sup>26,27</sup> การมีผิวรากฟันที่เผยผิ่<sup>28,29</sup> และลักษณะทางคลินิกของลิ้นและเนื้อเยื่ออ่อนที่แสดงให้เห็นถึงอาการปากแห้งรุนแรง<sup>30-32</sup> รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ทั้งการใช้ยาเสพติดที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ต่ำกว่า 1,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm)<sup>33-35</sup> การรับประทานอาหารว่าง หรือเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหารบ่อยครั้ง<sup>36-41</sup> และการใส่เครื่องมือ

ในช่องปาก รวมถึงฟันเทียมทั้งชนิดติดแน่นและถอดได้<sup>42-44</sup> เป็นปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดฟันผุใหม่ ทั้งนี้พบว่า ปัจจัยทางคลินิกที่ตรวจพบในช่องปาก โดยเฉพาะฟันผุในระยะลุกลาม ปากแห้งรุนแรง และการรับประทานอาหารว่าง หรือเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหารที่มีความถี่สูง เป็นตัวทำนายความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุระดับบุคคลที่มีน้ำหนักในการทำนายสูงกว่าปัจจัยอื่น ๆ<sup>45,46</sup>

2. การเลือกวิธีในการนำปัจจัยเสี่ยงมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในกลุ่มประชากรที่มีอายุ > 12 ปี จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ของประสิทธิภาพแบบประเมินความเสี่ยงที่มีการใช้ในปัจจุบัน เช่น แบบประเมินของ ADA<sup>47</sup> Cariogram<sup>48</sup> และ CAMBRA<sup>4</sup> พบหลักฐานเช่นเดียวกับในอายุไม่เกิน 12 ปี ดังนั้น การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในผู้ที่มีอายุ > 12 ปี นอกจากจะปรับปรุงปัจจัยเสี่ยงตามหลักฐานเชิงประจักษ์ให้เป็นปัจจุบันแล้ว ยังนำเสนอการประเมินที่พิจารณาทั้งจำนวนและความสำคัญของปัจจัยผ่านระบบการให้คะแนน (simplified algorithm) เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบของแบบประเมินที่ผ่านการวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการใช้งานทางคลินิกว่ามีความแม่นยำ โดยมีการนำเสนอคะแนนสำหรับปัจจัยต่าง ๆ และจุดตัด (cut-off point) ในการให้ความเสี่ยง โดยผ่านความเห็นของทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการพิจารณาผู้ป่วยสมมติ (hypothetical patients) จากนั้นได้ทำแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Google Sheet เพื่อส่งต่อแบบประเมินไปขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ทันตแพทย์มหาวิทยาลัยต่าง ๆ โดยในโปรแกรมนี้มีการคำนวณให้ความเสี่ยงตามน้ำหนักคะแนนอัตโนมัติ ซึ่งทันตแพทย์สามารถเปรียบเทียบผลการประเมินดังกล่าว กับวิธีประเมินแบบเดิมที่ระบุความเสี่ยงจากการดูว่า คำตอบที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยงใดสูงสุด ให้ถือเป็นความเสี่ยงนั้น (determined by the highest risk category) และให้ความเห็นจากประสบการณ์ว่า ผู้ป่วยคนดังกล่าวมีความเสี่ยงในระดับใด และข้อเสนอแนะ ความพึงพอใจใน

ด้านความยากง่ายของการใช้แบบประเมิน หลังการรวบรวมข้อมูล ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแบบประเมิน โดยมุ่งเน้นวิธีการที่สะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ และการนำไปใช้ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในลำดับถัดไป แบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในผู้ที่มีอายุ > 12 ปี แสดงในตารางที่ 4 โดยการแบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุจะพิจารณาตามคะแนนรวมดังนี้

0 - 1 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมีพฤติกรรมกรากินอาหาร และการดูแลความสะอาดช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

2 - 5 คะแนน = เสี่ยงปานกลาง หมายถึง มีแนวโน้มปานกลางที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน

**การจัดการความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุตามระดับความเสี่ยง (Caries Risk Management by Risk Level)**

การจัดการความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุตามระดับความเสี่ยง แบ่งเป็นช่วงอายุเช่นเดียวกับการประเมินความเสี่ยงฟันผุ โดยการจัดการแบ่งเป็น การดูแลที่บ้าน (home care) และการดูแลโดยทันตบุคลากร (professional care) ในส่วนการดูแลที่บ้านครอบคลุมถึงวิถีชีวิตสุขภาพดี (healthy lifestyle) การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (mechanical plaque control) การใช้ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน (home-use fluoride) ส่วนการดูแลโดยทันตบุคลากร ได้แก่ การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยง (risk factor modification) การใช้ฟลูออไรด์ที่ให้โดยทันตบุคลากร (professionally applied fluoride) การเคลือบหลุมร่องฟัน (sealant) การจัดการรูฟันผุ (cavity management) ระดับต่าง ๆ และ การกลับมาตรวจ (recall) สุขภาพช่องปาก การจัดการความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุตามระดับความเสี่ยง แสดงในตารางที่ 5 - 8

ตารางที่ 1 การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ ในเด็ก < 3 ปี สำหรับบุคลากรสาธารณสุข

Table 1 Caries risk assessment for children < 3 years old (for Health care provider)

ปัจจัย	คะแนน	
	ใช่	ไม่ใช่
<b>ส่วนที่ 1 - สภาวะสุขภาพ</b>		
- มีภาวะ* ที่ทำให้การทำทำความสะอาดช่องปากมีประสิทธิภาพลดลง หรือน้ำลายน้อย <sup>49**</sup>	1	0
<b>ส่วนที่ 2 - การตรวจช่องปาก</b>		
- พบคราบจุลินทรีย์ที่เห็นได้ชัดเจนบริเวณฟันหน้าบน <sup>7,50-55</sup>	3	0
- พบฟันผุ รอยโรคฟันผุขาวขุ่น (white spot lesions) บนผิวเคลือบฟัน <sup>7,49,56,57</sup> หรือพบฟันผุเป็นรู <sup>57-59</sup>	3	0
<b>ส่วนที่ 3 - ปัจจัยอื่น ๆ</b>		
- แปรงฟันโดยใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ (ตั้งแต่ 1,000 ppm F ขึ้นไป) อย่างน้อย 2 ครั้ง/วัน <sup>33-35,60</sup>	หรือยังไม่มีฟันขึ้น 0	1
- ดุนนมหรือเครื่องดื่มที่มีรสหวานจากขวดนม <sup>56,58,61-63</sup>	1	0
- ดุนนมระหว่างการนอน หรือใช้การดุนนมกล่อมนอนหลังอายุ 12 เดือน <sup>49,50,52,63-65</sup>	1	หรืออายุ ≤ 12 เดือน 0
- รับประทานอาหาร/ นม / เครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหาร*** > 2 ครั้ง/วัน <sup>58,59,66-70</sup>	1	0
- ผู้ดูแลหลักมีฟันผุเป็นรู หรือได้รับการถอนฟันเนื่องจากฟันผุในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา <sup>7,49****</sup>	1	0

หมายเหตุ: \* ภาวะที่ต้องการการดูแลพิเศษ มีโรคประจำตัว มีความบกพร่องทางร่างกายหรือสติปัญญา หรือได้รับผลจากยา

\*\* ผู้ป่วยที่มีโรคหรือได้รับยาที่มีผลลดอัตราการไหลของน้ำลาย

\*\*\* นอกมื้ออาหาร หมายถึง ห่างจากอาหารมื้อหลัก มากกว่า 30 นาที

\*\*\*\* จากการซักประวัติ

เกณฑ์แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุตามคะแนนรวม

0 - 2 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมีพฤติกรรมกินอาหาร และการดูแลทำความสะอาดช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

3 - 5 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูงมาก หมายถึง มีแนวโน้มสูงมากที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน



**ตารางที่ 2** การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ ในเด็ก 3 - < 6 ปี สำหรับทันตบุคลากร

**Table 2** Caries risk assessment for 3 - < 6 years old (for Dental provider)

ปัจจัย	คะแนน	
	ใช่	ไม่ใช่
<b>ส่วนที่ 1 - สภาวะสุขภาพ</b>		
- มีภาวะ* ที่ทำให้การทำความสะอาดช่องปากมีประสิทธิภาพลดลง หรือน้ำลายน้อย <sup>49**</sup>	1	0
<b>ส่วนที่ 2 - การตรวจช่องปากและภาพรังสี</b>		
- พบคราบจุลินทรีย์ที่เห็นได้ชัดเจน <sup>53</sup>	3	0
- พบรอยโรคฟันผุขาวชั้นระยะลูกกลามบนผิวเคลือบฟัน (Active white spot lesions) หรือพบฟันผุเป็นรูหรือพบฟันผุจากภาพรังสี <sup>49,59</sup>	3	0
<b>ส่วนที่ 3 - ปัจจัยอื่น ๆ</b>		
- แปรงฟันโดยใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ ตั้งแต่ 1,000 ppm F ขึ้นไป อย่างน้อย 2 ครั้ง/วัน <sup>33-35,60</sup>	0	1
- ยังไม่เลิกขวดนม <sup>64,65</sup>	1	0
- ดูนมระหว่างการนอน <sup>49,64,65</sup>	1	0
- รับประทานอาหาร/ ขนม / เครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหาร*** > 2 ครั้ง/วัน <sup>58,59,66-70</sup>	1	0
- ใส่เครื่องมือในช่องปาก <sup>71</sup>	1	0
- พี่หรือน้องมีฟันผุ <sup>7,49****</sup>		หรือไม่มีพี่น้อง
	1	0

**หมายเหตุ:** \* ภาวะที่ต้องการการดูแลพิเศษ มีโรคประจำตัว มีความบกพร่องทางร่างกายหรือสติปัญญา หรือได้รับผลจากยา

\*\* ผู้ป่วยที่มีโรคหรือได้รับยาที่มีผลลดอัตราการไหลของน้ำลาย

\*\*\* นอกมื้ออาหาร หมายถึง ห่างจากอาหารมื้อหลัก มากกว่า 30 นาที

\*\*\*\* จากการซักประวัติ

**เกณฑ์แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุตามคะแนนรวม**

0 - 2 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมีพฤติกรรมการกินอาหาร และการดูแลทำความสะอาดช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

3 - 5 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูงมาก หมายถึง มีแนวโน้มสูงมากที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน

ตารางที่ 3 การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ ในเด็ก 6 - 12 ปี สำหรับทันตบุคลากร

Table 3 Caries risk assessment for 6 - 12 years old (for Dental provider)

ปัจจัย	คะแนน	
	ใช่	ไม่ใช่
<b>ส่วนที่ 1 - สภาวะสุขภาพ</b>		
- มีภาวะ* ที่ทำให้การทำความสะอาดช่องปากมีประสิทธิภาพลดลง หรือน้ำลายน้อย**	1	0
<b>ส่วนที่ 2 - การตรวจช่องปากและภาพรังสี</b>		
- พบรอยโรคฟันผุขาวชั้นระยะลุกลามบนผิวเคลือบฟัน (Active white spot lesions) หรือพบฟันผุเป็นรูหรือพบจากภาพรังสี <sup>59,72,73</sup>	3	0
- พบคราบจุลินทรีย์ที่เห็นชัดเจน <sup>54,55</sup>	1	0
- พบความผิดปกติของโครงสร้างฟัน <sup>24,74</sup>	1	0
<b>ส่วนที่ 3 - ปัจจัยอื่น ๆ</b>		
- รับประทานอาหาร/ ขนม / เครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหาร** > 2 ครั้ง/วัน <sup>58,59,66-70</sup>	2	0
- ใส่เครื่องมือในช่องปาก <sup>75-77</sup>	2	0
- แปรงฟันโดยใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ ตั้งแต่ 1,000 ppm F ขึ้นไป อย่างน้อย 2 ครั้ง/วัน <sup>33-35,60</sup>	0	1
- ฟันหรือร่องมีฟันผุ <sup>78***</sup>		หรือไม่มีฟันผุ
	1	0

หมายเหตุ: \* ภาวะที่ต้องการการดูแลพิเศษ มีโรคประจำตัว มีความบกพร่องทางร่างกายหรือสติปัญญา หรือได้รับผลจากยา

\*\* ผู้ป่วยที่มีโรคหรือได้รับยาที่มีผลลดอัตราการไหลของน้ำลาย

\*\*\* นอกมื้ออาหาร หมายถึง ห่างจากอาหารมื้อหลัก มากกว่า 30 นาที

\*\*\*\* จากการซักประวัติ

เกณฑ์แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุตามคะแนนรวม

0 - 2 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมีพฤติกรรมกินอาหาร และการดูแลความสะอาดช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

3 - 5 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูงมาก หมายถึง มีแนวโน้มสูงมากที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน

ตารางที่ 4 การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk assessment) ในผู้ที่มีอายุ > 12 ปีสำหรับทันตบุคลากร

Table 4 Caries risk assessment for > 12 years old (for Dental provider)

ปัจจัย	คะแนน	
	ใช่	ไม่ใช่
<b>ส่วนที่ 1 - สถานะสุขภาพ</b>		
- มีความบกพร่องที่ทำให้การทำความสะอาดช่องปาก มีประสิทธิภาพลดลง <sup>10-13*</sup>	2	0
- ได้รับยาหรือมีภาวะที่มีผลทำให้การไหลของน้ำลายลดลง <sup>14-18**</sup>	1	0
<b>ส่วนที่ 2 - การตรวจช่องปากและภาพรังสี</b>		
- พบฟันผุระยะลุกลามแบบเป็นรูหรือไม่เป็นรู (Active cavitated or non-cavitated lesion) หรือพบฟันผุจากภาพรังสี <sup>19-23***</sup>	6	0
- มีการสูญเสียฟันหรือบูรณะฟัน เนื่องจากฟันผุภายใน 36 เดือน ที่ผ่านมา <sup>19-23</sup>	2	0
- พบความผิดปกติของผิวฟันรูปร่างฟัน หลุมร่องฟันลึก หรือวัสดุบูรณะฟันที่มีผลต่อการทำความสะอาด <sup>24-27</sup>	1	0
- ผิวดรกรากฟันเผยผิ <sup>28,29</sup>	1	0
- ปากแห้งรุนแรง <sup>30-32****</sup>	6	0
<b>ส่วนที่ 3 - ปัจจัยอื่น ๆ</b>		
- แปรงฟันโดยใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ ตั้งแต่ 1,000 ppm F ขึ้นไป อย่างน้อย 2 ครั้ง/วัน <sup>33-35</sup>	0	2
- รับประทานอาหารว่างหรือเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลนอกมื้ออาหาร <sup>36-41</sup>	(>1 ครั้ง/วัน)	(1 ครั้ง/วัน)
	4	1
- ใส่เครื่องมือในช่องปากหรือฟันเทียม (ชนิดติดแน่นหรือถอดได้) <sup>42-44</sup>	1	0

**หมายเหตุ** \* การมีโรคประจำตัว ติดแอลกอฮอล์ สารเสพติด มีความบกพร่องทางร่างกายหรือจิตใจ ที่ทำให้การทำความสะอาด ช่องปากมีประสิทธิภาพลดลง รวมทั้งกรณีผู้ดูแลไม่สามารถช่วยทำความสะอาดช่องปากได้

\*\* ผู้ป่วยที่ได้รับยาที่มีผลลดอัตราการไหลของน้ำลาย ได้แก่ กลุ่มยากดอาการซึมเศร้า และยาจิตเวช (antidepressants) เช่น ยาฟลูออกซิทีน (Fluoxetine), เซอร์ทราลีน (Sertraline), อะมิทริปไทลีน (Amitriptyline), นอร์ทริปไทลีน (Nortriptyline), โอลานซาพิน (Olanzapine), โคลซาพิน (Clozapine) กลุ่มยารักษาความดันโลหิตสูง เช่น ยาแคปโตพริล (Captopril), โคลนิดีน (Clonidine), เมทิลโดปา (Methyldopa) กลุ่มยาแก้แพ้ (antihistamines) เช่น ยาเซทิริซีน (Cetirizine), คลอเฟนิรามีน (Chlorpheniramine), ไซโปรเฮปทาดีน (Cyproheptadine), ไดเฟนไฮดรามีน (Diphenhydramine), ไฮดรอกซี อะมิทริปไทลีน ซีน (Hydroxy Amitriptyline zine) กลุ่มยากดอาการคลื่นไส้เพื่อลดการบีบตัวของกระเพาะปัสสาวะ เช่น ยากอกซิปีไทรนิน (Oxybutynin), โทลเทโรดีน (Tolterodine) และยารักษาพาร์กินสัน เช่น ยาเลโวโดปา (Levodopa), คาร์บิโดปา (Carbidopa) เป็นต้น

ผู้ป่วยที่มีภาวะซึ่งส่งผลทำให้การไหลของน้ำลายลดลง เช่น กลุ่มอาการระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคไซเกรน (Sjögren's Syndrome), โรคแพ้ภูมิตัวเอง (Systemic Lupus Erythematosus; SLE), โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (Rheumatoid arthritis) โรคเบาหวาน โรคไตระยะสุดท้าย โรคติดเชื้อ เช่น เอชไอวี (Human Immunodeficiency Virus; HIV), โรคไวรัสตับอักเสบซี (Hepatitis-C virus) โรคตับแข็ง การฉายรังสีรักษา มะเร็งบริเวณศีรษะและลำคอ

\*\*\* หมายถึงรวมฟันทั้งบริเวณตัวฟันและรากฟัน โดยลักษณะรอยผุลุกลามที่ไม่เป็นรูบนเคลือบฟันมีผิวขรุขระ อาจมีสีเข้มน้ำตาลหรือเหลือง ร่วมกับมีการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ รอยผุลุกลามที่ไม่เป็นรูบนรากฟันมีลักษณะขรุขระ เขี่ยน้ำ อาจมีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อน และในส่วนรอยผุลุกลามที่เป็นรูมีลักษณะเป็นโพรง เขี่ยน้ำ มีการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ อาจอยู่ในชั้นเคลือบฟันหรือเนื้อฟันก็ได้

\*\*\*\* ปากแห้งรุนแรง ประเมินโดยใช้ CODS (clinical oral dryness score) โดยมีลักษณะในช่องปากเหล่านี้อย่างน้อย 7 ลักษณะ ได้แก่ 1) กระจากติดเยื่อเมือกด้านแก้ม 2) กระจากติดลิ้น 3) น้ำลายเป็นฟองขนาดเล็ก 4) ไม่มีน้ำลายสะสมที่พื้นปาก 5) สูญเสียปุ่มบนลิ้น 6) เหงือกเปลี่ยนแปลงไปจากปกติหรือเรียบมัน 7) เยื่อเมือกในช่องปากเป็นมันวาวโดยเฉพาะเพดานปาก 8) ลิ้นเป็นลอนหรือมีรอยแยก 9) มีฟันผุระยะลุกลามหรือเพิ่งอุดมาในระยะเวลา 6 เดือน หรือมีรอยผุคอฟันอย่างน้อย 2 รอยโรค 10) มีคราบอาหารที่เพดานปากโดยไม่บวมได้ฐานฟันเทียม

**เกณฑ์แบ่งระดับความเสี่ยงฟันผุตามคะแนนรวม**

0 - 1 คะแนน = เสี่ยงต่ำ หมายถึง มีแนวโน้มที่จะไม่มีฟันผุใหม่ ถ้ายังมิพฤติกรรมกรรมการกินอาหาร และการดูแลสุขภาพช่องปากที่ดีอย่างต่อเนื่อง

2 - 5 คะแนน = เสี่ยงปานกลาง หมายถึง มีแนวโน้มปานกลางที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน

≥ 6 คะแนน = เสี่ยงสูง หมายถึง มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดฟันผุใหม่ ในระยะเวลา 6 เดือน และมีโอกาสเกิดฟันผุใหม่หลายด้าน

ตารางที่ 5 การจัดการฟันตามความเสี่ยงในเด็กอายุ < 3 ปี

Table 5 Caries risk management by risk level for < 3 years old

ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk)			
การจัดการ	เสี่ยงต่ำ (Low) (0 - 2 คะแนน)	เสี่ยงสูง (High) (3 - 5 คะแนน)	เสี่ยงสูงมาก (Extremely High) (≥ 6 คะแนน)
การจัดการที่บ้าน (Home care)	<b>วิถีชีวิตสุขภาพดี (Healthy lifestyle)</b> - ควรเลิกนมมือนมขวดในช่วงอายุ 6-12 เดือน <sup>79</sup> - ไม่ให้น้ำผลไม้ในเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี <sup>80,81</sup> - ไม่ใช้ขวดนมใส่เครื่องดื่มที่มีการเติมน้ำตาลหรือมีรสหวานให้เด็ก <sup>82,83</sup> - เลือกอาหารและเครื่องดื่มระหว่างมื้อที่ไม่เติมน้ำตาลหรือไม่มีรสหวาน <sup>84</sup> - ดื่มนมจากแก้วหรือกล่อง จดใช้ขวดนมเป็นภาชนะเมื่อเด็กอายุ 18 เดือน <sup>79</sup>		
	-	ควรเลิกนมแม่เมื่ออายุ 2 ปี <sup>65,85</sup>	
	การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)  ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน (Home-use fluoride)	แปรงฟันวันละ 2 ครั้งด้วยสีฟันผสมฟลูออไรด์โดยผู้ดูแล <sup>35</sup>  ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,000 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm) ปริมาณเท่ากับเมล็ดข้าวสาร หรือตะขอนแปรงพอเปียก <sup>33,34,86</sup>	
การจัดการโดยทันตบุคลากร (Professional care)	การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยง (Risk factor modification)	ควรวิธีการทำความสะอาดช่องปากด้วยการลงมือทำ (hands-on) <sup>87</sup> - การให้คำปรึกษาดังกล่าวและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพ ควรวิธีการสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจ (motivational interviewing) <sup>88,89</sup>	
	ฟลูออไรด์ที่ได้โดยทันตแพทย์หรือทันตบุคลากร (Professionally applied fluoride)	5% โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 3 - 6 เดือน <sup>90</sup>	5% โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 3 เดือน <sup>90</sup>
	การเคลือบหลุมร่องฟันน้ำนม (Sealant)	ไม่แนะนำ (not indicated) <sup>91</sup>	ฟันผุที่หลุมร่องฟันระดับ ICDAS 1-3 <sup>92,93</sup>
	การจัดการรูฟันผุ (Cavity management) (ICDAS 4-6 without pulpal involvement)	- 38% ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (silver diamine fluoride; SDF) สำหรับรอยฟันผุในชั้นเนื้อฟัน (dentin lesion) <sup>93,94</sup> - การบูรณะฟันชั่วคราว (interim therapeutic restoration; ITR) <sup>95,96</sup> - การบูรณะฟันแบบอนรุักษ์ (minimal invasive restoration) <sup>97</sup> ควรเลือกใช้วัสดุที่ปลดปล่อยฟลูออไรด์ เช่น เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโมเมอร์ (resin modified glass ionomer; RMGIC) <sup>98-100</sup>	
	การกลับมามาตรวจ (Recall)	6 เดือน <sup>101</sup>	3 เดือน <sup>101</sup>

ตารางที่ 6 การจัดกาารฟันตามความเสี่ยงในเด็กอายุ 3-6 ปี

Table 6 Caries management by risk level for 3-<6 years old

ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk)				
การจัดกาาร	เสี่ยงต่ำ (Low) (0 - 2 คะแนน)	เสี่ยงสูง (High) (3 - 5 คะแนน)	เสี่ยงสูงมาก (Extremely High) (≥ 6 คะแนน)	
การดูแลที่บ้าน (Home care)	วิถีชีวิตสุขภาพดี (Healthy lifestyle)	- เลิกขวดนมและนมแม่ <sup>165,79,84,85</sup> - เลือกอาหารและเครื่องดื่มระหว่างมื้อที่ไม่เติมน้ำตาลหรือไม่มีรสหวาน <sup>84,102</sup> และไม่ควรงิน 2-3 ครั้งต่อวัน <sup>83,103,104</sup>		
	การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)	แปรงฟันวันละ 2 ครั้งด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์โดยมีผู้ปกครองช่วยแปรงและบิยาสีฟันให้ <sup>74,5</sup>		
	ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน (Home-use fluoride)	ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,000 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm) ปริมาณเท่ากับเมล็ดข้าวโพดหรือเท่ากับความกว้างของหน้าแปรง <sup>33,34,86</sup>	ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm) ปริมาณเท่ากับเมล็ดข้าวโพดหรือเท่ากับความกว้างของหน้าแปรง <sup>33,34,86</sup>	
การดูแลโดยทันตบุคลากร (Professional care)	การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยง (Risk factor modification)	- สอนวิธีทำความสะอาดช่องปากด้วยการลงมือทำ (hands-on) <sup>87</sup> - การให้คำปรึกษาทางโภชนาการและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพ การใช้วิธีการสนทนเพื่อสร้างแรงจูงใจ (motivational interviewing) <sup>88,89</sup>		
	ฟลูออไรด์ที่ได้โดยทันตแพทย์หรือทันตบุคลากร (Professionally applied fluoride)		5% โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 3-6 เดือน <sup>90</sup>	5% โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 3 เดือน <sup>90</sup>
	การเคลือบหลุมร่องฟันนานม (Sealant)	ไม่แนะนำ (not indicated) <sup>91</sup>	ฟันผุที่หลุมร่องฟันระดับ ICDAS 1-3 <sup>92,93,105</sup>	
	การจัดการรูฟันผุ (Cavity management) (ICDAS 4-6 without pulpal involvement)	-	- 38% ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (silver diamine fluoride; SDF) สำหรับรอยฟันผุในชั้นเนื้อฟัน (dentin lesion) <sup>93</sup> - การบูรณะฟันชั่วคราว (interim therapeutic restoration; ITR) <sup>95,96,106</sup> - การบูรณะฟันแบบอนุรักษ์ (minimal invasive restoration) <sup>97</sup> ควรเลือกใช้วัสดุที่ปลดปล่อยฟลูออไรด์ เช่น เรซิน อติฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ (resin modified glass ionomer; RMGIC) <sup>98-100</sup>	
การดูแลโดยทันตบุคลากร (Professional care)	การกลับมามาตรวจ (Recall)	- 6-12 เดือน <sup>101</sup> - ถ่ายภาพรังสีแบบกัดบึก (bite-wing radiographs) 12-24 เดือน <sup>107</sup>	3-6 เดือน <sup>101</sup> - ถ่ายภาพรังสีแบบกัดบึก (bite-wing radiographs) 6-12 เดือน <sup>107</sup>	- 3 เดือน <sup>101</sup> - ถ่ายภาพรังสีแบบกัดบึก (bite-wing radiographs) 6 เดือน <sup>107</sup>

ICDAS= International Caries Detection and Assessment System, ICDAS 0= ฟันไม่ผุ (sound tooth surface), ICDAS 1 = ฟันเริ่มผุที่ผิวเคลือบฟัน (enamel) เมื่อฟันแห้งพบรอยขาวขุ่น (white lesion) ถ้าฟันเปียกจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟัน, ICDAS 2= ฟันเริ่มผุ มีรอยเปลี่ยนแปลงผิวเคลือบฟันทั้งจุดเด่นที่เห็นภาวะฟันผุทั้งจุดเด่นที่เห็นผิวเคลือบฟัน (cavitated enamel)

ตารางที่ 7 การจัดกาารฟันตามความเสี่ยงในเด็กอายุ 6-12 ปี

Table 7 Caries management by risk level for 6-12 years old

	ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk)		
	เสี่ยงต่ำ (Low) (0 - 2 คะแนน)	เสี่ยงสูง (High) (3 - 5 คะแนน)	เสี่ยงสูงมาก (Extremely High) (≥ 6 คะแนน)
การดูแลที่บ้าน (Home care)	วิธีชีวิตสุขภาพดี (Healthy lifestyle)		
	การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)		
	ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน (Home-use fluoride)		
การดูแลทันตบุคลากร (Professional care)	เลือกหาการระหว่างมือและเครื่องมือและเครื่องมือที่ไม่มีการเติมน้ำตาลหรือไม่มีรสหวาน <sup>108,110</sup> และไม่ควรเกิน 2 ครั้งต่อวัน <sup>79</sup>  แปรงฟันวันละ 2 ครั้งด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ <sup>55</sup>		
	ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm ปริมาณเท่ากับความยาวของแปรง <sup>35,36,86</sup>		
	<p>บ้วนปากด้วยน้ำยاب้วนปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 1 ครั้ง หรือ 0.2 % โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง)<sup>86,111,112</sup></p> <p>บ้วนปากด้วยน้ำยاب้วนปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 2 ครั้ง หรือ 0.2% โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง)<sup>86,111,112</sup></p>		
การดูแลทันตบุคลากร (Professional care)	<p>- สอนการทำความสะอาดช่องปากอย่างถูกวิธี</p> <p>- การให้คำปรึกษาทางโภชนาการและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพ ควรใช้วิธีการสนทนเพื่อสร้างแรงจูงใจ (motivational interviewing)<sup>110</sup></p>		
	ฟลูออไรด์ที่ใช้โดยทันตแพทย์หรือทันตบุคลากร (Professionally applied fluoride)	<p>- ฟลูออไรด์เจล 1.23% แอซิติคเลตฟอสเฟตฟลูออไรด์ ในเด็กที่สามารถให้ความร่วมมือในการเคลือบเงา หรือ โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 6 เดือน<sup>113,114</sup></p> <p>- กรณีฟบรอยฟันผุขาวฟัน (white spot lesions) ใช้ฟลูออไรด์วาร์นิช หรือ ฟลูออไรด์เจลทดแทน (หากไม่มีฟลูออไรด์วาร์นิช) ทุก 3-6 เดือน<sup>93</sup></p>	<p>- ฟลูออไรด์เจล 1.23% แอซิติคเลตฟอสเฟตฟลูออไรด์ ในเด็กที่สามารถให้ความร่วมมือในการเคลือบเงา หรือ 5% โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ทุก 6 เดือน<sup>113,114</sup></p> <p>- กรณีฟบรอยฟันผุขาวฟัน (white spot lesions) ใช้ฟลูออไรด์วาร์นิช หรือ ฟลูออไรด์เจลทดแทน (หากไม่มีฟลูออไรด์วาร์นิช) ทุก 3 เดือน<sup>93</sup></p>
	การเคลือบหลุมร่องฟันแท้ (Sealant)	ฟันไม่ผุ (ICDAS 0) แต่มีหลุมร่องฟันลึกและมีความเสี่ยงที่จะเกิดฟันผุ <sup>105,116</sup>	ฟันผุบริเวณหลุมร่องฟันระดับ ICDAS 1-3 <sup>105,116</sup>
	การจัดการรูฟันผุ (Cavity management) (ICDAS 4-6 without pulpal involvement)	- 38% ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (silver diamine fluoride; SDF) กรณีฟันผุ <sup>93</sup> (สำหรับผู้ป่วยมีปัญหาด้านสุขภาพกายหรือสุขภาพจิตหรือพฤติกรรมที่ไม่สามารถทำให้ฟันตามปกติได้) <sup>93,117</sup>	- 38% ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (silver diamine fluoride; SDF) กรณีฟันผุ <sup>93</sup> (สำหรับผู้ป่วยมีปัญหาด้านสุขภาพกายหรือสุขภาพจิตหรือพฤติกรรมที่ไม่สามารถทำให้ฟันตามปกติได้) <sup>93,117</sup>
	การกลับมাত্রา (Recall)	<p>- 6-12 เดือน<sup>101</sup></p> <p>- ถ่ายภาพรังสีแบบกัดบิก (bite-wing radiographs) 12-24 เดือน<sup>107</sup></p>	<p>- 3 เดือน<sup>101</sup></p> <p>- ถ่ายภาพรังสีแบบกัดบิก (bite-wing radiographs) 6 เดือน<sup>107</sup></p>

ICDAS= International Caries Detection and Assessment System, ICDAS 0= ฟันไม่ผุ (sound tooth surface), ICDAS 1 =ฟันเริ่มผุผิวเคลือบฟัน (enamel) เมื่อฟันแท้ฟันมีรอยขาวฟัน (white lesion) ถ้าฟันเป็นสีขาวไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟัน, ICDAS 2=ฟันเริ่มผุ มีรอยเปลี่ยนแปลงสีผิวเคลือบฟันเห็นชัดเจนทั้งในภาพฟันแท้ทั้งหรือฟันเทียม, ICDAS 3=ฟันผุเป็นโพรงในชั้นผิวเคลือบฟัน (cavitated enamel)

ตารางที่ 8 การจัดการฟันตามความเสี่ยงในผู้ที่มีอายุมากกว่า 12 ปี  
Table 8 Caries management by risk level for > 12 years old

ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk)			
การจัดการ	เสี่ยงต่ำ (Low) (0 - 1 คะแนน)	เสี่ยงปานกลาง (Moderate) (2 - 5 คะแนน)	เสี่ยงสูง (High) (≥ 6 คะแนน)
การดูแลที่บ้าน (Home care)	<b>วิถีชีวิตสุขภาพดี (Healthy lifestyle)</b> - รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ลดความถี่หรือความเสี่ยงอาหารที่มีแป้งและน้ำตาลนอกมื้ออาหาร <sup>36,38</sup> - ใช้น้ำเปล่าเพียงพอในแต่ละวัน (6-8 แก้ว/วัน) <sup>118</sup>	<b>การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)</b> <b>ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน* (Home-use fluoride)</b> ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm <sup>33,86,120,121**</sup>	- ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 1 ครั้ง หรือ 0.2 % โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup> - ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> (อาจใช้ 5,000 ppm ในผู้ป่วยอายุ 12 ปีขึ้นไป) <sup>122</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 2 ครั้ง หรือ 0.2% โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup>
	<b>การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)</b> <b>ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน* (Home-use fluoride)</b> ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm <sup>33,86,120,121**</sup>	<b>การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)</b> <b>ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน* (Home-use fluoride)</b> ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 1 ครั้ง หรือ 0.2 % โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup> - ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> (อาจใช้ 5,000 ppm ในผู้ป่วยอายุ 12 ปีขึ้นไป) <sup>122</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 2 ครั้ง หรือ 0.2% โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup>	<b>การควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกล (Mechanical plaque control)</b> <b>ฟลูออไรด์สำหรับใช้ที่บ้าน* (Home-use fluoride)</b> ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1,400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 1 ครั้ง หรือ 0.2 % โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup> - ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1400-1,500 ppm <sup>33,86**</sup> (อาจใช้ 5,000 ppm ในผู้ป่วยอายุ 12 ปีขึ้นไป) <sup>122</sup> - บ้วนปากด้วยน้ำยาล้างปากฟลูออไรด์ (0.05% โซเดียมฟลูออไรด์ วันละ 2 ครั้ง หรือ 0.2% โซเดียมฟลูออไรด์ สัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ครั้ง) <sup>111</sup>
การจัดการฟันโดยทันตบุคลากร (Professional care)	<b>การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยง (Risk factor modification)</b> <b>ฟลูออไรด์ที่ให้โดยทันตแพทย์หรือทันตบุคลากร (Professionally applied fluoride)</b> <b>การเคลือบหลุมร่องฟันแท้ (Sealant)</b>	- สอนการทำความสะอาดช่องปากอย่างถูกวิธี - การให้คำปรึกษาทางโภชนาการและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพ ควรใช้วิธีการสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจ (motivational interviewing) <sup>123</sup>	- ทาฟลูออไรด์วาร์นิชทุก 3-6 เดือน <sup>128</sup> - ทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (Silver diamine fluoride; SDF) ทุก 6 เดือนบริเวณรากฟันผุ - ฟลูออไรด์ (fluoride; SDF) บริเวณรากฟันผุเพียงทุก 6 เดือน <sup>124-126***</sup>
		<b>ฟลูออไรด์ (fluoride; SDF) บริเวณรากฟันผุเพียงทุก 6 เดือน<sup>124-126***</sup></b>	
		<b>ฟลูออไรด์ (fluoride; SDF) บริเวณรากฟันผุเพียงทุก 6 เดือน<sup>124-126***</sup></b>	
		<b>ฟลูออไรด์ (fluoride; SDF) บริเวณรากฟันผุเพียงทุก 6 เดือน<sup>124-126***</sup></b>	
		<b>ฟลูออไรด์ (fluoride; SDF) บริเวณรากฟันผุเพียงทุก 6 เดือน<sup>124-126***</sup></b>	



ตารางที่ 8 การจัดการฟันผุตามความเสี่ยงในผู้ที่มีอายุมากกว่า 12 ปี (ต่อ)

Table 8 Caries management by risk level for > 12 years old (cont.)

การจัดการ	ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (Caries risk)		
	เสี่ยงต่ำ (Low) (0 - 2 คะแนน)	เสี่ยงปานกลาง (Moderate) (2 - 5 คะแนน)	เสี่ยงสูง (High) (≥ 6 คะแนน)
น้ำลาย (Saliva)		กรณีที่ได้รับประทานอาหารที่มีทำให้อัตราการไหลของน้ำลายลดลง • จิบน้ำบ่อย ๆ • ใช้ผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นในปาก เช่น น้ำลายเทียม • ใช้ผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นในปาก เช่น น้ำลายเทียม • อาจใช้ยากระตุ้นน้ำลาย เช่น ไพโลคาร์พีน (Pilocarpine) <sup>137***</sup>	กรณีปากแห้งมาก • จิบน้ำบ่อย ๆ • ใช้ผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นในปาก เช่น น้ำลายเทียม • ใช้ผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นในปาก เช่น น้ำลายเทียม • อาจใช้ยากระตุ้นน้ำลาย เช่น ไพโลคาร์พีน (Pilocarpine) <sup>137***</sup>
	การกลับมามาตรวจ (Recall)	- 6 เดือน <sup>98,139</sup> - ถ่ายภาพรังสีแบบกัดปีก (bite-wing radiographs) 24-36 เดือน <sup>140</sup>	- 3-6 เดือน <sup>98,139</sup> - ถ่ายภาพรังสีแบบกัดปีก (bite-wing radiographs) 6-18 เดือน <sup>140</sup>

ICDAS= International Caries Detection and Assessment System, ICDAS 0= ฟันไม่ (sound tooth surface), ICDAS 1 = ฟันเริ่มมีผิวเคลือบฟัน (enamel) เมื่อฟันแห้งพบมีรอยขาวขุ่น (white lesion) ถ้าฟันเปียกจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟัน, ICDAS 2= ฟันเริ่มผุ มีรอยเปลี่ยนแปลงสีผิวเคลือบฟันเห็นชัดเจนทั้งในภาวะฟันแห้งหรือฟันเปียก, ICDAS 3= ฟันผุเป็นโพรงในชั้นผิวเคลือบฟัน (cavitated enamel)

หมายเหตุ:

\* การเคี้ยวไม่ถนัดหรือมีอาการกลืนลำบาก แนะนำให้เปลี่ยนสีฟันที่มีส่วนผสมของโซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulfate) ควรใช้สีฟันที่มีฟองน้อยหรือไม่มีฟอง

\*\* บ้วนน้ำลายและฟองในปากออก ไม่ต้องบ้วนน้ำตาม หรืออาจบ้วนน้ำ 1 ครั้ง (ประมาณ 1 ฝู้งมือ หรือ 5 – 10 มล)

\*\*\* ในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุที่มีผิวรากฟันเผยแผ่ถึง ทันตแพทย์อาจพิจารณา SDF เพื่อป้องกันฟันผุ โดยทันตแพทย์ควรแจ้งผู้ป่วยถึงการติดสีฟันที่ฟันหลังทำ SDF ก่อนการรักษา

\*\*\*\* ที่โลคาร์พีน (Pilocarpine) 5 มิลลิกรัม รับประทาน 1 เม็ด ทุก 8 ชม หรือ 1-2 เม็ด วันละ 3 ครั้ง 30 นาทีก่อนมื้ออาหาร ห้ามทานเกิน 30 มก ต่อวัน ใช้ในกลุ่มที่มีการทำงานของต่อมน้ำลายบกพร่อง (hypofunction of salivary gland) และห้ามใช้ในผู้ป่วยโรคหอบหืด (uncontrolled asthma) และ โรคต้อหินชนิดมุมปิด (angle closure glaucoma)

## บทสรุป

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุรายบุคคล สามารถบ่งชี้ปัจจัยเสี่ยงที่ปรับเปลี่ยนได้ นำไปสู่การจัดการเพื่อลดความเสี่ยงและการเกิดฟันผุ นอกจากนี้ยังใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงได้ ทำให้เกิดการจัดการฟันผุตามระดับความเสี่ยงที่เหมาะสม คุ่มค่าและมีประสิทธิภาพ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ และผู้แทนจากสถาบัน ดังนี้ ที่ได้ร่วมให้ความคิดเห็น

1. ราชวิทยาลัยทันตแพทย์แห่งประเทศไทย
2. คณะอนุกรรมการฝึกอบรมและสอบสาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก
3. สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
4. สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
5. สมาคมทันตกรรมเด็กแห่งประเทศไทย
6. สมาคมทันตกรรมหัตถการ (ประเทศไทย)
7. มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ

## เอกสารอ้างอิง

1. Demers M, Brodeur JM, Simard PL, Mouton C, Veilleux G, Frechette S. Caries predictors suitable for mass-screenings in children: a literature review. *Community Dent Health* 1990;7(1):11-21.
2. American Dental Association. Guidance on caries risk assessment in children: A report of the expert panel for use by the dental quality alliance, June 2018. [cited 2023 June 22]. Available from: [https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/research/dqa/educational-resources/cra\\_report.pdf](https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/research/dqa/educational-resources/cra_report.pdf)
3. Featherstone JDB, Crystal YO, Chaffee BW, Zhan L, Ramos-Gomez FJ. An Updated CAMBRA Footnote Caries Risk Assessment Tool for Ages 0 to 5 Years. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(1):37-47.
4. Featherstone JDB, Alston P, Chaffee BW, Rechmann P. Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA): An Update for Use in Clinical Practice for Patients Aged 6 Through Adult. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(1):25-34.
5. Agouropoulos A, Birpou E, Twetman S, Kavvadia K. Validation of Three Caries Risk Assessment Tools for Preschool Children from Areas with High Caries Prevalence. *Pediatr Dent* 2019;41(5):391-9.
6. Featherstone JDB, Crystal YO, Alston P, Chaffee BW, Doméjean S, Rechmann P, et al. A Comparison of Four Caries Risk Assessment Methods. *Front Oral Health* 2021; 2:656558.
7. Chankanka O, Somsri P, Khamleang S, Klurvudthikul S, Sombut S,

- Lamlertwathee S, et al. A Caries Risk Assessment Tool for Thai Children 3 Years Old or Younger. *J Dent Assoc Thai* 2019;69(2):237-46.
8. Disney JA, Graves RC, Stamm JW, Bohannon HM, Abernathy JR, Zack DD. The University of North Carolina Caries Risk Assessment study: further developments in caries risk prediction. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20(2):64-75.
9. American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill. American Academy of Pediatric Dentistry. 2021:252-7.
10. Joseph BK, Kullman L, Sharma PN. The oral-systemic disease connection: a retrospective study. *Clin Oral Invest* 2016;20(8):2267-73.
11. Teoh L, Moses G, McCullough MJ. Oral manifestations of illicit drug use. *Aust Dent J* 2019;64(3):213-22.
12. Amiri S, Shekarchizadeh H. Oral health-related quality of life among a group of patients with substance use disorders in rehabilitation treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral Health* 2021; 21(1):409-415.
13. Malinowska KS, Malicka B, Zietek M, Kaczmarek U. Oral health condition and occurrence of depression in the elderly. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(41):e12490.
14. Ciancio SG. Medications' impact on oral health. *J Am Dent Assoc* 2004;135(10):1440-8.
15. Einhorn OM, Georgiou K, Tompa A. Salivary dysfunction caused by medication usage. *Physiol Int* 2020;107(2):195-208.
16. Tan EC, Lexomboon D, Sandborgh-Englund G, Haasum Y, Johnell K. Medications that cause dry mouth as an adverse effect in older people: a systematic review and metaanalysis. *J Am Geriatr Soc* 2018;66(1):76-84.
17. Millsop JW, Wang EA, Fazel N. Etiology, evaluation, and management of xerostomia. *Clin Dermatol* 2017;35(5):468-76.
18. Mortazavi H, Baharvand M, Movahhedian A, Mohammadi M, Khodadoust A. Xerostomia due to systemic disease: A review of 20 conditions and mechanisms. *Ann Med Health Sci Res* 2014; 4(4):503-10.
19. Kutsch VK. Dental caries: An updated medical model of risk assessment. *J Prosthet Dent* 2014;111(4):280-5.
20. Cagetti MG, Bontà G, Cocco F, Lingstrom P, Strohmer L., Campus G. Are standardized caries risk assessment models effective in assessing actual caries status and future caries increment? A systematic review. *BMC Oral Health* 2018;18(1):123.
21. Featherstone JDB, Chaffee BW. The Evidence for Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA®). *Adv Dent Res* 2018;29(1):9-14.

22. Leal SC, Nyvad B, Chapter 3 The assessment of carious lesion activity and caries risk. Springer International Publishing Switzerland. E. Eden (ed.), Evidence-Based Caries Prevention.2016;41-56.
23. Hallett KB. The application of caries risk assessment in minimum intervention dentistry. *Aust Dent J* 2013;58:(1 Suppl):26–34.
24. Vargas-Ferreira F, Salas MM, Nascimento GG, Tarquinio SB, Faggion CM, Jr., Peres MA, et al. Association between developmental defects of enamel and dental caries: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43(6):619-28.
25. Schwendicke W, Jager AM, Paris S, Hsu LY, Tu YK. Treating pit-and-fissure caries: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent Res* 2015;94(4):522-33
26. Maske TT, Hollanders ACC, Kuper NK, Bronkhorst EM, Cenci MS, Huymans MCDNJM. A threshold gap size for in situ secondary caries lesion development. *J Dent* 2019; 80:36-40
27. Totiam P, Gonzalez-Cabezas C, Fontana MR, Zero DT. A new *in vitro* model to study the relationship of gap size and secondary caries. *Caries Res* 2007;41(6):467-73.
28. Vacca MU, Zuluaga DJM, Castellanos JE, Martignon S. Association between root/coronal caries and individual factors in institutionalised elderly using ICDAS severity and activity. *BMC Oral Health* 2021; 21(1):146.
29. Zhang J, Leung KCM, Chu CH, Lo ECM. Risk indicators for root caries in older adults using long-term social care facilities in Hong Kong. *Community Dent Oral Epidemiol* 2020;48(1):14-20.
30. Cassolato SF, Turnbull RS. Xerostomia: Clinical Aspects and Treatment. *Gerodontology* 2003;20(2):64-77.
31. Leone CW, Oppenheim FG. Physical and chemical aspects of saliva as indicators of risk for dental caries in humans. *J Dent Educ* 2001;65(10):1054-62.
32. Dias P, Challacombe SJ. Dry mouth and clinical oral dryness scoring systems. *Prim Dent J* 2001;5(1):77-9.
33. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncio A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;3(3): Cd007868.
34. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;2003(1): Cd002278.
35. Kumar S, Tadakamadla J, Johnson NW. Effect of Toothbrushing Frequency on Incidence and Increment of Dental Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Dent Res* 2016;95(11):1230-6.
36. World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.
37. Bernabé E, Vehkalahti MM, Sheiham A, Lundqvist A, Suominen AL. The Shape of the Dose-Response Relationship between Sugars and Caries in Adults. *J Dent Res* 2016;95(2):167-72.
38. Moynihan P. Sugars and Dental Caries: Evidence for Setting a Recommended Threshold for Intake. *Adv Nutr* 2016;7(1):149-56.
39. Diaz-Garrido N, Lozano C, Giacaman RA. Frequency of sucrose exposure on the cariogenicity of a biofilm-caries model. *Eur J Dent* 2016;10(3):345-50.
40. Krisdapong S, Thanyasrisung P. Free Sugars: The Cause of Dental Caries. *J Dent Assoc Thai* 2019;69(2):110-25.
41. van Loveren C. Sugar Restriction for Caries Prevention: Amount and Frequency. Which Is More Important? *Caries Res* 2019;53(2): 168-75.
42. Tarvess H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *Br Dent J* 2004;196(2):71-7.
43. Zhuan Bian JL, Hong He MF, Bing Fan MN, Zhi Chen BP. Typing of Mutans Streptococci by arbitrarily primed PCR in patients. *Caries Res* 2004;38(6):523-9.
44. Zhang J, Lo ECM. Epidemiology of dental root caries: a review of risk factors. *Front Oral Maxillofac Med* 2020;2:5-12.
45. Fontana M, Gonzalez-Cabezas C. Evidence-based dentistry caries risk assessment and disease management. *Dent Clin N Am* 2019;63(1):119-128
46. Senneby A, Mejäre I, Sahlin N, Svensäter G, Rohlin M. Diagnosis accuracy of different caries risk assessment methods. A systematic review. *J Dent* 2015;43(12):1385-93
47. American Dental Association. Caries Risk Assessment Form Completion Instructions. [cited 2023 June 22]. Available from: [https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/public-programs/give-kids-a-smile/gkas\\_caries\\_risk\\_assessment\\_forms.pdf](https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/public-programs/give-kids-a-smile/gkas_caries_risk_assessment_forms.pdf)
48. Su N, Lagerweij MD, van der Heijden GJMG. Assessment of predictive performance of caries risk assessment models based on a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2021;110:103664
49. Chaffee BW, Featherstone JD, Gansky SA, Cheng J, Zhan L. Caries Risk Assessment Item Importance: Risk Designation and Caries Status in Children under Age 6. *JDR Clin Trans Res* 2016;1(2):131-42.
50. Chantump P, Duangthip D, Trairatvorakul C, Songsiripraduboon S. Early Childhood Caries and Its Associated Factors among 9- to 18-Month Old Exclusively Breastfed Children in Thailand: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(9):3194.
51. Alaluusua S, Malmivirta R. Early plaque accumulation--a sign for caries risk in young children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994;22(5 Pt 1):273-6.
52. Suparattanapong P, Chankanka O, Matangkasombut O, Govitvattana N. Dental caries and associated risk factors in 13- to 18-month-old infants receiving breast or formula milk feeding: A cross-sectional study. *Int J Paediatr Dent* 2022;32(4):527-37.
53. Declerck D, Leroy R, Martens L, Lesaffre E, Garcia-Zattera MJ, Vanden Broucke S, et al. Factors associated with prevalence and severity of caries experience in preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2008;36(2):168-78.
54. Obregón-Rodríguez N, Fernández-Riveiro P, Piñeiro-Lamas M,

- Smyth-Chamosa E, Montes-Martínez A, Suárez-Cunqueiro MM. Prevalence and caries-related risk factors in schoolchildren of 12- and 15-year-old: a cross-sectional study. *BMC Oral Health* 2019;19(1):120.
55. Wang K, Pang L, Fan C, Cui T, Yu L, Lin H. Enamel and Dentin Caries Risk Factors of Adolescents in the Context of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): A Longitudinal Study. *Front Pediatr* 2020; 8:419.
56. Vadiakas G. Case definition, aetiology and risk assessment of early childhood caries (ECC): a revisited review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008;9(3):114-25.
57. Doméjean-Orliaguet S, Gansky SA, Featherstone JD. Caries risk assessment in an educational environment. *J Dent Educ* 2006; 70(12):1346-54.
58. Seow WK, Clifford H, Battistutta D, Morawska A, Holcombe T. Case-control study of early childhood caries in Australia. *Caries Res* 2009;43(1):25-35.
59. Mejäre I, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Norlund A, Tranæus S, et al. Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 2014;72(2):81-91.
60. Boustedt K, Dahlgren J, Twetman S, Roswall J. Tooth brushing habits and prevalence of early childhood caries: a prospective cohort study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2020;21(1):155-9.
61. Reisine ST, Psoter W. Socioeconomic status and selected behavioral determinants as risk factors for dental caries. *J Dent Educ* 2001;65(10):1009-16.
62. Paunio P, Rautava P, Helenius H, Alanen P, Sillanpää M. The Finnish Family Competence Study: the relationship between caries, dental health habits and general health in 3-year-old Finnish children. *Caries Res* 1993;27(2):154-60.
63. Detsomboonrat P PP. DENTAL CARIES AND RELATED ORAL HEALTH FACTORS AMONG 9- TO 18-MONTH-OLD THAI CHILDREN. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2015 46(4):786-97.
64. Azevedo TD, Bezerra AC, de Toledo OA. Feeding habits and severe early childhood caries in Brazilian preschool children. *Pediatr Dent* 2005;27(1):28-33.
65. Tham R, Bowatte G, Dharmage SC, Tan DJ, Lau MX, Dai X, et al. Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015;104(467):62-84.
66. Feldens CA, Rodrigues PH, de Anastácio G, Vitolo MR, Chaffee BW. Feeding frequency in infancy and dental caries in childhood: a prospective cohort study. *Int Dent J* 2018;68(2):113-21.
67. Yoon RK, Smaldone AM, Edelstein BL. Early childhood caries screening tools: a comparison of four approaches. *J Am Dent Assoc* 2012;143(7):756-63.
68. Lee JG, Messer LB. Intake of sweet drinks and sweet treats versus reported and observed caries experience. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11(1):5-17.
69. Boonyawong M, Auychai P, Duangthip D. Risk Factors of Dental Caries in Preschool Children in Thailand: A Cross-Sectional Study. *Healthcare (Basel)* 2022;10(5):794.
70. Thanaboonyang N, Asvanit P, Santiwong B. Factors Associated with Dental Caries among Hill Tribe Preschool Children in Doi Tung Development Project, Chiang Rai. *J Dent Assoc Thai* 2021;71(1):64-73.
71. Arian V, Kizilci E, Ozalp N, Ozcelik B. Effects of Fixed and Removable Space Maintainers on Plaque Accumulation, Periodontal Health, Candidal and Enterococcus Faecalis Carriage. *Med Princ Pract* 2015; 24(4):311-7.
72. Motohashi M, Yamada H, Genkai F, Kato H, Imai T, Sato S, et al. Employing dmft score as a risk predictor for caries development in the permanent teeth in Japanese primary school girls. *J Oral Sci* 2006;48(4):233-7.
73. Tagliaferro EP, Ambrosano GM, Meneghim Mde C, Pereira AC. Risk indicators and risk predictors of dental caries in schoolchildren. *J Appl Oral Sci* 2008;16(6):408-13.
74. Americano GC, Jacobsen PE, Soviero VM, Haubek D. A systematic review on the association between molar incisor hypomineralization and dental caries. *Int J Paediatr Dent* 2017;27(1):11-21.
75. Karadas M, Cantekin K, Celikoglu M. Effects of orthodontic treatment with a fixed appliance on the caries experience of patients with high and low risk of caries. *J Dent Sci* 2011;6(4):195-9.
76. Opsahl Vital S, Haignere-Rubinstein C, Lasfargues JJ, Chaussain C. Caries risk and orthodontic treatment. *Int Orthod* 2010;8(1):28-45.
77. Pinto AS, Alves LS, Maltz M, Zenkner J. Association between fixed orthodontic treatment and dental caries: a 1-year longitudinal study. *Braz Oral Res* 2020;35:e002.
78. Grieshaber A, Haschemi AA, Waltimo T, Bornstein MM, Kulik EM. Caries status of first-born child is a predictor for caries experience in younger siblings. *Clin Oral Investig* 2022;26(1):325-31.
79. ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย, สมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย. Guideline in Child Supervision. 2564.
80. Heyman MB, Abrams SA. Fruit Juice in Infants, Children, and Adolescents: Current Recommendations. *Pediatrics* 2017;139(6): e20170967.
81. Ingemansson Hultquist A, Lingström P, Bågesund M. Risk factors for early colonization of mutans streptococci – a multiple logistic regression analysis in Swedish 1-year-olds. *BMC Oral Health* 2014; 14(1):147.
82. Achalu P, Bhatia A, Turton B, Luna L, Sokal-Gutierrez K. Sugary Liquids in the Baby Bottle: Risk for Child Undernutrition and Severe Tooth Decay in Rural El Salvador. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(1):260.
83. Colombo S, Gallus S, Beretta M, Lugo A, Scaglioni S, Colombo P, et al. Prevalence and determinants of early childhood caries in Italy. *Eur J Paediatr Dent* 2019;(4):267–73.

84. Pitts NB, Baez RJ, Diaz-Guillory C, Donly KJ, Alberto Feldens C, McGrath C, *et al.* Early Childhood Caries: IAPD Bangkok Declaration. *J Dent Child (Chic)* 2019;86(2):72.
85. Peres KG, Nascimento GG, Peres MA, Mittinty MN, Demarco FF, Santos IS, *et al.* Impact of Prolonged Breastfeeding on Dental Caries: A Population-Based Birth Cohort Study. *Pediatrics* 2017;140(1):e20162943.
86. The Dental Association of Thailand. Guideline on Use of Fluoride in Dentistry. *J Dent Assoc Thai* 2023;73(2):92–103.
87. Thanakanjanaphakdee W, Trairatvorakul C. Effectiveness of Parental Toothbrushing Instruction toward The 1-Year Incremental DMF Rate of 9-18 Month Old Children. *J Dent Assoc Thai* 2010;60(2):82–91.
88. Faustino-Silva DD, Colvara BC, Meyer E, Hugo FN, Celeste RK, Hilgert JB. Motivational interviewing effects on caries prevention in children differ by income: A randomized cluster trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 2019;47(6):477–84.
89. Jiang S, McGrath C, Lo EC, Ho SM, Gao X. Motivational interviewing to prevent early childhood caries: A randomized controlled trial. *J Dent* 2020;97:103349.
90. Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(7):CD002279.
91. Ramamurthy P, Rath A, Sidhu P, Fernandes B, Nettem S, Fee PA, *et al.* Sealants for preventing dental caries in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2022;2:CD012981.
92. Chi DL, van der Goes DN, Ney JP. Cost-effectiveness of pit-and-fissure sealants on primary molars in Medicaid-enrolled children. *Am J Public Health* 2014;104(3):555–61.
93. Slayton RL, Urquhart O, Araujo MWB, Fontana M, Guzmán-Armstrong S, Nascimento MM, *et al.* Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: A report from the American Dental Association. *J Am Dent Assoc* 1939. 2018 Oct;149(10):837-849.e19.
94. Seifo N, Cassie H, Radford JR, Innes NPT. Silver diamine fluoride for managing carious lesions: an umbrella review. *BMC Oral Health* 2019;19(1):145.
95. da Franca C, Colares V, Van Amerongen E. Two-year evaluation of the atraumatic restorative treatment approach in primary molars class I and II restorations. *Int J Paediatr Dent* 2011;21(4):249–53.
96. Saber AM, El-Housseiny AA, Alamoudi NM. Atraumatic Restorative Treatment and Interim Therapeutic Restoration: A Review of the Literature. *Dent J (Basel)* 2019;7(1):28.
97. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, *et al.* Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res* 2016;28(2):58–67.
98. Cheng L, Zhang L, Yue L, Ling J, Fan M, Yang D, *et al.* Expert consensus on dental caries management. *Int J Oral Sci* 2022;14(1):17.
99. Raggio DP, Tedesco TK, Calvo AFB, Braga MM. Do glass ionomer cements prevent caries lesions in margins of restorations in primary teeth?: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2016;147(3):177–85.
100. Dias AGA, Magno MB, Delbem ACB, Cunha RF, Maia LC, Pessan JP. Clinical performance of glass ionomer cement and composite resin in Class II restorations in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2018;73:1–13.
101. American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2022:266-72.
102. Samuel SR, Acharya S, Rao JC. School Interventions-based Prevention of Early-Childhood Caries among 3-5-year-old children from very low socioeconomic status: Two-year randomized trial. *J Public Health Dent* 2020;80(1):51–60.
103. Narksawat K, Boonthum A, Tonmukayakul U. Roles of parents in preventing dental caries in the primary dentition among preschool children in Thailand. *Asia Pac J Public Health* 2011;23(2):209–16.
104. Johansson I, Lif Holgerson P, Kressin NR, Nunn ME, Tanner AC. Snacking Habits and Caries in Young Children. *Caries Res* 2010;44(5):421–30.
105. Wright JT, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Crall JJ, Fontana M, *et al.* Sealants for Preventing and Arresting Pit-and-fissure Occlusal Caries in Primary and Permanent Molars. *Pediatr Dent* 2016;38(4):282–308.
106. Mandari GJ, Frencken JE, van't Hof MA. Six-year success rates of occlusal amalgam and glass-ionomer restorations placed using three minimal intervention approaches. *Caries Res* 2003;37(4):246–53.
107. American Academy of Pediatric Dentistry. Prescribing dental radiographs for infants, children, adolescents, and individuals with special health care needs. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2021:258-61.
108. Chen J, Zhou N, Xu B, Li Y, Zhang S, Chu C. Oral Health Status of 12-Year-Old Hani Children in the Yunnan Province of China: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(10):5294.
109. Matsuyama Y, Isumi A, Doi S, Fujiwara T. Poor parenting behaviours and dental caries experience in 6- To 7-year-old children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2020;48(6):493–500.
110. Yassin SM, Tikare S, AlKahtani ZM, AlFaifi FJ, AlFaifi WS, AlFaifi E, *et al.* Caries preventive practices and dental caries among boys aged 6-15 in Saudi Arabia. *Eur J Paediatr Dent* 2020;21(2):97–102.
111. Marinho VCC, Chong LY, Worthington HV, Walsh T. Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2016(7):CD002284.
112. Bhongsatiern P, Manovilas P, Songvejkasem M, Songsiripraduboon S, Tharapiwattananon T, Techalertpaisarn P, *et al.* Adjunctive use of fluoride rinsing and brush-on gel increased incipient caries-like



lesion remineralization compared with fluoride toothpaste alone in situ. *Acta Odontol Scand* 2019;77(6):419–25.

113. Watt SB, Marshman Z. Can motivational interviewing help prevent dental caries in secondary school children? *Evid Based Dent* 2022; 23(2):56–7.

114. Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, Chong LY. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;(6):CD002280.

115. Munteanu A, Holban AM, Păuna MR, Imre M, FarcaSiu AT, FarcaSiu C. Review of Professionally Applied Fluorides for Preventing Dental Caries in Children and Adolescents. *Appl Sci* 2022;12(3):1054.

116. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;7:CD001830.

117. Mendiratta M, B C M, Kumar A, Yadav V, Shyam R, Wig M. Effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer cement combined with fluoride varnish in arresting dental caries among intellectually disabled individuals: A randomized controlled trial. *Spec Care Dent* 2021;41(5):544–52.

118. Stookey JD, Kavouras SA. Water Researchers Do Not Have a Strategic Plan for Gathering Evidence to Inform Water Intake Recommendations to Prevent Chronic Disease. *Nutrients* 2020;12(11):3359.

119. Holmes RD. Tooth brushing frequency and risk of new carious lesions. *Evid Based Dent* 2016;17(4):98-9.

120. Ashley PF, Attrill DC, Ellwood RP, Worthington HV, Davies RM. Toothbrushing habits and caries experience. *Caries Res* 1999;33(5): 401-2.

121. Wanless M. Oral health: Spitting evidence. *Br Dent J* 2014; 217(11):612.

122. Nordstrom A, Birkhed D. Preventive effect of high-fluoride dentifrice (5,000 ppm) in caries-active adolescents: a 2-year clinical trial. *Caries Res* 2010;44(3):323-31.

123. Wu L, Lo ECM, McGrath C, Wong MCM, Ho SMY, Gao X. Motivational interviewing for caries prevention in adolescents: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig* 2022;26(1):585-94.

124. McReynolds D, Duane B. Systematic review finds that silver diamine fluoride is effective for both root caries prevention and arrest in older adults. *Evid Based Dent* 2018;19(2):46-7.

125. Wierichs RJ, Meyer-Lueckel H. Systematic review on noninvasive treatment of root caries lesions. *J Dent Res* 2015;94(2):261-71.

126. Grandjean ML, Maccarone NR, McKenna G, Muller F, Srinivasan M. Silver Diamine Fluoride (SDF) in the management of root caries in elders: a systematic review and meta-analysis. *Swiss Dent J* 2021; 131(5):417-24.

127. Hiraishi N, Sayed M, Takahashi M, Nikaido T, Tagami J. Clinical and primary evidence of silver diamine fluoride on root caries management. *Jpn Dent Sci Rev* 2022;58:1-8.

128. Bonetti D, Clarkson JE. Fluoride Varnish for Caries Prevention: Efficacy and Implementation. *Caries Res* 2016;50Suppl1:45-9.

129. Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF, Group CDCDSSRW, et al. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 2008;87(2):169-74.

130. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139(3):257-68.

131. Urquhart O, Tampi MP, Pilcher L, Slayton RL, Araujo MWB, Fontana M, et al. Nonrestorative Treatments for Caries: Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Dent Res* 2019;98(1):14-26.

132. Gilboa I, Cardash HS, Baharav H, Demko CA, Teich ST. A longitudinal study of the survival of interproximal root caries lesions restored with glass ionomer cement via a minimally invasive approach. *Gen Dent* 2012;60(4):e224-30.

133. Haveman CW, Summitt JB, Burgess JO, Carlson K. Three restorative materials and topical fluoride gel used in xerostomic patients: a clinical comparison. *J Am Dent Assoc* 2003;134(2):177-84.

134. Burgess JO, Gallo JR. Treating root-surface caries. *Dent Clin North Am* 2002;46(2):385-404,vii-viii.

135. Dalodom S, Lam-Ubol A, Jeanmaneechotechai S, Takamfoo L, Intachai W, Duangchada K, et al. Influence of oral moisturizing jelly as a saliva substitute for the relief of xerostomia in elderly patients with hypertension and diabetes mellitus. *Geriatr Nurs* 2016;37(2):101-9.

136. Thatreenaranon S. The efficacy of oral moisturizing jelly in alleviating symptoms of xerostomia in psychiatric patients. *J Ment Health of Thai* 2018;26(2):129-41.

137. Sunday O. Akintoye RNA, Michael Brennan, et al. CLINICIAN'S GUIDE Treatment of Common Oral Conditions. 8 ed. United States: American Academy of Oral Medicine; 2017. p.37

138. Su N, Marek CL, Ching V, Grushka M. Caries prevention for patients with dry mouth. *J Can Dent Assoc* 2011;77:b85.

139. Featherstone JDB, Crystal YO, Alston P, Chaffee BW, Domejean S, Rechmann P, et al. Evidence-Based Caries Management for All Ages-Practical Guidelines. *Front Oral Health* 2021;2:657518.

140. American Dental Association, U.S. Department of Health and Human Services. The Selection of Patients for Dental Radiographic Examinations. 2012. Available at: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-x-ray-imaging/selection-patients-dental-radiographic-examinations>. Accessed July 15, 2023

## Factors Associated with Fake Braces Use Among Thai Adolescents Living in Bangkok

Saris Piyasuntorn<sup>1</sup>, Pagaporn Pantuwadee Pisarnturakit<sup>2</sup>, Tewarit Somkotra<sup>2</sup>, Chintana Sirichompun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>Department of Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

<sup>3</sup>Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

### Abstract

This study investigates the association between the underlying determinants for obtaining fake braces among adolescents in Bangkok. The study design was case-controlled. Participants included 45 cases of adolescents who obtained fake braces and 336 controls who obtained professional braces. They were sampled from 12- to 18-year-old students who had experiences of orthodontic braces or fake braces. Independent variables like socioeconomic status, information support, subjective norm, knowledge, and attitude were assessed by a self-administered questionnaire. The univariate analyses were performed using chi-square tests and Kolmogorov-Smirnov tests to compare differences between groups then logistic regression was used to identify the influential factors. We found that the fake braces group was mostly of younger adolescents (93.3%). Information from friends, the influence of friends and famous persons, lack of knowledge, and lower socioeconomic status had statistically significant associations with fake braces obtaining ( $P < 0.05$ ). As opposed to the professional braces group, most of the adolescents who obtained fake braces did not expect good tooth alignment results ( $P < 0.001$ ). Their attitudes about the social class symbol of braces also were discordant with the professional braces group ( $P = 0.002$ ). The logistic regression model showed the fake braces group tended to be younger (OR = 0.17; 95% CI: 0.002-0.112). They also tended to get braces information from friends (OR = 14.83; 95% CI: 3.44-63.91), ignore tooth alignment results (OR = 0.13; 95% CI: 0.05-0.31), accept braces as a social class symbol (OR = 2.20; 95% CI: 1.04-4.64), and have a lower knowledge score (OR = 0.70; 95% CI: 0.50-0.98). In conclusion, this study proved that peer influence, the expectation of esthetic results, social ladder, and knowledge among younger adolescents had strong associations with the type of braces obtained. The measures to alleviate the fake braces situation should be determined to include these significant factors.

**Keywords :** Adolescent, Fake braces, Orthodontic appliances

**Received Date:** Mar 1, 2023

**Revised Date:** May 8, 2023

**Accepted Date:** Jul 28, 2023

**doi:** 10.14456/jdat.2023.25

**Correspondence to :**

Saris Piyasuntorn, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri Dunant Road, Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand. Tel: 02-2188951 Email: knab9468@gmail.com



## Introduction

Fake braces (FBs), or fashion braces, refer to apparatuses that imitate the appearance of orthodontic appliances, but they do not treat malocclusion.<sup>1</sup> The appearances of FBs are offered in a variety of forms but all of them will present the colorful elastomeric ring or bracket on the anterior teeth. FBs can be beads wired on anterior teeth, brackets attached on teeth like real fixed orthodontic appliances, removable plates with brackets on a labial wire, or brackets ligated on a wire with retentive arms on posterior teeth. Unlike orthodontic appliances, FBs are sold over the counter or online without certificated dental care, and they can be fitted by a non-dentist provider using unapproved material or by the wearer themselves without a plan of removal.

In recent years, the orthodontic perceived need has increased among adolescents while the sources of orthodontic services are limited. These result in excess unmet demands for braces which somehow are satisfied by FBs. FBs have become popular among adolescents in Southeast Asian countries e.g. Thailand, Indonesia, and Malaysia.<sup>2</sup> Many adolescents wear braces as a fashion statement. In Thailand, adolescents seek orthodontic treatment not only to correct malocclusion, but they also want to wear braces like others and for fashion reasons.<sup>3</sup> FBs with multicolored rubber bands are worn like an ornament matching the costume.<sup>4</sup> The cost of FBs also is only \$45 - \$100 which is about 35 times cheaper than the orthodontic treatment course.<sup>5,6</sup> Hence, the affordability of FBs makes them more advantageous than real braces. In addition, braces can be used as a social class symbol because of the connotation of high social class. The high cost and inadequate accessibility of orthodontic braces give braces a luxury value, and some adolescents may wear braces or FBs to feel that value.<sup>1</sup>

Although FBs are prevalent in adolescents, the safety of their material and fitting procedures are still questionable. Authorities claim that FBs material may contaminate with hazardous heavy metals, and they can

compromise a health status such as malocclusion, dental caries, gingival inflammation, soft tissue ulceration, and life-threatening infection.<sup>5,8</sup> In Thailand, there have been many attempts to solve the FBs situation. For example, the Consumer Protection Board has issued a prohibition on the sales of FBs materials as well as punishments for violations. The Food and Drug Administration (FDA) has also issued a regulation to control the import, production, and sale of braces materials. In the same way, the risk of wearing FBs has been campaigned by many health sectors. Nevertheless, these measures are still questionable regarding their success and require adequate evidence for greater impact.

To understand the mechanism of causes and health outcomes of FBs obtained, the social determinants of oral health model were applied to our conceptual framework.<sup>9</sup> The model highlighted the effect on health of the social conditions and environments in which people are born, raised, live, work and age. The social, political, economic and environmental factors, the causes of the causes, as the key etiological factors bring about socioeconomic position. These structural determinants consequently patterned the more proximal factors on health through intermediary determinants. The intermediary determinants were mainly categorized to material circumstances (e.g. housing, neighborhood quality), psychosocial circumstances (e.g. social support) and behavioral/biological factors (e.g. health compromising behavior, FBs use). Finally, the intermediary determinants shaped health outcomes and in turn they could “feed back” to affect the functioning of social, economic and political mechanisms.

Recently, several studies in Thailand have attempted to describe the causes of FBs wearing among adolescents. Determinants such as fashion and high social class statements, feelings of self-confidence and attractiveness, affordability, more available access, peer pressure and lack of knowledge of the danger of FBs were reported to be contributing factors of FBs obtaining.<sup>3-8</sup> These deter-

minants could affect adolescent to use FBs or professional orthodontic services. However, most of them were intermediary determinants which could be patterned by broader proximal factors, such as socioeconomic status, gender and education. Therefore, our study included broader proximal factors to reveal association to FBs obtaining.

Furthermore, there has been no analytical study to confirm the strong association between determinants and FBs obtaining. Profound implications of the association were needed to alleviate the FBs situation. This study aimed to describe underlying determinants reported from previous anecdotal evidence to have the association with FBs obtained among adolescents in Bangkok.

### Participants and methods

This study was a case-control design. The cases were participants who had obtained fake braces, whereas the controls were those who had obtained professional braces (PBs). The participants were classified into case and control by the manner of appliances and data from questionnaires. The sample size calculation was based on formula testing difference in proportions for a case-control study which the following parameters were used: Odds ratio for FBs considered to be 0.13 (based on our pilot study); sensitivity 95% ( $\alpha$  level = 0.05) and power 80%. The sample size was estimated to be 36 for each group. With 10% topped up, 39 participants per group were required.

Public secondary schools around well-known areas of FBs providers in Bangkok i.e. Bangkapi (Tawanna flea market), Talingchan (Southern Bus Terminal flea market), Don Mueang, and Huai Kwang were surveyed to participate in this study and facilitate sampling of the cases. Six schools agreed to participate in this study. The informed consent forms were obtained from the principals of the schools who represented the guardians of the students for participation. Thai students aged 12 – 18 years old were recruited and identified for their type of braces or history of braces obtaining. Only students who were wearing PBs/FBs or had removed them for not more than 12 months were included in the study. The study protocol was approved by the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU 2018-003).

The outcome of this study was the different types of braces obtained by adolescents. The independent variables were the following social determinants:

1. Socioeconomic status (SES): The SESs of each household were determined by the household questionnaires considering selected household assets (floors, roofs, or walls; flush or pour-flush toilets; transportation, including bicycles, motorcycles, cars, or trucks; and electrical equipment, including radios, televisions, line or mobile telephones, refrigerators, and computers) were combined using principal component analysis to form an asset index.<sup>10</sup> The SESs were divided into five groups by being ranked according to the asset index using quintile as the cut point level.

2. Information support: questions about the person from whom adolescents received information before obtaining PBs or FBs were used to assess the association between information support and the type of braces obtained.

3. Subjective norm and attitude: the questions from the original study<sup>11</sup> in adolescents using FBs were used to assess the subjective norms and attitudes associated with the type of braces obtained by 5-pointed Likert scales. There were three questions for subjective norms and four questions for attitudes (questions were listed under Table 2)

4. Knowledge: the knowledge of the consequences of FBs wearing was assessed by yes-no questions. The mean knowledge scores of all questions were calculated for the FBs and PBs groups.

All variables were collected by self-administered online questionnaires in Thai via Google Forms. The questionnaires were anonymously and individually completed by students. A researcher was available for queries in completing the questionnaires addressed by the students.

Data were extracted from Google Forms as Microsoft Excel files. Data analyses were performed with SPSS Statistic version 22 (IBM Company, Chicago, Illinois, USA). Descriptive analysis was carried out to determine the characteristics of participants in both groups. Univariate analyses of braces types using the chi-square test and Kolmogorov-Smirnov tests were carried out to evaluate differences between cases and controls for independent variables. For multivariate analysis, a logistic regression model was

applied by enter technique to identify the adjusted odds ratios (OR) and 95% confidence interval (95% CI) of the fake braces obtaining. Covariates with the  $P$ -value  $< 0.25$  in the univariate analyses were included in the model. The goodness of fit of the models was tested with the Hosmer–Lemeshow test. A  $P$ -value of  $< 0.05$  was deemed to be statistically significant.

## Results

A total of 381 students completed the questionnaires. Participants included 76 boys (19.9 %) and 305 girls

(80.1 %), with a mean age of  $15.54 \pm 1.52$  years ( $13.84 \pm 1.04$  years in the FBs group and  $15.76 \pm 1.43$  years in the PBs group). The average age of students studying in grade 7 was 12.90 years, grade 8 was 13.78 years, grade 9 was 14.60 years, grade 10 was 15.46 years, grade 11 was 16.66 years, and grade 12 was 17.76 years. Age and educational level had significant associations with the type of braces obtained whereas gender did not. Younger adolescents studying in grade 7 to 9 more often obtained FBs than PBs ( $P < 0.001$ ). The data is shown in Table 1.

**Table 1** Characteristics of sample and associations between factors and type of braces obtaining

Variables	Total N = 381 n (%)	FBs N = 45 n (%)	PBs N = 336 n (%)	P-value
<b>Age</b>				$<0.001^a$
≤ 15 years	222 (58.3)	42 (93.3)	180 (53.6)	
> 15 years	159 (41.7)	3 (6.7)	156 (46.4)	
<b>Gender</b>				0.432 <sup>a</sup>
Male	76 (19.9)	7 (15.6)	69 (20.5)	
Female	305 (80.1)	38 (84.4)	267 (79.5)	
<b>Educational level</b>				$<0.001^a$
Grade 7 to 9	198 (52.0)	42 (93.3)	156 (46.4)	
Grade 10 to 12	183 (48.0)	3 (6.7)	180 (53.6)	
<b>Socioeconomic group</b>				$<0.001^b$
Very high	39 (10.2)	4 (8.9)	35 (10.4)	
High	101 (26.5)	3 (6.7)	98 (29.2)	
Middle	88 (23.1)	4 (8.9)	84 (25.0)	
Low	77 (20.2)	11 (24.4)	66 (19.6)	
Very low	76 (19.9)	23 (51.1)	53 (15.8)	
<b>Information support (Answer Yes)</b>				
Family/relatives	187 (49.0)	7 (15.6)	180 (53.6)	$<0.001^a$
Advertisement/social media	66 (17.3)	5 (11.1)	61 (18.2)	0.241 <sup>a</sup>
Friend	102 (26.8)	36 (80.0)	66 (19.6)	$<0.001^a$
<b>Knowledge (Correct answer)</b>				
Dental caries	197 (51.7)	11 (24.4)	186 (55.4)	$<0.001^a$
Tooth malalignment	246 (64.6)	22 (48.9)	224 (66.7)	0.019 <sup>a</sup>
Oral ulceration	220 (57.7)	18 (40.0)	202 (60.1)	0.01 <sup>a</sup>
Infection	250 (65.6)	13 (28.9)	237 (70.5)	$<0.001^a$
Deadly infection	140 (36.7)	4 (8.9)	136 (40.5)	$<0.001^a$
<b>Knowledge score (Mean ± SD)</b>		1.5 ± 1.6	2.9 ± 1.9	$<0.001^b$

<sup>a</sup>Chi-square test

<sup>b</sup>Kolmogorov-Smirnov test

Knowledge: Which is(are) the consequence(s) of fake braces wearing? a. Tooth decay; b. Poorly aligned teeth; c. Mouth sores; d. Infection; e. Death from infection.

FBs, fake braces; PBs, professional braces

In Table 1, the chi-square test indicated a statistically significant association between the type of braces obtained and independent variables (SES, information support, and knowledge). Regarding SES, 39 (10.2%) participants had a very high status, 101 (26.5 %) participants had a high status, 88 (23.1 %) participants had a medium status, 77 (20.2 %) participants had a low status, and 76 (19.9 %) participants had a very low status. 75.6 % of the students with FBs were low or very low SES whereas 64.6 % of the students with PBs were moderate to very high SES ( $P < 0.001$ ).

Students with FBs sought braces information from their friends more than the students with PBs ( $P < 0.001$ ). Conversely, the PBs received information from family members more than the FBs ( $P < 0.001$ ). Information from advertisements and social media did not significantly affect the type of braces obtained ( $P = 0.241$ ). Concerning knowledge, the FBs had knowledge scores lower than the PBs ( $1.51 \pm 1.60$  and  $2.93 \pm 1.88$  respectively) ( $P < 0.001$ ). Similarly, considering each aspect of knowledge, the FBs had lower knowledge than the PBs ( $P < 0.05$ ).

Table 2 shows statistically significant associations between the type of braces obtained and the following variables (subjective norm and attitude). As regards subjective norm, nearly half of the FBs agreed or strongly agreed that friends influenced their braces obtaining while the PBs tended to disagree ( $P < 0.001$ ). Moreover, the degree of

disagreeing with the influence of famous persons was different, the PBs indicated more strongly disagree than the FBs ( $P = 0.013$ ).

Concerning their attitude towards braces, the students with PBs agreed that they expected esthetic results from their braces more than the students with FBs ( $P < 0.001$ ). The PBs also tended to disagree that their braces were wasting time whereas the FBs tended to be neutral and agree ( $P < 0.001$ ). In addition, although adolescents in both groups tended to disagree that their braces made them look like a high social class person, the percentage who strongly disagree was more in the PBs group than in the FBs group ( $P = 0.002$ ).

Table 3 reports discussion results from the final logistic regression model which considered the effect of other confounding variables. It appeared that younger adolescents were more likely to obtain FBs (OR = 0.17; 95% CI: 0.002-0.112). Adolescents who wore FBs tended to receive information support from friends (OR = 14.83; 95% CI: 3.44-63.91) and to use FBs as a social class symbol (OR = 2.20; 95% CI: 1.04-4.64). They also tended to have lower knowledge scores (OR = 0.70; 95% CI: 0.50-0.98). Conversely, adolescents who wore PBs were more likely to expect good results in tooth alignment (OR = 0.13; 95% CI: 0.05-0.31). However, the logistic regression model did not show the statistically significant effect of SES and subjective norms on the type of braces obtained.

**Table 2** Associations between factors and type of braces obtaining (subjective norm and attitude)

Variables	FBs N = 45 n (%)					PBs N = 336 n (%)					P-value <sup>a</sup>
	SD	D	N	A	SA	SD	D	N	A	SA	
Subjective norm											
Friend	4 (8.9)	6 (13.3)	16 (35.6)	15 (33.3)	4 (8.9)	109 (32.4)	67 (19.9)	107 (31.8)	38 (11.3)	15 (4.5)	0.001
Boyfriend/girlfriend	24 (53.3)	13 (28.9)	7 (15.6)	1 (2.2)	0 (0.0)	214 (63.7)	56 (16.7)	37 (11.0)	22 (6.5)	7 (2.1)	0.788
Famous person	13 (28.9)	14 (31.1)	11 (24.4)	5 (11.1)	2 (4.4)	182 (54.2)	55 (16.4)	68 (20.2)	18 (5.4)	13 (3.9)	0.013
Attitude											
Esthetic result	2 (4.4)	3 (6.7)	24 (53.3)	13 (28.9)	3 (6.7)	2 (0.6)	2 (0.6)	19 (5.7)	153 (45.5)	160 (47.6)	<0.001
Attractiveness	1 (2.2)	2 (4.4)	17 (37.8)	21 (46.7)	4 (8.9)	9 (2.7)	31 (9.2)	131 (39.0)	120 (35.7)	45 (13.4)	0.997
Social class	5 (11.1)	22 (48.9)	14 (31.1)	2 (4.4)	2 (4.4)	138 (41.1)	117 (34.8)	55 (16.4)	23 (6.8)	3 (0.9)	0.002
Waste of time	4 (8.9)	7 (15.6)	17 (37.8)	12 (26.7)	5 (11.1)	142 (42.3)	110 (32.7)	67 (19.9)	13 (3.9)	4 (1.2)	<0.001

<sup>a</sup>Kolmogorov-Smirnov test

Subjective norm: Do you agree with the sentences? a. Friend was the person who influenced your decision to get braces.; b. Boyfriend or girlfriend was the person who influenced your decision to get braces.; c. Famous person was the person who influenced your decision to get braces.

Attitude: Do you agree with the following sentences before you have started wearing braces? a. Suppose I wear braces, my teeth will be straightened.; b. Suppose I wear braces, my appearance will be more attractive. c. Suppose I wear braces, my appearance will look like high social class.; d. Suppose I wear braces, my time will be wasted.

FBs, fake braces; PBs, professional braces

SD, strongly disagree; D, disagree; N, neutral; A, agree; SA, strongly agree

**Table 3** Univariate and multivariate analysis of fake braces obtaining considering Gender, Age, Information support, Subjective norm, Attitude, Knowledge score and SES.

Outcome	Variables	P-value	Adjusted OR	95% CI	Unadjusted OR	95% CI
Type of braces	Gender	0.428				
0 = PBs	Male		1.798	0.422-7.669	0.713	0.305-1.665
1 = FBs	Female		1		1	
	Age	<0.001				
	≤ 15 years		1		1	
	> 15 years		0.170	0.002-0.112	0.062	0.019-0.204
	Information support					
	Friend	<0.001				
	Yes		14.829	3.441-63.912	16.364	7.513-35.641
	No		1		1	
	Relatives	0.233				
	Yes		0.416	0.098-1.762	0.160	0.069-0.368
	No		1		1	
	Social	0.596				
	Yes		1.599	0.282-9.081	0.564	0.214-1.487
	No		1		1	
	Subjective norm					
	Friend	0.248	1.456	0.769-2.756	1.831	1.388-2.416
	Famous person	0.974	0.991	0.578-1.700	1.341	1.046-1.720
	Attitude					
	Esthetic result	<0.001	0.126	0.052-0.308	0.177	0.107-0.291
	Social class	0.039	2.197	1.041-4.636	1.625	1.208-2.187
	Waste of time	0.181	1.613	0.800-3.249	3.036	2.183-4.224
	Knowledge score	0.040	0.701	0.499-0.984	0.660	0.550-0.793
	SES	0.133	0.687	0.421-1.121	0.506	0.379-0.674

P at Hosmer and Lemeshow test = 0.186

Subjective norm: range from 1 to 5 (strongly disagree to strongly agree)

Attitude: range from 1 to 5 (strongly disagree to strongly agree)

SES: range from 1 to 5 (very low to very high)

OR, Odd ratio

SES, socioeconomic status

## Discussion

The logistic regression analyses of the factor associated with FBs obtaining including the SES, source of information, attitude, subjective norm, and knowledge

indicated younger adolescents who sought braces information from friends and wore braces as a social class symbol tended to wear FBs while senior adolescents

who expect better tooth alignment tended to wear PBs. However, the results indicated no significant effect of SES and subjective norms associated with FBs obtaining.

Results revealed that girls wore FBs more than boys. This gender effect was also found in a previous FBs study<sup>11</sup> and many other PBs studies.<sup>3, 12–17</sup> The studies suggested that girls had more esthetic concerns than boys, and they tended to have greater orthodontic treatment needs. Our results further revealed age and educational level effects associated with FBs wearing. The younger students who were grade 7 to 9 wore FBs more than older student who were grade 10 to 12, respectively. In Thailand, the age of students and educational level were closely related which was controlled by the compulsory educational system. Therefore, age and educational level followed the same trend. From these results, it could implied that the FBs problem is prevalent among junior adolescents on whom intervention should be focused.

The observed influence of SES assessed by asset index on PBs obtaining was consistent with other studies.<sup>16,18,19</sup> The increased proportion of FBs obtaining in the lower SES group was attributed to vulnerability to health-compromising conditions such as financial constraints.<sup>9,20</sup> Moreover, the availability of free orthodontic treatment affected the demand for treatment.<sup>21</sup> In Thailand, orthodontic treatment is not included in public health insurance (except for a cleft lip or a cleft palate) and the expense of orthodontic treatment was relatively high. Therefore adolescents with lower SES might be hindered from PBs, and they had no other choices than FBs. However, logistic regression did not show the significant effect of SES assessed by the asset index. This implied the effects of other factors over SES on FBs obtaining.

Information support was a type of social support. Social supports provide information that can affect health and healthcare utilization. Our study found that adolescents get information from parents before obtaining PBs. They needed permission from their parents to support the braces expenses so information from the parents or relatives was significant. On the other hand, friends were an important

source of information for adolescents who obtained FBs. They could find reviews and FBs providing stores from friends without permission from the parents. They certainly do not want their parents to know because fittings of FBs were illegal. In addition, our study found adolescents in both groups rarely searched braces information from social media. Henzell *et al.*<sup>22</sup> indicated that most patients tend to find orthodontic treatment information directly from orthodontists rather than from social media. It can be implied that social media was only an alternative way for adolescents to find information about braces. They rather accept information from orthodontists, parents, or friends.

Knowledge about the importance of oral health plays a part in dental attendance patterns.<sup>23</sup> Low oral health literacy impeded recognition of the risk for oral diseases as well as the need for oral health care.<sup>24</sup> Regarding FBs obtaining, knowledge of the danger of FBs would be needed to protect adolescents from the hazards of wearing FBs. It was found that adolescents in the FBs group had lower knowledge in all topics, and logistic regression showed they tended to have lower mean scores. These findings emphasized the importance of oral health education against FBs.

Subjective norms are perceived as social pressure to perform or not to perform the behavior.<sup>25</sup> According to Atisook and Chuacharoen<sup>3</sup>, social norms had an association with the demand for orthodontic treatment in adolescents. The influence of peer groups and famous persons on the increase of braces need were observed in our study as well as many FBs studies.<sup>11,26</sup> It was reasonable to think that adolescents wear FBs, instead of unaffordable PBs, because of peer pressure or just imitating celebrities. However, logistic regression did not confirm the significant effect of the subjective norms.

Regarding attitude, compared to previous evidence<sup>11,26</sup>, our data observed that both FBs and PBs made adolescents feel more attractive but there was no difference between groups. Multivariate analysis showed that adolescents were more likely to think about the esthetic result before wearing PBs while adolescents



thinking about social class were more likely to wear FBs. This finding indicates that the FBs were not aware of malocclusion improvement, but they only try to move up their social class and feel more confident. Actual SES seems to be less significant than the expectation to be higher social class. In addition, we noticed that the attitudes of adolescents in both groups were the same trend except for the wasting time aspect. More than one-third of the FBs thought that FBs was time-wasting, but they still wore FBs.

This study was an analytical evidence-based research that investigated fake braces in Bangkok, Thailand. The effects of peer influence, social ladder, and knowledge on obtaining fake braces reported by several anecdotal evidences were emphasized. Nevertheless, the result should be interpreted carefully because this study had a limitation as data was collected in Bangkok and the size of sample is not quite large enough to show all relationships. Another error in this study can occur while participants wearing FBs were completing the questionnaires. They might be reluctant to tell the truth because of fear of punishment. Further research is suggested with a large sample size and well-controlled bias would clarify more relationships between FBs and the factors.

## Conclusion

Although many determinants were associated with braces obtaining, our study revealed that peer influence, knowledge, the expectation of good tooth alignment, and the expectation of looking like they are from a higher social class among the younger adolescents were proven to associate more strongly with the type of braces obtained. Therefore, to deal with the FBs situation, the provision of a health promotion program about FBs should focus on younger students (age less than 15 years old) to provide information and emphasize positive attitudes toward the esthetic result of orthodontic treatment. The attitudes toward the social class symbol of FBs should be changed. Health education about the lack of safety of FBs wearing is still needed. In addition, for an upstream approach, lower cost or even free-of-charge orthodontic

treatment for more types of malocclusion patients might be included in public health insurance to increase the affordability for the lower SES patients.

## Acknowledgment

The authors thank students who participated in the research and thank the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University for providing facilities and financial support.

**Conflicts of interest:** All authors declare no conflicts of interest.

## References

1. Sorooshian S, Kamarozaman AA. Fashion braces: an alarming trend. *Sao Paulo Med J* 2018;136(5):497-8.
2. Martha DL. Brace yourself: Asian teenagers are wearing FAKE dental train tracks as a status symbol, but could they KILL their wearers? Dailymail; 2013. Accessed November 4, 2018. <https://www.dailymail.co.uk/femail/article-2256608/Fake-braces-trend-new-status-symbol-Asian-teenagers-KILL-wearers.html>
3. Atisook P, Chuacharoen R. The relationship between demand and need for orthodontic treatment in high school students in Bangkok. *J Med Assoc Thai* 2014;97(7):758-66.
4. Melissa M. Crackdown on Fake Braces Fashion Fad. The Associated Press; 2006. Accessed November 4, 2018. <https://www.cbsnews.com/news/crackdown-on-fake-braces-fashion-fad/>
5. Wipatayotin A. Doctors warn fashionable dental braces can kill. Bangkok Post; 2018. Accessed November 4, 2018. <https://www.bangkokpost.com/thailand/general/1393582/doctors-warn-fashionable-dental-braces-can-kill>
6. Ismat T. Fake braces fad can be dangerous. The Times of India; 2013. Accessed November 4, 2018. <https://timesofindia.indiatimes.com/life-style/health-fitness/health-news/fake-braces-fad-can-be-dangerous/articleshow/20571607.cms>
7. Pothidee T. Fashion braces services in the perspective of students in a northern secondary school, *Thai Dent Publ Health J* 2017; 22(2):39-47
8. Kangwolkij P. Fad teeth braces banned. Bangkok Post; 2018. Accessed November 4, 2018. <https://www.bangkokpost.com/thailand/general/1393506/fad-teeth-braces-banned>
9. World Health Organization. A conceptual framework for action on the social determinants of health. Geneva: WHO Press; 2010.
10. Limwattananon S, Tangcharoensathien V, Prakongsai P. Equity in

maternal and child health in Thailand. *Bull World Health Organ* 2010;88(6):420-7.

11. Chaiyawech B. The relationship between selected factors and intention to pseudo orthodontics among secondary school students [dissertation]. Bangkok: The Graduate School, Chulalongkorn University; 2011

12. Burden DJ. The influence of social class, gender, and peers on the uptake of orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1995;17:199-203.

13. O'Brien KD, Fox N, McComb JL, Wright J. Factors influencing the uptake of orthodontic treatment. *Br J Orthod* 1996;23:331-4.

14. Hosanguan C, Umpronsirirat S, Kosonittikul P. Study of orthodontic treatment experiences among first-year students at Chulalongkorn University. *CU Dent J* 2005;28:199-210.

15. O'Brien K, Wright JL, Conboy F, Macfarlane T, Mandall N. The child perception questionnaire is valid for malocclusions in the United Kingdom. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:536-40.

16. Krey KF, Hirsch C. Frequency of orthodontic treatment in German children and adolescents: influence of age, gender, and socio-economic status. *Eur J Orthod* 2012;34(2):152-7.

17. Deli R, Macri LA, Radico P, Pantanali F, Grieco DL, Gualano MR, et al. Orthodontic treatment attitude versus orthodontic treatment need: differences by gender, age, socioeconomical status and geographical context. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012; 40(1):71-6.

18. Shaw WC, O'Brien KD, Richmond S. Quality control in orthodontics:

factors influencing the receipt of orthodontic treatment. *Br Dent J* 1991;170(2):66-8.

19. Reichmuth M, Greene KA, Orsini MG, Cisneros GJ, King GJ, Kiyak HA. Occlusal perceptions of children seeking orthodontic treatment: impact of ethnicity and socioeconomic status. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(5):575-82.

20. Page L A F, Thomson W M. Malocclusion and uptake of orthodontic treatment in Taranaki 12-13-year-olds. *N Z Dent J* 2005;101(4): 98-105

21. Kerosuo H, Abdulkarim E, Kerosuo E. Subjective need and orthodontic treatment experience in a Middle East country providing free orthodontic services: a questionnaire survey. *Angle Orthod* 2002;72:565-70.

22. Henzell M, Knight A, Antoun JS, Farella M. Social media use by orthodontic patients. *N Z Dent J* 2013;109(4):130-3.

23. Attwood D, West P, Blinkhorn AS. Factors associated with the dental visiting habits of adolescents in the west of Scotland. *Community Dent Health* 1993;10(4):365-73.

24. Institute of Medicine. Improving access to oral health care for vulnerable and underserved populations. Washington (DC): National Academies Press; 2011.

25. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Decis Process* 1991;50(2):179-211.

26. Rityoue A. Pseudo-orthodontics: the consumption of signs among Thai teenagers [dissertation]. Bangkok: Mahidol University; 2010.

# Accuracy Assessment of 3D Tooth Reconstruction with Novel Segmentation Technique

Thanatchaporn Permwatanachai<sup>1</sup>, Kanit Dhanesuan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

## Abstract

Nowadays, in modern medicine, three-dimensional (3D) reconstruction uses innovative new applications by building cost-effective patient-specific surgical models and prostheses. Concurrently, 3D reconstruction is useful in dental and maxillofacial disciplines for pre-operative planning and surgical simulation. During the 3D reconstruction process, one of the significant procedures is segmentation, which involves extracting interesting structures from undesirable surroundings. In this case, if the digital segmentation is inaccurate, the physical model generated by the virtual model will not properly represent the anatomy of the structure, resulting in a discordance between the treatment plan and the outcome. The study aims to assess the segmental accuracy of the new threshold-based semi-automatic segmentation method for establishing 3D tooth reconstruction from cone-beam computed tomography (CBCT). Ten extracted teeth and corresponding pre-existing CBCT images were collected for this experimental study. The physical data of each extracted tooth was gathered as tooth length and volume, which were measured by an electronic digital caliper and a densitometer for solids, respectively. The new threshold-based semi-automatic segmentation method was performed by InVesalius software to establish 3D tooth reconstruction from corresponding pre-existing CBCT images. The outcomes were measured through linear (deviation of the tooth length) and volumetric (percentage of volume alteration) measurements between the 3D model and extracted tooth, using measurement tools in the Meshmixer software. The Wilcoxon signed rank test was used to investigate all parameters. The results revealed no significant difference in size between the 3D reconstruction and physical teeth in both linear and volumetric measurements. Moreover, the accuracy of the segmental procedure in the linear and volumetric assessments is 97.44% and 94.95%. In conclusion, the new segmental technique from this study exhibits good accuracy. However, further investigation in clinical application of the printing models established from this new method is recommended to confirm its efficacy.

**Keywords:** 3D reconstruction, 3D tooth reconstruction, Accuracy, Segmentation, Thresholding segmentation

**Received Date:** Mar 31, 2023

**Revised Date:** May 12, 2023

**Accepted Date:** Jul 28, 2023

**doi:** 10.14456/jdat.2023.26

### Correspondence to:

Kanit Dhanesuan, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand. Email: kanit.d@chula.ac.th

## Introduction

Advances in craniofacial imaging and image acquisition techniques, such as CBCT images, had improved our understanding of anatomical structures and probable anatomical differences. 3D reconstruction images from CBCT had been the best option for evaluating and treating surgical problems in dental and craniofacial surgery, as well as a variety of other specialties.<sup>1</sup> Some examples assisted in the development of a root analog implant designed for immediate implantation<sup>2</sup>, creating a surgical guide for implant surgery<sup>3</sup>, or simulating and navigating oral and maxillofacial surgery.<sup>4,5</sup>

During the 3D reconstruction process, one of the significant procedures was segmentation, which involved extracting the structures that would be created in the 3D model from undesirable surrounding structures.<sup>6,7</sup> Segmentation can be classified into three approaches: manual, automatic, and semi-automatic segmentation. First, the manual approach was user-dependent and done layer by layer with software that groups all the layers together to rebuild the 3D volume, which was a time-consuming procedure and required the skill of an operator.<sup>8</sup> Second, automatic method, in which the software automatically selected the interested region and excluded other nearby structures after setting the threshold interval. Because it was time-saving and less operator-reliant, this technique had the benefit of processing lots of data.<sup>9,10</sup> However, the lack of spatial resolution and contrast in the image was the key challenge in this type of segmentation.<sup>9,11</sup> And the last one, semi-automatic segmentation was a computerized (hybrid) approach. In this case, the process typically began with two user-driven interactive stages, including the placement of initial seed areas in all three directions and selecting a threshold interval (Hounsfield units) to provide texture and background data for the program.<sup>8</sup>

By the way, grayscale intensities would be displayed by the selection. When the range was not properly defined, the anatomical structure of interest might be distorted, causing undesirable dimensional changes.<sup>7</sup> In

the case of inaccurate digital segmentation, the physical model generated by the 3D virtual model would not properly represent the anatomy of the structure, resulting in a discordance between the treatment plan and the outcome.<sup>14</sup>

The accuracy of the segmentation technique, particularly the threshold selection procedure, was the critical element that could possibly affect the quality of measurements in the 3D reconstructions. Whereas 3D reconstruction has innovative new applications by building cost-effective patient-specific surgical models and prostheses in modern medicine as well as in dental and maxillofacial disciplines for pre-operative planning and surgical simulation.<sup>12,13</sup> There are several commercial and open-source software packages with various tools available on the market. InVesalius, one of the free open-source 3D reconstruction software applications<sup>16</sup>, as well as Meshmixer, one of the free open-source 3D model graphical information processing software<sup>15</sup>, have been utilized by many research projects.

Furthermore, the indicated mask over the examined image, in the threshold-based segmentation technique of the InVesalius software program, was obtained from a medical CT. While the range of grayscale values obtained from dental CT images, which are more practically used in dentistry, were not similar. Thus, it was necessary to use manual control to adjust the threshold values together, focusing on the entire anatomical outline in all slices, as the new segmental method.

Therefore, the aim of this study was to assess the segmentation accuracy of the new threshold-based semi-automatic tooth segmentation technique for establishing 3D tooth reconstruction from CBCT imaging. The null hypothesis was that the size of the 3D reconstruction model did not differ from the size of the physically extracted tooth. The expected benefits of this study could include aid in the diagnosis, treatment plan, and enable the creation of patient-specific models or surgical guides, which could

be assisted in preoperative planning and intraoperative navigation. These tools could improve surgical outcomes, as well as reduce operation time, and the risk of complications.

## Materials and methods

This experimental study was conducted from October 2022 to February 2023 at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. The workflow of this study was presented in Figure 1.

The sample size of  $n = 4$  was calculated by G\*Power 3.1, referring to the previous study (Park *et al.*, 2020). The samples were collected and categorized into two groups: maxillary and mandibular teeth. Thus,

the total sample size required was five for each group, including approximately 10 % compensation for errors.

The protocol was approved by the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU 2022-077).

### Sample selection

Patients who were referred for tooth removal with pre-existing radiographic data (CBCT imaging) were included in the study. Patients whose teeth had fractures were excluded. A total of ten extracted teeth from five patients were included, comprising five maxillary and five mandibular teeth. All participants were informed about the research details and provided written consent.

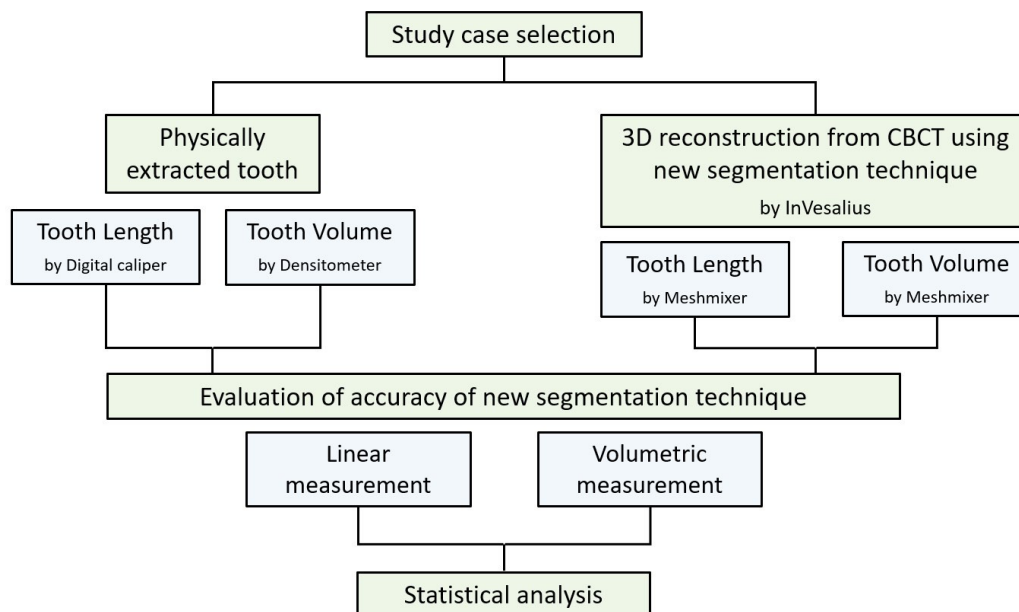
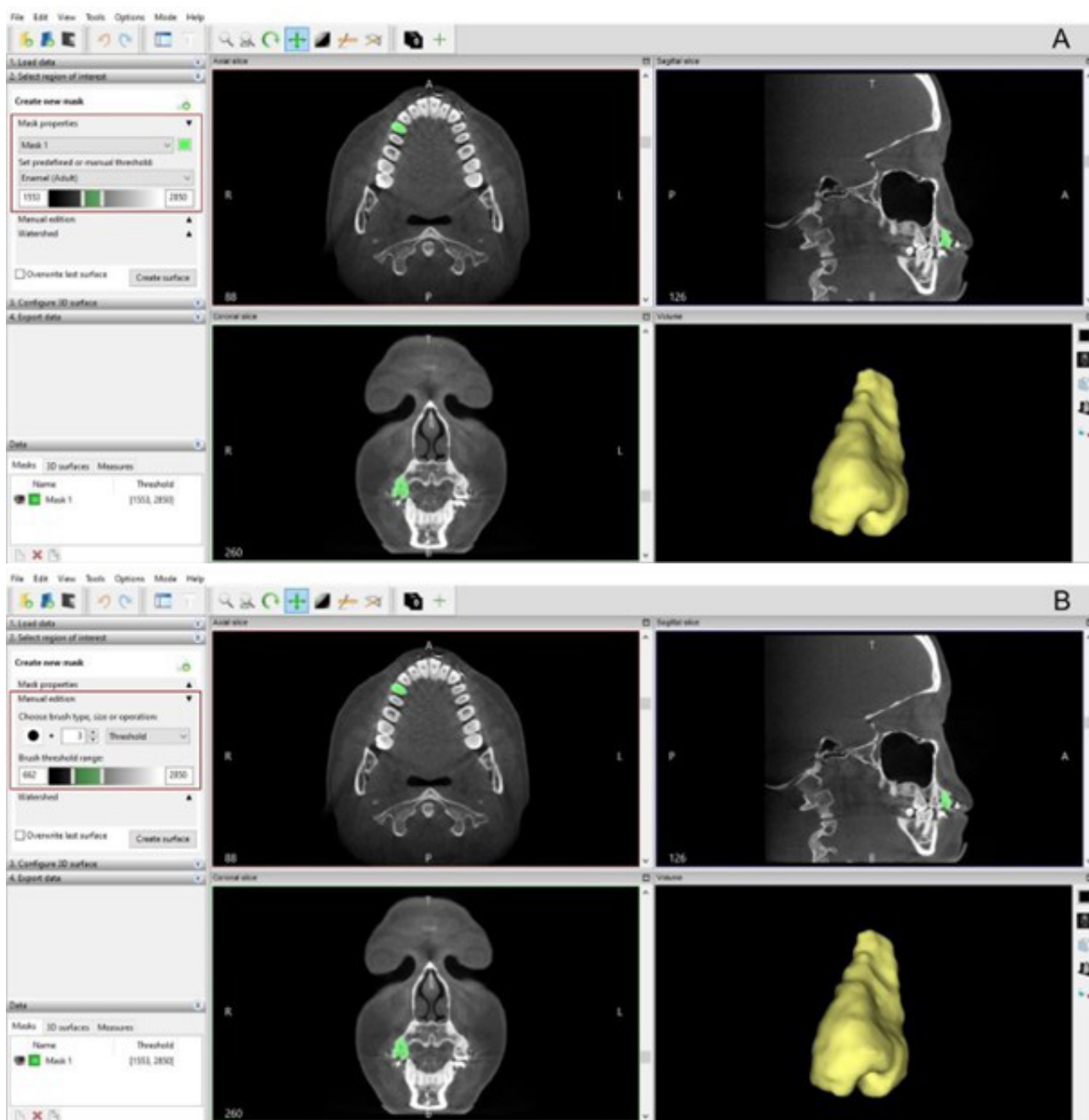


Figure 1 Study workflow

### Study methods

The physical data of all extracted teeth were collected as a tooth length and volume, which were measured by an electronic digital caliper (in millimeters) and a densitometer for solids (in cubic millimeters), respectively. All corresponding pre-existing CBCT images were segmented by the InVesalius software program using a new threshold-based semi-automatic segmentation technique. The procedure was carried out by importing the radiographic data with 1:2 slices re-arrangement, followed by creating

a selection mask using the enamel's predefined threshold value range (Fig. 2A) together with manual adjustment for the desired threshold using the "Brush" and "Brush threshold range" tools (Fig. 2B). The selection mask was focused on the entire anatomical outline of the tooth layer by layer, as the new segmentation technique. Finally, the 3D virtual model was isolated in the visualization window using the "Splitting disconnected surfaces: select the largest surface option" tool and exported into STL format.



**Figure 2** New threshold-based semi-automatic segmentation technique by InVesalius software

A: First step of selection mask creation by enamel's predefined threshold value range in mask property tab

B: Second step of selection mask creation by manual adjustment using "Brush" and "Brush threshold range" tools in manual edition tab

## Assessments

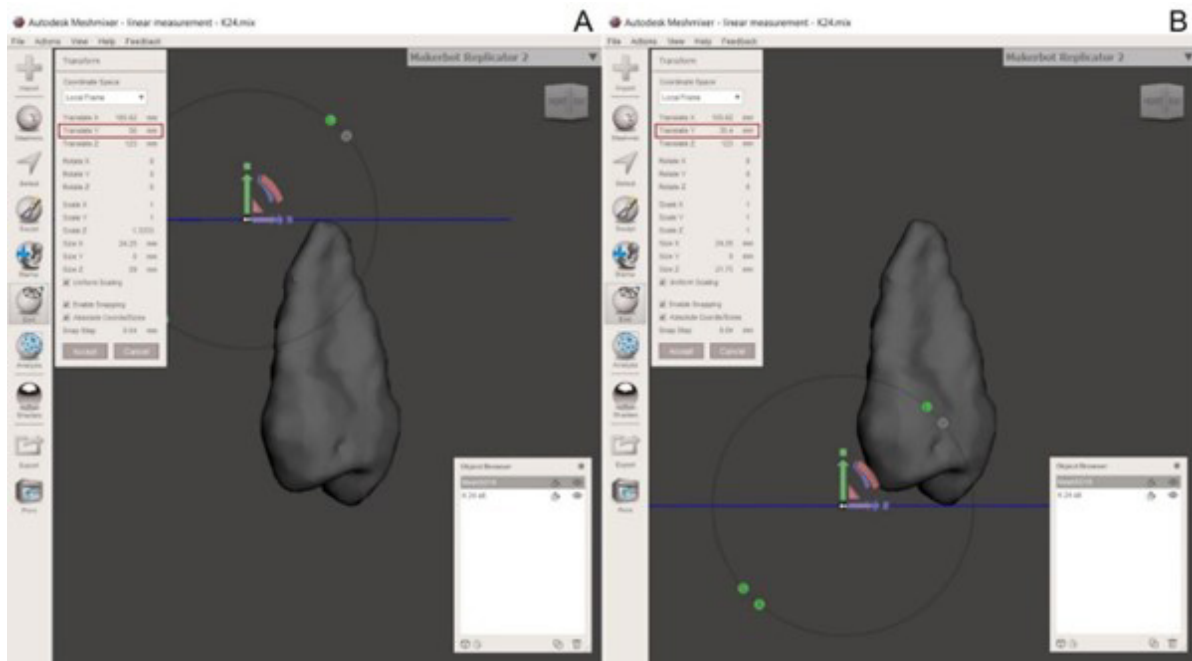
Two parameters were used for the measurement of segmental procedure accuracy: linear deviation and volumetric deviation. The linear deviation was defined as the difference in the length (along the cusp tip or incisal

edge to the root apex) between each couple of the 3D reconstruction model and the corresponding physically extracted tooth. The volumetric deviation was assessed by the volume change between the 3D reconstruction model and the corresponding physically extracted tooth.



All parameters were measured in the Meshmixer software program. In linear measurement, the length was scaled against two planes that contact the most superior and inferior surfaces of the model (the differences in the Y-axis positions), using “Edit” and “Transform” tools (Fig. 3).

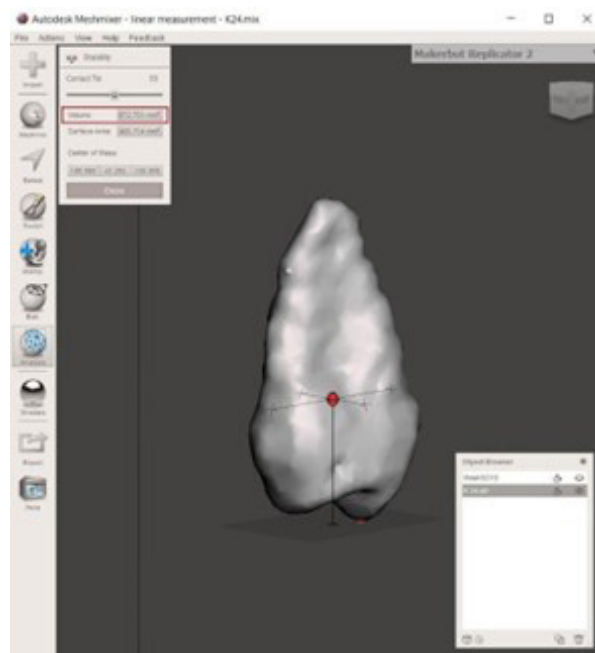
The procedures were performed three times by a single examiner, to minimize errors that can arise with different investigators. Whereas, volumetric measurement was automatically determined by “Analysis” and “Stability” tools (Fig. 4).



**Figure 3** Linear measurement by Meshmixer software

*A: The plane that contacted to the most superior aspect of model (root apex)*

*B: The plane that contacted to the most inferior aspect of model (cusp tip) Tooth length was scaled by the difference in the Y-axis position of these two planes*



**Figure 4** Volumetric measurement by Meshmixer software

## Statistical analysis

All ten samples were assessed, and statistical analysis was executed using the statistical package for the social sciences (SPSS version 28) software program. All data were analyzed and compared using a Wilcoxon signed rank test. The intra-observer agreement was performed to qualify the results (ICC = 0.986), three samples were selected and analyzed twice by the main observer with a two-week interval.

## Results and discussions

### Results

The accuracy of segmental procedures in linear measurement was shown in Table 1. The linear deviation between the 3D-reconstructed model and the physically

extracted tooth in tooth length in terms of percentage was examined.

While Table 2 showed the accuracy of segmental procedures in volumetric measurement. The volumetric deviation between the 3D-reconstructed model and the physically extracted tooth in terms of percentage was executed.

The results revealed that no statistically significant difference was found when both the linear and volumetric measurements were considered ( $P = 0.799$  and  $P = 0.878$ , respectively). The correlation was also discovered when the linear and volumetric deviations were taken into account (Pearson correlation coefficients:  $r = 0.995$  and  $r = 0.988$ , respectively). As well, the accuracy of the segmental procedures was 97.44 % in linear measurement and 94.95 % in volumetric measurement (Table 3).

**Table 1** Accuracy of segmental procedures in linear measurement

Parameters	Linear measurement (mm)		
	3D model	Physical tooth	Linear deviation (%)
Tooth #1	10.66	9.70	9.89
Tooth #2	11.24	11.57	2.76
Tooth #3	20.89	20.76	0.62
Tooth #4	20.61	20.79	0.81
Tooth #5	22.36	21.48	4.09
Tooth #6	18.09	18.66	3.00
Tooth #7	20.72	20.85	0.57
Tooth #8	20.84	20.56	1.36
Tooth #9	23.99	24.35	1.47
Tooth #10	24.32	24.68	1.41

**Table 2** Accuracy of segmental procedures in volumetric measurement

Parameters	Volumetric measurement (mm <sup>3</sup> )		
	3D model	Physical tooth	Volumetric deviation (%)
Tooth #1	103.71	106.2	2.33
Tooth #2	256.64	246.0	4.32
Tooth #3	651.71	693.2	5.98
Tooth #4	672.70	700.1	3.91
Tooth #5	700.76	652.6	7.37
Tooth #6	976.22	933.5	4.57
Tooth #7	635.61	621.1	2.33
Tooth #8	629.52	607.4	3.64
Tooth #9	527.79	560.8	5.88
Tooth #10	525.88	579.6	9.26

**Table 3** Statistical analysis of novel segmentation technique accuracy

	Parameters	Mean	Minimum	Maximum	P value	Pearson correlation	Accuracy (%)
<b>Linear</b>	3D model	19.37	10.66	24.32	0.799	0.995	97.44
	Physical tooth	19.34	9.70	24.68			
<b>Volumetric</b>	3D model	568.05	103.71	976.22	0.878	0.988	94.95
	Physical tooth	570.05	106.20	933.50			

## Discussions

There are a lot of software programs available on the market for analyzing digital imaging and communications in medicine (DICOM). However, creating CBCT-based segmentation reconstruction is still not a typical process in dental practice. According to the manufacturer, the software is difficult to use, requires higher computer specification, and is licensed by the company, resulting in higher financial expenditures. Other free, open-source DICOM viewers are also available online. Because the majority of them involve particular segmentation procedures and are developed in academic settings or by a small research group, physicians may not be aware of these free, open-source alternatives.<sup>10</sup> The InVesalius software program is one of the free open-source medical software that generates the 3D reconstruction models corresponding to the anatomical components through automated thresholding, image segmentation, mesh creation, volume rendering, and enabling 3D printing.<sup>16</sup> Meanwhile, the Meshmixer software program is also a free open-source medical software that performs the inspection, analysis, modification, and pre-processing of virtual models before printing.<sup>15</sup> These programs are compatible with low-cost machines and various operating systems.

The segmentation technique is defined as the virtual separation of an anatomical region with the elimination of any non-interesting features to improve visibility and analysis.<sup>17</sup> Tooth segmentation from CBCT images is challenging according to the following factors: 1) When a CBCT is obtained under natural occlusion, it is difficult to distinguish a lower tooth from the opposing upper tooth along its occlusal surface due to the lack of grayscale changes.<sup>11</sup> 2) Similarly, due to their extremely comparable densities, it is difficult to distinguish a tooth

from its surrounding alveolar bone. 3) And adjacent teeth with similar shapes tend to confuse attempts to distinguish distinct tooth instances. Therefore, it is difficult to achieve successful tooth segmentation by relying on variations in the intensity of CBCT images alone.<sup>18</sup> In this way, corresponding grayscale intensities (e.g., bone tissue attenuation) should be displayed by the selection. In the case where the range is not adequately defined, the structures of interest might be thicker or thinner, causing undesirable dimensional changes.<sup>7</sup>

The previous experimental study found that the linear measurements made on mandibular 3D models obtained using standard preset thresholds were reliable and accurate.<sup>19</sup> This study also examines the segmentation accuracy of the new threshold-based semi-automatic method for establishing 3D tooth reconstruction from CBCT imaging through the assessment of the linear and volumetric measurements.

The outcome of this study showed no difference in size between the new segmental technique 3D reconstruction model and the physically extracted tooth, which is consistent with a prior study, which indicated that the accuracy of 3D reconstruction was higher in the case that a high enough number of teeth remained and the set gray value reconstructed the shape of the teeth properly.<sup>20</sup>

To comment on the difference in size, according to the means of 3D models and physical teeth on linear assessment, it is likely larger, and conversely, on volumetric assessment, it is likely smaller. Consequently, both parameters' measurements presented no significant differences, so the 3D models generated by the new segmentation method could be helpful in preoperative

planning or intraoperative navigation to improve surgical outcomes, reduce operation time, and decrease the risk of complications.

However, the limitation of this study is that it is an *in vitro* study performed only in the software program without printing out physical models, which may provide valuable information about the success or limitations associated with use in a clinical setting. Future research may consider more confounding factors that might affect the segmentation procedure, such as the location of the region of interest (maxilla or mandible) or anatomical variation (single root or multiple root). As well as the clinical application of the printing models to determine the full potential of this new segmentation method.

## Conclusions

The new threshold-based semi-automatic segmentation method was a promising approach for establishing 3D tooth reconstruction from CBCT images. The study indicated that this method demonstrated good accuracy and had no significant difference in size between the 3D tooth reconstruction and physical teeth, which suggested that it could be a cost-effective and efficient approach for pre-operative planning and surgical simulation in dental and maxillofacial disciplines. However, the study also recommended further investigation with a larger sample size to confirm the efficacy of the method and ensure that it could be effectively applied in a clinical setting.

## Acknowledgements

The author would like to express sincere gratitude to Assist. Prof. Kanit Dhanesuan, my research advisor, for providing valuable guidance and feedback throughout this project. In addition, I also sincerely appreciate the support of all participants, all staff at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, as well as Assoc. Prof. Dr. Nutthita Chuankrerkkul, staff at the Metallurgy and Materials Science Research Institute, Chulalongkorn University, in their contributions to this project.

## References

1. Anderson P, Yong R, Surman T, Rajion Z, Ranjitkar S. Application of three-dimensional computed tomography in craniofacial clinical practice and research. *Aust Dent J* 2014;59:174-85.
2. Mangano FG, Cirotti B, Sammons RL, Mangano C. Custom-made, root-analogue direct laser metal forming implant: a case report. *Lasers Med Sci* 2012;27(6):1241-5.
3. Shen P, Zhao J, Fan L, Qiu H, Xu W, Wang Y, et al. Accuracy evaluation of computer-designed surgical guide template in oral implantology. *J Craniomaxillofac Surg* 2015;43(10):2189-94.
4. Eggers G, Mühling J, Hofele C. Clinical use of navigation based on cone-beam computer tomography in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2009;47(6):450-4.
5. Orentlicher G, Abboud M. Guided surgery for implant therapy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2011;55(4):715-44.
6. Choi JY, Choi JH, Kim NK, Kim Y, Lee JK, Kim MK, et al. Analysis of errors in medical rapid prototyping models. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31(1):23-32.
7. Engelbrecht WP, Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. The influence of the segmentation process on 3D measurements from cone beam computed tomography-derived surface models. *Clin Oral Investig* 2013;17(8):1919-27.
8. Chen X, Xu L, Yang Y, Egger J. A semi-automatic computer-aided method for surgical template design. *Sci Rep* 2016;6(1):1-18.
9. Wang L, Li S, Chen R, Liu S-Y, Chen J-C. An automatic segmentation and classification framework based on PCNN model for single tooth in MicroCT images. *PLoS One* 2016;11(6):e0157694.
10. Lo Giudice A, Ronsivalle V, Grippaudo C, Lucchese A, Muraglie S, Lagravère MO, et al. One step before 3D printing—Evaluation of imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the mandible: A comparative study using a surface-to-surface matching technique. *Materials (Basel)* 2020;13(12):2798.
11. Ji DX, Ong SH, Foong KWC. A level-set based approach for anterior teeth segmentation in cone beam computed tomography images. *Comput Biol Med* 2014;50:116-28.
12. Schendel SA, Hatcher D. Automated 3-dimensional airway analysis from cone-beam computed tomography data. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(3):696-701.
13. Almaqrami B-S, Alhammadi M-S, Cao B. Three dimensional reliability analyses of currently used methods for assessment of sagittal jaw discrepancy. *J Clin Exp Dent* 2018;10(4):e352.
14. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio M, Spinuzza P, Caprioglio A, Cordasco G. Diagnostic concordance between skeletal cephalometrics, radiograph-based soft-tissue cephalometrics, and photograph-based soft-tissue cephalometrics. *Eur J Orthod* 2017;39(4):352-7.

15. Paramasivam V, Singh G, Santhanakrishnan S. 3D printing of human anatomical models for preoperative surgical planning. *Procedia Manuf* 2020;48:684–90.
16. Khan M. Estimating accuracy of the CBVT InVesalius Imaging Software to measure the volume of simulated periapical defects in a human cadaver mandible 2018.
17. Fastuca R, Lorusso P, Lagravère MO, Michelotti A, Portelli M, Zecca PA, *et al.* Digital evaluation of nasal changes induced by rapid maxillary expansion with different anchorage and appliance design. *BMC Oral Health* 2017;17(1):1-7.
18. Cui Z, Li C, Wang W, editors. ToothNet: automatic tooth instance segmentation and identification from cone beam CT images. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; 2019.
19. Poleti ML, Fernandes TMF, Moretti MR, Puzinato LR, Slaviero TVS, Rubira-Bullen IRF. Reliability and accuracy of automatic segmentation of mandibular 3D models on linear measurements. *Clin Oral Investig* 2021;25(11):6335-46.
20. Park S-W, Yoon RG, Lee H, Lee H-J, Choi Y-D, Lee D-H. Impacts of Thresholds of Gray Value for Cone-Beam Computed Tomography 3D Reconstruction on the Accuracy of Image Matching with Optical Scan. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(17):6375.

## Loss of Muscle Mass in Patients Underwent Orthognathic Surgery

Naratorn Prachasartta<sup>1</sup>, Kiti Siriwatana<sup>1</sup>, Vorapat Trachoo<sup>1</sup>, Suwimol Sapwarobol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>The Medical Food Research Group, Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

### Abstract

Orthognathic surgery, a surgical intervention to correct dentofacial deformities, imposes oral intake limitations on patients for a duration up to 8 weeks, leading to weight loss and decreased muscle mass. Reduced muscle mass impairs the body's ability to acquire essential amino acids and cytokines, affecting its defence mechanisms against infection. We aimed to study the impact of orthognathic surgery on muscle mass. A study was conducted to examine changes in weight, body mass index (BMI), and muscle mass in patients following orthognathic surgery. Twenty-nine patients were included in the study. The patients' height, weight, BMI, and muscle mass were measured pre-operatively and 2 and 4 weeks post-operatively. Patients experienced an average weight loss of 3.5 kg at 2 weeks post-operation with only a marginal gain of 0.1 kg, resulting in a weight loss of 3.4 kg by the 4-week mark. The BMI decreased by an average of 1.3 at 2 weeks and remained unchanged at 4 weeks. Analysis of muscle mass revealed a drop of 2.0 kg at 2 weeks post-operation with subsequent marginal gain of 0.1 kg, leading to a total loss of 1.9 kg at the 4-week mark, accounting for 57.1 % and 55.9 % of the total weight loss. The site of the surgery, specifically the oral cavity, has a significant impact on the patients' nutritional intake and wound healing processes. Surgical interventions can lead to protein catabolism and muscle mass loss. The findings highlight the need for further research and the development of a specific nutritional therapy protocol to minimise postoperative complications and help patients maintain a balanced diet while dealing with a metabolic load.

**Keywords :** Orthognathic surgery, Postoperative muscle mass loss, Postoperative weight loss

**Received Date:** Jun 13, 2023

**Revised Date:** Jul 25, 2023

**Accepted Date:** Aug 11, 2023

**doi:** 10.14456/jdat.2023.27

### Correspondence to :

Naratorn Prachasartta, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand. Tel: 083-447-4436 E-mail: n.prachasartta@gmail.com

### Introduction

Orthognathic surgery has gained popularity in recent years due to its ability to restore balanced anatomical and functional relationships and enhance the aesthetic facial appearance in patients with dentofacial deformity.<sup>1</sup> Dentofacial deformities can result in a range of negative

outcomes, including impaired respiration, speech, chewing, temporomandibular joint disorders, and psychosocial distress, leading to the need for orthognathic surgery.<sup>2</sup> It has been documented that significant weight loss can occur as a prominent side effect following orthognathic



surgery.<sup>3,6</sup> Patients undergoing orthognathic surgery experience a 3.9 % decrease in body weight at two weeks post-operatively and a further 8.3 % decrease at four weeks post-operatively.<sup>3,6</sup>

The surgical intervention triggers hormonal responses that impact the body's metabolism, leading to the loss of muscle mass through muscle protein catabolism. This is caused by the activation of the sympathetic nervous system, which releases hormones that trigger the degradation of glycogen, fat, and protein storages and affect muscle tissue.<sup>4,7</sup> Muscle is broken down via proteolysis. This type of breakdown occurs when energy demands are high, such as stress response after surgery.<sup>8</sup> The surgical stress response results in negative nitrogen balance and accelerated muscle wasting, causing a decrease in muscle mass and function. This is due to the prioritisation of the production of positive acute phase for immune response and tissue repair over muscle protein by the liver and the negative impact of cytokines on muscle tissue, including promoting degeneration, inhibiting tissue synthesis and repair, and inducing apoptosis.<sup>4,7</sup>

Moreover, oral intake is reduced in patients undergoing orthognathic surgery. Since the patients are prescribed a clear or full liquid diet postoperatively to minimise chewing activity to promote bone healing, therefore patients are unable to take a regular diet for 6 or 8 weeks. If maxillomandibular fixation (MMF) is applied after surgery, which is widely used to stabilize and promote the healing of osteotomized bones, then patients are required to take liquid diet until the MMF is removed.<sup>5,9</sup> Therefore, patients undergoing orthognathic surgery are subject not only to the hormonal and cytokine response resulting from the surgical intervention, but also to a restriction in oral nutrition intake, and these potentially exacerbate the extent of muscle mass loss.

To address the limited literature on postoperative muscle mass loss in orthognathic surgery patients, we carried out a study at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University in Bangkok, Thailand. We aimed to provide valuable insights into the impact of orthognathic surgery on muscle mass.

## Materials and Methods

Twenty-nine patients with dentofacial deformity who were scheduled for either a bilateral sagittal split osteotomy or a Le Fort 1 osteotomy or both, with or without genioplasty, at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, from May to November 2022, were prospectively recruited to the study. Certain inclusion and exclusion criteria were established to ensure the homogeneity and representativeness of the study population. Patients under the age of 18, those with pre-existing medical conditions, and those undergoing segmental or genioplasty procedures only were excluded from the study. Internal miniplate fixation and MMF were applied to all patients. Postoperative care was given by the attending surgical and anaesthetic staff as clinically indicated. MMF was applied for two weeks following surgery. In such a manner, all patients were required to consume a full liquid diet for 4 weeks. Hospitalized patients were given a clear liquid diet on the first post-operative day, followed by a full liquid diet until their discharge. After the 4-week period, a soft diet was started and progressed to regular diet after the 6-week period.

Prior to surgery, as well as 2 and 4 weeks post-operatively, the patient underwent assessments for height, weight, BMI, and muscle mass. The height measurement was conducted using a standardised measuring device that was applied consistently across all patients. Weight and muscle mass were assessed utilising the Bio Tanita MC-580 dual frequency segmental body composition analyser (Tanita Inc., Tokyo, Japan), which was validated for the assessment of body composition.<sup>11</sup>

Each participant was fully informed about the purpose of the study and provided written informed consent for the use of their clinical data. The collected data were subjected to statistical analysis using the Mann-Whitney U test with SPSS 22.0 software (SPSS Inc., Illinois, United States of America).

The study received approval from the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry at Chulalongkorn University in Bangkok, Thailand. The assigned ethical code for the project is HREC-DCU 2022 - 008.

## Results

The study enrolled a total of 29 patients (Table 1). In the 2-week post-operative period, a significant decrease was observed in body weight, BMI, and muscle mass (Fig. 1) (Table 2-3), accounting for 57.1% of the total weight loss. Similarly, in the 4-week post-operative period, there was a significant reduction in body weight, BMI, and muscle mass (Fig. 1) (Table 2-3), contributing to 55.9 % of the

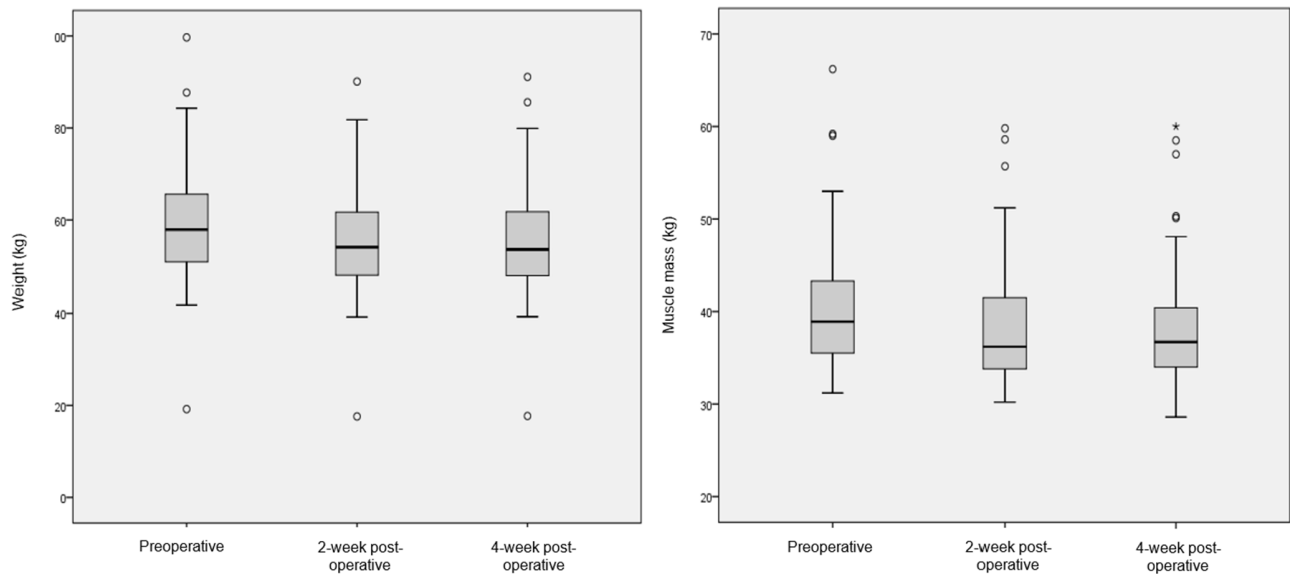
total weight loss. Ninety-three percent of the patients experienced a loss of muscle mass, with two patients showing an increase in muscle mass (Table 2).

No statistically significant difference was observed between male and female patients in terms of weight loss, decrease in BMI, and reduction in muscle mass (Table 4).

**Table 1** Clinical background of patients underwent orthognathic surgery

Characteristics	Patients (n=29)
Male/female	13/16
Single-jaw surgery/ double-jaw surgery/double-jaw surgery with genioplasty	11/15/3
Age	27 (20 to 48)
Preoperative body weight (kg)	59.0 (41.2 to 99.7)
Preoperative BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.8 (15.9 to 29.1)
Preoperative muscle mass (kg)	41.3 (31.2 to 66.2)

Data are number or mean (range)



**Figure 1** The body weight and muscle mass of patients at preoperative period, 2-week post-operative period, and 4-week post-operative period

**Table 2** The changes in body weight, BMI, and muscle mass in all 29 patients at 2-week post-operative period and 4-week post-operative period compared with the preoperative period

Operation	Weight change at T1 (kg)	Weight change at T2 (kg)	BMI change at T1 (kg/m <sup>2</sup> )	BMI change at T2 (kg/m <sup>2</sup> )	Muscle mass change at T1 (kg)	Muscle mass change at T2 (kg)
Single jaw	-4.5	-2.5	-1.4	-0.8	-1.8	-2.7
Single jaw	-3.0	-3.0	-1.3	-1.3	-1.2	-1.7

**Table 2** The changes in body weight, BMI, and muscle mass in all 29 patients at 2-week post-operative period and 4-week post-operative period compared with the preoperative period (cont.)

Operation	Weight change at T1 (kg)	Weight change at T2 (kg)	BMI change at T1 (kg/m <sup>2</sup> )	BMI change at T2 (kg/m <sup>2</sup> )	Muscle mass change at T1 (kg)	Muscle mass change at T2 (kg)
Single jaw	-5.3	-5.8	-1.8	-2.0	-3.0	-3.6
Single jaw	-3.9	-4.4	-1.2	-1.4	-0.4	-0.5
Single jaw	-3.8	-4.6	-1.4	-1.7	-2.0	-2.0
Single jaw	-2.2	0.3	-0.9	0.1	-1.4	0.7
Single jaw	-3.7	-3.3	-1.5	-1.3	-1.5	-0.9
Single jaw	-3.3	-3.7	-1.3	-1.5	-1.1	-0.9
Single jaw	-5.2	-4.7	-1.8	-1.6	-2.4	-2.1
Single jaw	-3.5	-2.5	-1.3	-0.9	-1.2	-1.0
Single jaw	-2.1	-1.7	-0.8	-0.7	-1.4	-0.8
Double jaw	-2.0	-3.0	-0.8	-1.2	-1.8	-2.9
Double jaw	-3.9	-4.6	-1.4	-1.7	-2.6	-2.1
Double jaw	-4.3	-4.3	-1.6	-1.6	-2.7	-2.0
Double jaw	-1.2	-2.3	-0.5	-1.0	-0.2	-0.1
Double jaw	-1.3	-0.8	-0.4	-0.3	-0.1	0.6
Double jaw	-9.6	-8.6	-2.8	-2.5	-6.4	-6.2
Double jaw	-2.6	-2.4	-0.9	-0.9	-1.8	-1.3
Double jaw	-2.6	-2.5	-1.0	-0.9	-1.6	-2.3
Double jaw	-4.3	-5.4	-1.5	-1.9	-2.9	-2.3
Double jaw	-3.2	-3.5	-1.2	-1.3	-3.4	-3.6
Double jaw	-1.7	-1.9	-0.7	-0.8	-1.3	-1.5
Double jaw	-2.5	-2.8	-1.5	-0.9	-1.4	-1.7
Double jaw	-3.7	-3.5	-1.3	-1.3	-1.6	-1.7
Double jaw	-5.9	-2.1	-1.9	-0.7	-3.5	-2.2
Double jaw	-4.9	-3.0	-1.8	-2.1	-4.4	-3.1
Double jaw + genioplasty	-2.3	-6.8	-0.9	-2.6	-0.6	-2.8
Double jaw + genioplasty	-1.6	-1.5	-1.6	-1.5	-2.8	-2.9
Double jaw + genioplasty	-2.0	-3.9	-0.8	-1.6	-1.0	-2.6
Average (S.D.)	-3.5 (1.7)	-3.4 (1.8)	-1.3 (0.5)	-1.3 (0.7)	-2.0 (1.3)	-1.9 (1.4)
N=29						
P value	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*

T1 at 2-week post-operative period, T2 at 4-week post-operative period

**Table 3** The percentage of average changes in body weight, BMI, and muscle mass in all 29 patients at 2-week post-operative period and 4-week post-operative period compared with the preoperative period

Weight change at T1	Weight change at T2	BMI change at T1	BMI change at T2	Muscle mass change at T1	Muscle mass change at T2
-5.93 %	-5.76 %	-5.96 %	-5.96 %	-4.84 %	-4.60 %

T1 at 2-week post-operative period, T2 at 4-week post-operative period

**Table 4** The average changes in body weight, BMI, and muscle mass between male and female patients

	Male (n=13)	Female (n=16)	P-value
Weight change at T1 (kg)	-3.9 (2.2)	-3.1 (1.1)	0.46
Weight change at T2 (kg)	-3.6 (2.1)	-3.3 (1.5)	0.91
BMI change at T1 (kg/m <sup>2</sup> )	-1.4 (0.6)	-1.2 (0.4)	0.24
BMI change at T2 (kg/m <sup>2</sup> )	-1.4 (0.7)	-1.3 (0.5)	1.00
Muscle mass change at T1 (kg)	-2.3 (1.8)	-1.7 (0.8)	0.42
Muscle mass change at T2 (kg)	-2.4 (1.6)	-1.6 (1.0)	0.07

Data are mean (S.D.)

T1 at 2-week post-operative period, T2 at 4-week post-operative period

## Discussion

The study aimed to analyse weight, BMI, and muscle mass changes in patients after orthognathic surgery. Twenty-nine patients underwent the procedure, and their weight, BMI, and muscle mass were measured 2 weeks and 4 weeks after the surgery. The results showed that the patients had an average weight loss of 3.5 kg at 2-week post-operative period with only a marginal gain of 0.1 kg, resulting in a weight loss of 3.4 kg by the 4-week mark. The average decrease in BMI was 1.3 in the first two weeks, but remained unchanged in the fourth week. Additionally, the muscle mass of the patients declined by an average of 2.0 kg at 2-week post-operative period with subsequently marginal gain of 0.1 kg, leading to a total loss of 1.9 kg at the 4-week mark, accounting for 57.1 % and 55.9 % of the total weight loss, respectively (Table 2).

The surgery site is a major factor that can impact nutrition intake. Diseases and surgeries in the oral and maxillofacial regions can disrupt food intake. Patients undergoing orthognathic surgery may be limited to a liquid diet for up to 8 weeks. If MMF is applied, patients may be limited to a liquid diet until MMF is removed, further reducing caloric intake, and exacerbating the issue.<sup>5,9</sup> Patients undergoing orthognathic surgery in our department were applied with MMF for a period of 2 weeks, restricting them to liquid diets. Our post-op diet protocol progressed from clear liquid, full liquid, soft, and regular diets over 6 weeks. It is important to note that the lack of improvement in weight, BMI, and muscle mass at the 4-week post-operative mark compared to the 2-week post-operative period in

this study can be reasonably attributed to the patients' continued adherence to a liquid diet during this recovery phase. Relying solely on a liquid diet during this time falls short in providing the necessary support for effective muscle recovery and growth. Furthermore, the surgical intervention can activate the sympathetic nervous system and cause alterations in metabolism through the secretion of hormones and cytokines. This results in the glycogenolysis, fatty acid oxidation and proteolysis, releasing glucose, free fatty acids, and amino acids into the circulation contributing to a decrease in muscle mass.<sup>4,7,12</sup> Additionally, the secretion of cortisol also directly promotes the catabolism of muscle tissue, resulting in the proteolysis and release of amino acids for tissue repair and synthesis, further contributing to the reduction in muscle mass.<sup>12</sup>

Two patients demonstrated an increase in muscle mass at 4 weeks post-op (Table 2). This increase is likely due to their consistent participation in resistance training exercises, which they resumed 2 weeks after surgery, as supported by scientific literature that recognises resistance training as an effective way to promote muscle protein synthesis.<sup>13</sup> These findings highlight the significance of resistance training in maintaining or increasing muscle mass in those who undergo surgery. The results emphasise the need for resistance training to be incorporated as a key component in postoperative rehabilitation.

There was no statistically significant difference in weight loss, decrease in BMI, and muscle mass loss between male and female patients (Table 4). The results

align with recent researches that disprove the idea of disparities in muscle protein metabolism between men and women.<sup>14,15</sup> Testosterone plays a crucial role in regulating muscle protein metabolism. It stimulates muscle protein synthesis and has anabolic effects. This, in turn, enhances the production of new muscle and reduces muscle breakdown, resulting in an overall increase in muscle mass. The differences in testosterone levels between men and women, with men typically having higher levels,<sup>16</sup> have resulted in the common assumption that men possess a clear advantage in muscle protein synthesis compared to women. However, recent studies have discovered that female hormones play important roles in muscle building and maintenance. Progesterone has been shown to stimulate muscle protein synthesis. Additionally, estrogen has been shown to have a dual effect on muscle tissue, both promoting muscle protein synthesis and inhibiting muscle protein breakdown.<sup>17,18</sup> It is acknowledged that hormones represent only one aspect of the determinants of muscle mass. Other factors include physical activity, diet, and genetics.<sup>19</sup> Despite the hormonal differences, both genders can benefit from a balanced diet and regular exercise programmes to promote muscle growth and maintenance.

A change in muscle mass in orthognathic surgery patients has not been extensively researched. The most recent study conducted by Worrall in 1994 found that after 6 weeks, patients treated with MMF lost 0.9 kg of body mass, while patients treated with miniplate only lost 0.3 kg. This indicates that the use of MMF may have a greater impact on muscle mass compared to miniplate fixation in patients who underwent orthognathic surgery or treatment of jaw fractures.<sup>5</sup> A more recent study investigated acute muscle loss resulting from surgery in patients who underwent gastrectomy. The study found 31.82% of patients experienced a loss of over 10 % of their muscle mass within one week after the surgery. This muscle loss was linked to decreased quality of life, as well as an increased frequency of post-operative complications, longer hospital stays, and higher medical expenses.<sup>20</sup> In comparison to this study, the loss of muscle mass in patients who underwent orthognathic

surgery may appear to be relatively lower, but it is crucial to recognise that such a loss could lead to negative consequences. However, it is crucial to acknowledge the potential adverse effects of such a loss. The literature suggests that decreased muscle mass can impair the wound healing process and reduce the efficacy of the immune system both of which elevate the probability of postoperative complications.<sup>4,7,10</sup> Thus, the loss of muscle mass should be taken into consideration and monitored carefully to minimise the potential negative impacts. In our center, a study was conducted over the course of ten years from 2009 to 2018 to examine the occurrence of adverse events and complications associated with orthognathic surgery. The analysis included 891 patients. Although 85 % of the patients received post-operative intravenous antibiotics, followed by oral medications after discharge, 4.9 % of them still encountered post-operative infections.<sup>21</sup>

Despite advancements in surgical techniques, including the use of miniplates for bone stabilization and shortened or eliminated MMF periods, the incidence of postoperative weight loss has remained comparable to that observed in previous decades.<sup>5,6,22,23</sup> These findings highlight the persistent of this issue and the need for determining potential solutions. Orthognathic surgery is mainly dependent on successful bone healing, and adequate protein intake plays a crucial role in this process. Protein is essential for the synthesis of new tissues, activation of cells involved in the healing process, and regulation of the balance between bone resorption and formation. Adequate protein intake can aid in supporting the healing process and minimising the risk of complications.<sup>12,24</sup> Reduced nutrient intake affects glucose utilisation in tissues. When food intake is low, the body initially utilises glucose from glycogenolysis in the liver, but if this persists for more than 48 hours, the body begins to break down muscle for glucose production through gluconeogenesis. This degradation of proteins for energy can have negative impacts on overall health and body functions.<sup>5,12</sup> To ensure successful healing and optimal outcomes, it is critical for

orthognathic surgery patients to maintain a balanced diet that includes sufficient amounts of protein.

The metabolic response plays a critical role in facilitating postoperative recovery and restoring physiological homeostasis. It involves adequate nutritional support and the interaction of various cellular and molecular mediators. Surgical outcomes are not solely determined by surgical techniques, but also by the patient's metabolic support and nutritional intervention. Effective nutrition therapy aims to provide enough nutrients to meet the metabolic demands of the healing process, thereby contributing to optimal restoration of the patient.<sup>12</sup> Inadequate nutrition can impair immunity and anabolism, negatively impacting wound healing, leading to postoperative complications, and decreased muscle mass. These findings highlight the significance of nutrition in postoperative outcomes.<sup>25,26</sup>

The management of postoperative muscle loss typically involves nutrition therapy as the initial approach. Adequate nutrition can significantly impact the nutritional status of patients and is crucial to improving the functional recovery, nutritional status, and quality of life of patients during the postoperative period.<sup>27,28</sup> Despite its potential impact, nutrition therapy has received limited attention in the field of orthognathic surgery. In 1984, Olejko and Fonseca found that preoperative nutritional supplementation for the purpose of inducing weight gain prior to surgery had no significant benefit for healthy orthognathic surgical patients. On the other hand, postoperative supplementation with commercially available dietary supplements has been shown to aid orthognathic surgical patients in maintaining their body weight.<sup>23</sup> A recent study was conducted on orthognathic surgery patients. The results showed that on average, the patients lost 4.96 kg, had a reduction of 3.07 % in body fat, and a decrease of 1.63 in their BMI at 4 weeks following the surgery, despite the fact that all patients were provided with dietary advice and commercially available liquid oral nutritional supplements by a dietician after the surgery.<sup>6</sup> The possible explanation for this could be the fact that the characteristics of oral nutritional

supplements, such as taste, texture, and odour, can significantly impact the compliance of patients. To increase the likelihood of successful supplementation, it is important to consider variations in flavour and consistency. In this regard, results have shown that chocolate milk-based supplements tend to be less well received compared to those with vanilla, coffee, or strawberry flavour. Similarly, among fruit juice-based supplements, tomato flavour was observed to be more favourably received than orange or apple flavour.<sup>29</sup> It is noted that some patients may opt not to consume the prescribed oral nutritional supplements due to concerns over their appearance.<sup>30</sup> This misguided belief that they are losing weight without realising that it is primarily muscle mass that is being lost highlights the importance of providing comprehensive nutritional counselling as part of the nutritional therapy protocol.

The study's generalizability may be compromised due to its small sample size. However, the participants' relatively homogeneous clinical characteristics could help alleviate some of this limitation. Another factor contributing to potential bias is the single-centre study design, which could be influenced by the specific practices, protocols, and patient populations of our department. To enhance the reliability of the results, future researches should aim to conduct larger-scale, international multicentre studies with diverse settings.

## Conclusion

The study's results indicate that patients who underwent orthognathic surgery experienced a reduction in weight, body mass index, and especially muscle loss in the immediate postoperative period, with no significant gender-based differences.

The success of orthognathic surgery is contingent upon both surgical expertise and nutritional support. The findings from this study emphasise the importance of investigating the alterations in weight and body composition, especially muscle, following orthognathic surgery. It is recommended to develop a specific nutrition therapy protocol for patients undergoing orthognathic



surgery. This plan should aim to prevent loss of muscle mass, enhance wound healing, and reduce the likelihood of postoperative complications. Implementation of such a protocol would contribute to optimising patient outcomes and recovery following orthognathic surgery.

## Acknowledgement

We extend our sincere gratitude to Kanit Dhaneuan, Sunisa Rochanaibhata, and Wichuda Kongsong from the Department of Oral and Maxillofacial Surgery at the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, for their support in allowing us to conduct this study on their patients.

## Conflict of Interest Statement

There are no potential conflicts of interest to declare.

## References

1. Weiss RO, 2nd, Ong AA, Reddy LV, Bahmanyar S, Vincent AG, Ducic Y. Orthognathic Surgery-LeFort I Osteotomy. *Facial Plast Surg* 2021;37(6):703-8.
2. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Bacchus SN, Kaczynski R. Stability of bilateral sagittal split ramus osteotomy: rigid fixation versus transosseous wiring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(4):397-403.
3. Ooi K, Inoue N, Matsushita K, Yamaguchi HO, Mikoya T, Kawashiri S, et al. Factors related to patients' nutritional state after orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg* 2019;23(4):481-6.
4. Gillis C, Carli F. Promoting Perioperative Metabolic and Nutritional Care. *Anesthesiology* 2015;123(6):1455-72.
5. Worrall SF. Changes in weight and body composition after orthognathic surgery and jaw fractures: a comparison of miniplates and intermaxillary fixation. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1994;32(5):289-92.
6. Hammond D, Williams RW, Juj K, O'Connell S, Isherwood G, Hammond N. Weight loss in orthognathic surgery: a clinical study. *J Orthod* 2015;42(3):220-8.
7. Margraf A, Ludwig N, Zarbock A, Rossaint J. Systemic Inflammatory Response Syndrome After Surgery: Mechanisms and Protection. *AnesthAnalg* 2020;131(6):1693-707.
8. Argilés JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Rueda R, Rodríguez-Mañas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *J Am Med Dir Assoc* 2016;17(9):789-96.
9. Hayter JP, Cawood JL. The functional case for miniplates in maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1993;22(2):91-6.
10. Fischer M, JeVenn A, Hipskind P. Evaluation of muscle and fat loss as diagnostic criteria for malnutrition. *Nutr Clin Pract* 2015;30(2):239-48.
11. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and Validity of Commercially Available Low-Cost Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019;29(4):406-10.
12. Badwal RS, Bennett J. Nutritional considerations in the surgical patient. *Dent Clin North Am* 2003;47(2):373-93.
13. Lopez P, Radaelli R, Taaffe DR, Newton RU, Galvão DA, Trajano GS, et al. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2021;53(6):1206-16.
14. Dreyer HC, Fujita S, Glynn EL, Drummond MJ, Volpi E, Rasmussen BB. Resistance exercise increases leg muscle protein synthesis and mTOR signalling independent of sex. *Acta Physiol (Oxf)* 2010;199(1):71-81.
15. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Jaffery H, Rankin D, et al. No major sex differences in muscle protein synthesis rates in the postabsorptive state and during hyperinsulinemia-hyperaminoacidemia in middle-aged adults. *J Appl Physiol (1985)* 2009;107(4):1308-15.
16. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med* 2010;40(12):1037-53.
17. Hansen M. Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proc Nutr Soc* 2018;77(1):32-41.
18. Smith GI, Yoshino J, Reeds DN, Bradley D, Burrows RE, Heisey HD, et al. Testosterone and progesterone, but not estradiol, stimulate muscle protein synthesis in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 2014;99(1):256-65.
19. Verbrugge SAJ, Schönfelder M, Becker L, Yaghoob Nezhad F, Hrabe de Angelis M, Wackerhage H. Genes Whose Gain or Loss-Of-Function Increases Skeletal Muscle Mass in Mice: A Systematic Literature Review. *Front Physiol* 2018;9:553.
20. Huang DD, Ji YB, Zhou DL, Li B, Wang SL, Chen XL, et al. Effect of surgery-induced acute muscle wasting on postoperative outcomes and quality of life. *J Surg Res* 2017;218:58-66.
21. Damrongsirirat N, Kaboosaya B, Siriwatana K, Subbalekha K, Jansisanont P, Pimkhaokham A. Complications related to orthognathic surgery: A 10-year experience in oral and maxillofacial training center. *J Craniomaxillofac Surg* 2022;50(3):197-203.
22. Kendell BD, Fonseca RJ, Lee M. Postoperative nutritional supplementation for the orthognathic surgery patient. *J Oral Maxillofac Surg* 1982;40(4):205-13.
23. Olejko TD, Fonseca RJ. Preoperative nutritional supplementation

for the orthognathic surgery patient. *J Oral Maxillofac Surg* 1984; 42(9):573-7.

24. Sathyendra V, Darowish M. Basic science of bone healing. *Hand Clin* 2013;29(4):473-81.

25. Williams JZ, Barbul A. Nutrition and wound healing. *Surg Clin North Am* 2003;83(3):571-96.

26. Chandra R. Nutrition and immunity in the elderly: clinical significance. *Nutr Rev* 1995;53(4 Pt 2):S80-3; discussion S3-5.

27. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr* 2017; 36(3):623-50.

28. Mitchell LJ, Ball LE, Ross LJ, Barnes KA, Williams LT. Effectiveness of Dietetic Consultations in Primary Health Care: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Acad Nutr Diet* 2017;117(12):1941-62.

29. Darmon P, Karsegard VL, Nardo P, Dupertuis YM, Pichard C. Oral nutritional supplements and taste preferences: 545 days of clinical testing in malnourished in-patients. *Clin Nutr* 2008;27(4):660-5.

30. Vulink NC, Rosenberg A, Plooij JM, Koole R, Bergé SJ, Denys D. Body dysmorphic disorder screening in maxillofacial outpatients presenting for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37(11):985-91.

# Dentoskeletal Changes from Two Types of Anterior Bite Planes in Deep Bite Children: A Randomized Controlled Study

Nalin Prucktrakul<sup>1</sup>, Passakorn Wasinwasukul<sup>2</sup>, Udom Thongudomporn<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Private practice, Maung Rayong, Rayong

<sup>2</sup>Private practice, Hat Yai, Songkhla

<sup>3</sup>Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla

## Abstract

This study aimed to compare the dentoskeletal changes after using anterior bite planes fabricated from acrylic resin (ABP) and thermoplastic materials (TBP) to correct deep bite in a group of children. Fifty-one deep bite patients (aged  $11.87 \pm 1.35$  years) were randomly allocated into an untreated control, ABP, and TBP groups. Cephalometric changes between before the treatment (T0) and the visit after normal overbite was achieved (T1) were analyzed ( $\alpha = .05$ ). Compared with the untreated control group at the average treatment duration of  $5.05 \pm 1.5$  months, significant changes in overbite and lower facial height in both treatment groups were observed ( $P < .05$ ). ABP and TBP reduced overbite by  $2.57 \pm 1.70$  mm and  $2.30 \pm 1.75$  mm, respectively ( $P \geq .05$ ). Lower facial height of ABP and TBP increased by  $2.60 \pm 2.50$  mm and  $1.90 \pm 2.25$  mm, respectively ( $P \geq .05$ ). Significant increases of the overjet and proclination of maxillary incisors were observed in the ABP group ( $P < .05$ ), while significant decreases of overjet and retroclination of maxillary incisors were found in the TBP group ( $P < .05$ ). Comparing the TBP group with the control and ABP groups, a significant reduction ( $P < .05$ ) was observed in both overjet and maxillary incisor inclination. In conclusion, ABP and TBP successfully alleviated deep bite. However, overjet and maxillary incisor inclination of the ABP group increased, while both parameters of TBP group decreased.

**Keywords:** Cephalometry, Child, Orthodontic appliances, Overbite, Prospective studies

**Received Date:** Jun 12, 2023

**Revised Date:** Jul 9, 2023

**Accepted Date:** Jul 28, 2023

**doi:** 10.14456/jdat.2023.28

## Correspondence to:

Udom Thongudomporn. Orthodontic section, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand. Tel: 074-4287561 E-mail: udom.t@psu.ac.th

## Introduction

Deep bite is characterized by an excessive vertical overbite in the anterior region.<sup>1</sup> Baccetti *et al.* defined deep bite as a malocclusion where the overbite is greater than 4 mm and where the mandibular incisor crowns overlap the maxillary incisors vertically by more than 40 %.<sup>2</sup> The prevalence of deep bite increases significantly from 5.8 % to 18.4 % from primary to early permanent dentition.<sup>3</sup> This

malocclusion is less commonly self-corrected from primary to early permanent dentition compared to anterior open bite, sagittal malocclusions, or posterior crossbite, and has a high tendency to relapse after orthodontic treatment.<sup>3,4</sup>

It is recommended to treat a deep bite early to prevent gingival trauma at the palatal surface of the maxillary incisors and attrition of mandibular incisors. Early treatment

can also prevent adverse effects on lateral and anterior mandibular movements during mastication and temporomandibular joint problems.<sup>3,5,6</sup> Delayed treatment of excessive overbite may later lead to skeletal sagittal discrepancy.<sup>7</sup> Correction of a deep bite in late mixed or early permanent dentition is apparently stable.<sup>8,9</sup>

The mode of treatment for a deep bite in growing patients is mainly extrusion of posterior teeth. Every 1.0 mm of posterior dental extrusion resulted in a bite opening of 2.0-2.5 mm in the incisal area.<sup>10</sup> A common appliance used to treat a deep bite in children is a removable anterior bite plane fabricated from acrylic resin material (ABP) (Fig. 1A) that provides mandibular posterior teeth extrusion.<sup>11,12</sup> The current modality is a clear thermoplastic anterior bite plane (TBP) that covers the clinical crowns of all maxillary teeth (Fig. 1B).<sup>13,14</sup> The TBP may be more comfortable than the ABP since it has no palatal tissue coverage, and it is more esthetically acceptable because it is transparent. Nevertheless, the two appliances have different retentive component designs, fabrication processes, hardness of materials, and crown coverage that may cause different skeletal and dental changes.

This study aimed to compare the skeletal and dental changes in a group of deep bite growing patients using either an ABP or a clear TBP. The null hypothesis was that there was no significant difference in the skeletal and dental changes between ABP and TBP.

## Materials and Methods

### Trial design and Any Changes after Trial Commencement

This three-arm, parallel randomized controlled trial study was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University (ethical approval No. EC6305-014-P-HR). The trial was registered at the Thai Clinical Trial Registry, under the identifier TCTR20201230001.

### Sample Size Calculation

The sample size was calculated by G\*Power (Version 3.1)<sup>15</sup> using parameters from a study on the comparison of overbite changes from the use of a removable anterior bite plane followed by fixed appliances and untreated

patients. The differences of mean overbite changes were -3.1 and -1.4. The differences of standard deviation were 1.3 mm and 1.5 mm. The level of significance was set at 0.05, and power of the test was 0.85.<sup>16</sup> The initial sample size was 14 per group. At a drop-out rate of 20 %, the final sample size was 17 per group.

### Participants, Eligibility Criteria, and Setting

The subjects were consecutively recruited from the Orthodontic Clinic, Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University according to the following inclusion criteria: (1) dental deep bite (overbite > 40 % of clinical crown height of the mandibular incisors<sup>2</sup>), (2) overjet 1-5 mm, (3) Class I or mild Class II malocclusion, (4) late mixed dentition (9-13 years), (5) Class I or mild Class II skeletal relationship ( $1^\circ < \text{ANB} < 6^\circ$ ), and (6) hypodivergent or normodivergent pattern ( $\text{SN-MP} < 35^\circ$ ). The exclusion criteria were: (1) signs or symptoms of temporomandibular disorders, and (2) clinical absence of first molars or mandibular incisors.

### Randomization

The subjects were randomly allocated into three groups: untreated control, ABP, and TBP groups using the [www.random.org](http://www.random.org) web site for a list of generated numbers. Subjects in the control group were observed for skeletal and dental changes from lateral cephalograms for 6 months and were then treated with an orthodontic appliance. Subjects in the experimental groups were randomly allocated into either the ABP or TBP group. Before participating in this trial, all subjects and guardians were informed of the purpose and implications of the study and were required to sign consent forms. Two postgraduate students in the orthodontic clinic, under supervision of an orthodontist, treated the subjects.

### Interventions

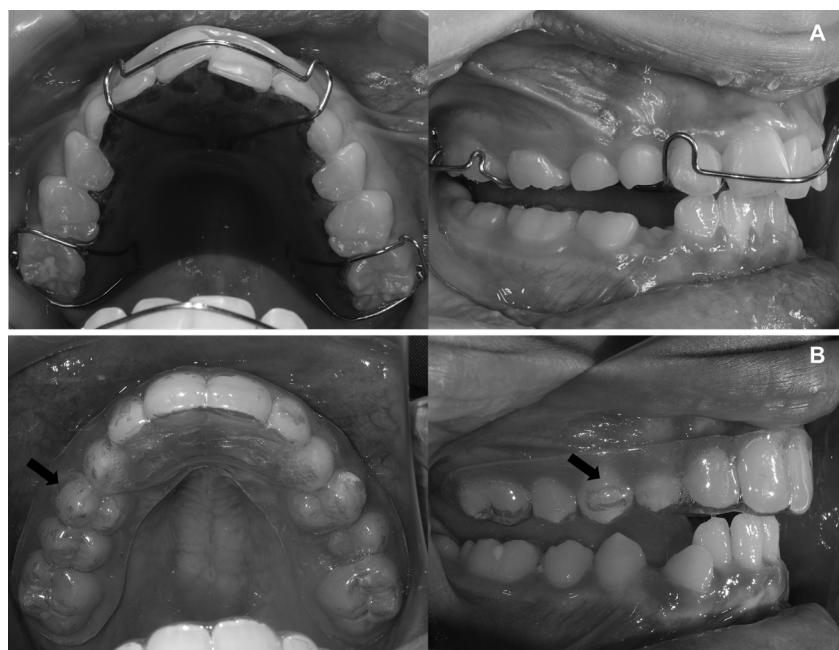
**ABP Appliance:** The appliance included two Adam's clasps on the maxillary permanent first molars, a labial arch wire, and an acrylic coverage on the palate with an anterior bite plane in contact with the incisal edge of all four mandibular incisors (Fig. 1A).

**TBP Appliance:** The appliance was made of a 1.8 mm thick thermoplastic bilaminate material (Durasoft® pd - SCHEU-DENTAL GmbH, Iserlohn, Germany) composed of

polyethylene and polyurethane. The design of the appliance was modified based on previous studies 13,14 For dental cast preparation, plaster was applied to the palatal aspect of the maxillary anterior teeth and shaped to resemble the anterior bite plane of the ABP appliance. Additionally, rectangular plaster pieces measuring 1.5x4 mm were attached to the buccal surface of the first primary molar or first premolar teeth on both sides to create convex buttons on the outer surface of the appliance. These buttons served as “appliance removal helpers”. Patients were instructed to use their fingers to push these buttons occlusally for appliance removal, which prevented the appliance edge from tearing due to repetitive pulling.<sup>14</sup>

Following the vacuum thermoforming process, the thermoplastic material was heated and compressed, resulting in a reduced thickness from 1.8 mm to an average of 0.5-0.8 mm on the posterior occlusal surface coverage. The appliance was trimmed and extended 2-3 mm beyond the gingival margin of all teeth (Fig. 1B).

The flat bite plane surface of both the ABP and TBP appliances contacted four mandibular incisors to create a 2-mm disocclusion at the first permanent molars. Subjects in the ABP and TBP groups were advised to wear the appliances full-time except during meals and tooth brushing. The subjects were examined monthly until a 2-mm of overbite was achieved.



**Figure 1** Occlusal (left) and lateral (right) views of the ABP (A) and TBP (B)

### Interim Analysis and Stopping Guidelines

If harm from a deep bite occurred in the control group, orthodontic treatment was immediately started. Subjects in the treatment groups whose overbite remained unchanged for 3 months<sup>17</sup> after the start of the study were to be withdrawn from the study and treated with other types of orthodontic appliances.

### Cephalometric Analysis

Lateral cephalograms were taken in all subjects. For the control group, lateral cephalograms of the control group were taken at the first visit ( $T_0$ ) and 6 months later

( $T_1$ ). Lateral cephalograms of the two experimental groups were taken before treatment ( $T_0$ ) and after achieving normal overbite ( $T_1$ ) with natural head position. The same cephalostat and cephalometric machine were used for all images.

Cephalometric measurements were modified based on the methods described by Forsberg<sup>18</sup> and Franchi *et al.*<sup>8</sup> (Fig. 2). Cephalometric images were digitized and analyzed by one researcher using Dolphin Imaging software version 11.9 (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA). Landmarks for the  $T_0$  and  $T_1$  radiographs

of each patient were sequentially identified to reduce potential landmark identification error. Parameters were measured in distances and angles to evaluate skeletal and

dental changes (Fig. 2 and Table 1). Results were obtained from skeletal and dental changes in sagittal and vertical dimensions.

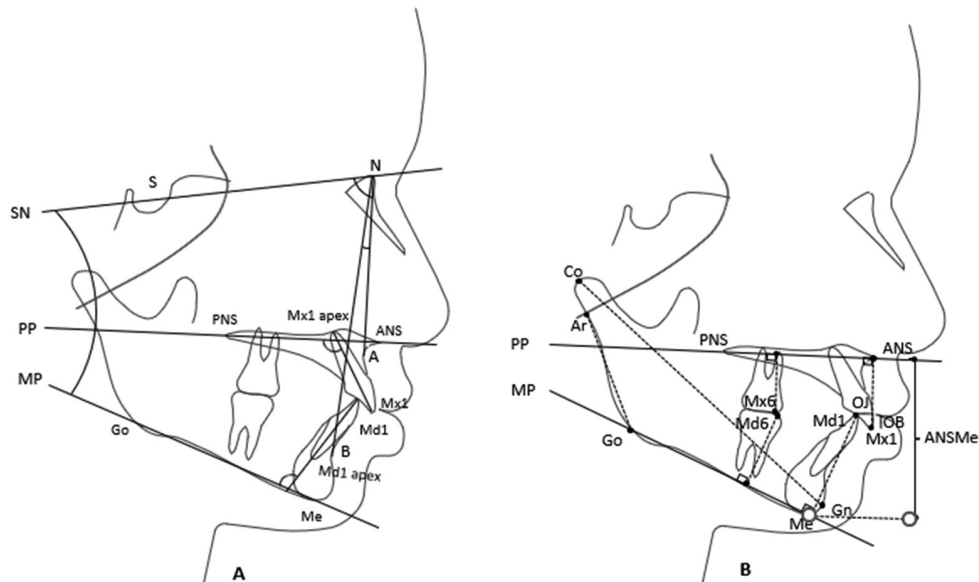


Figure 2 Angular (A) and linear (B) cephalometric measurements used in this study

Table 1 Cephalometric measurements (Fig. 2)

Measurement		Definition
Skeletal A-P	SNA (°)	Sella-Nasion to A Point Angle
	SNB (°)	Sella-Nasion to B Point Angle
	ANB (°)	Angle between NA line and NB line
Skeletal Vertical	SNMP (°)	Angle between SN plane and mandibular plane (Go-Me)
	ArGo (mm)	Distance between Ar and Go
	CoGn (mm)	Distance between Co and Gn
	ANSMc (mm)	Distance measured from anterior nasal spine to menton
Dental	OB (mm)	Vertical distance between the Mx1 and Md1
	OJ (mm)	Horizontal distance between the Mx1 and Md1
	Mx1PP (°)	Angle between the long axis of the maxillary incisor (Mx1 axis) and palatal plane (PP)
	Mx1perpPP (mm)	Distance perpendicular to palatal plane to incisal tip of maxillary incisor
	Mx6perpPP (mm)	Distance perpendicular to maxillary plane to mesiobuccal cusp of maxillary first molar
	Md1MP (°)	Angle between the long axis of the mandibular incisor (Md1 axis) and mandibular plane (MP)
	Md1perpMP (mm)	Distance perpendicular to mandibular plane to incisal tip of mandibular incisor
	Md6perpMP (mm)	Distance perpendicular to mandibular plane to mesiobuccal cusp of mandibular first molar



The rates of mandibular molar extrusion and overbite correction in units of mm/month were determined by the amount of change (mm) divided by the observed duration (months).

### Blinding

The operators and subjects were not blinded because of awareness of the appliance type. However, single blinding was accomplished when the researcher measured the lateral cephalogram data. All records were identified with an individual number of each subject to conceal the subject's group allocation.

### Statistical Analysis

The SPSS 25.0 software program (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) was used for the statistical analysis. According to the Kolmogorov-Smirnov tests, the majority of variables were not normally distributed. Therefore, non-parametric statistics were applied. The median and interquartile range were used to present the average value of each parameter. Chi-square test was used to compare gender between groups. Wilcoxon signed rank tests were used to compare the cephalometric data between time points within groups. Kruskal-Wallis and pairwise comparisons were used to

evaluate the differences between the three groups. The significance level was set at 0.05.

### Error of Method

To assess the reliability of the outcomes, 20 randomly selected patients had their cephalometric data retraced and remeasured after an interval of one month by the same investigator. Dahlberg's formula and intraclass correlation coefficients were used to assess agreement.

## Results

### Participant Flow

A total of 65 children were assessed for eligibility. Fourteen children were excluded because they did not meet the inclusion criteria and two refused to participate. Thus, 51 patients, 30 males and 21 females; with a mean  $\pm$  SD age of  $11.52 \pm 1.38$  years were randomized in a 1:1:1 ratio to the control group, ABP group, and TBP group. No subjects dropped out during the study. The CONSORT diagram shows the flow of subjects assessed for randomization, allocation, treatment, and follow-up (Fig. 3).

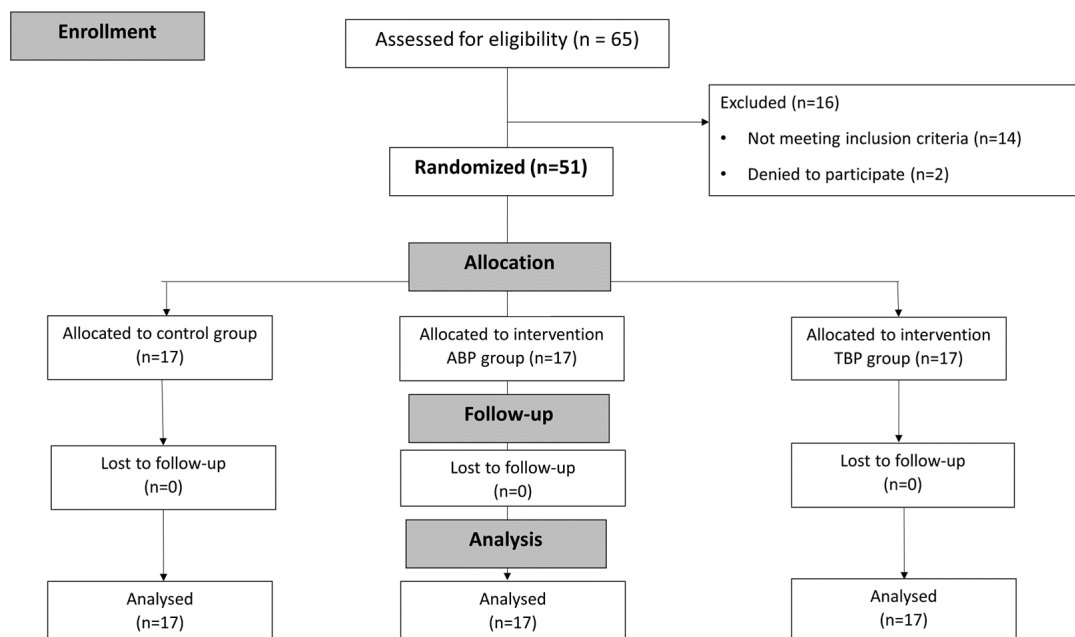


Figure 3 CONSORT flow diagram of the study

The measurement error for each parameter ranged from 0.01 - 0.24 mm and 0.13° - 0.38° for linear variables and angular variables, respectively. The intraclass correlation coefficient ranged from 0.83 - 0.97 for all measurements. The measurement errors and reliability values were acceptable.

Comparisons of baseline characteristics are presented in Table 2. No statistically significant difference in any parameter between the three groups was observed concerning gender, age, overbite, overjet, ANB, SNMP angle, maxillary or mandibular incisor inclinations ( $P > .05$ ).

No significant difference in the total observation/treatment times was found between the three groups ( $P > .05$ ). The mandibular extrusion and overbite correction rates were not statistically significantly different between the ABP and TBP groups ( $P < .001$ ) (Table 3). Deep bites in the ABP and the TBP groups were completely corrected with average treatment durations of  $5.00 \pm 2.50$  and  $5.10 \pm 3.00$  months, respectively. No harmful effects occurred in any subject. The intention to treat principle was used to analyze the data.

**Table 2** Comparison of baseline characteristics at pre-treatment

Variables	Control (n = 17)		ABP (n = 17)		TBP (n = 17)		P Value
	Median	IQR <sup>a</sup>	Median	IQR	Median	IQR	
N (boys : girls)	11 : 6		10 : 7		9 : 8		.784 <sup>b</sup>
Age (y)	11.66	1.33	11.87	1.00	11.15	1.74	.298 <sup>c</sup>
Overbite (mm)	4.40	1.90	4.50	1.80	4.20	1.80	.907 <sup>c</sup>
Overjet (mm)	4.50	1.35	4.50	1.45	4.80	1.60	.279 <sup>c</sup>
ANB (°)	3.14	1.89	4.37	1.20	3.44	2.47	.093 <sup>c</sup>
SNMP (°)	27.09	6.09	25.87	5.40	27.25	5.65	.078 <sup>c</sup>
Mx1PP (°)	113.00	15.25	116.10	11.80	118.70	6.45	.377 <sup>c</sup>
Md1MP (°)	95.50	6.00	96.30	9.20	94.20	7.35	.603 <sup>c</sup>

ABP: acrylic resin bite plane, TBP: thermoplastic bite plane; <sup>a</sup>IQR: interquartile range.

<sup>b</sup> P Value of Chi-square. <sup>c</sup> P Value of by Kruskal-Wallis tests.

**Table 3** Comparison of total observation/treatment time, mandibular molar extrusion rate and overbite correction rate among the three groups

Variables	Control (n=17)		ABP (n=17)		TBP (n=17)		P Value
	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR	
Observation/Tx time (month)	5.80	1.00	5.00	2.50	5.10	3.00	.149
Md6 extrusion rate (mm/month)	0.10 <sup>a</sup>	0.18	0.37 <sup>b</sup>	0.41	0.30 <sup>b</sup>	0.45	.004**
Overbite correction rate (mm/month)	0.01 <sup>a</sup>	0.19	-0.57 <sup>b</sup>	0.50	-0.60 <sup>b</sup>	0.52	.000***

ABP: acrylic resin bite plane, TBP: clear thermoplastic bite plane, IQR: interquartile range. \*\*  $P < .01$ , \*\*\*  $P < .001$ ; Kruskal-Wallis tests.

Groups with the same letter are not significantly different ( $P > .05$ )

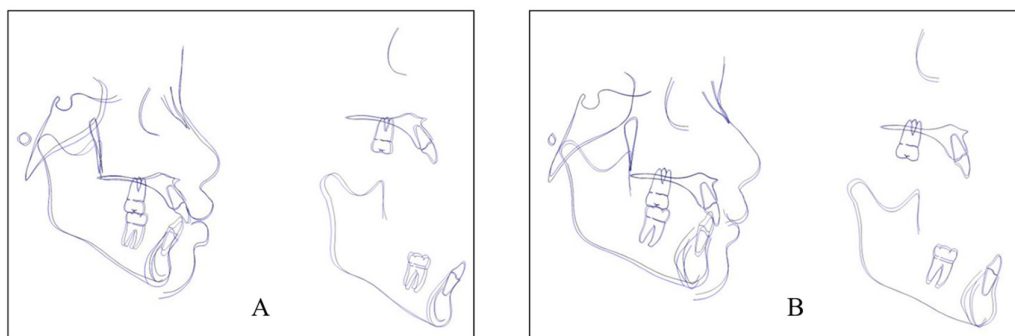
**Table 4** Cephalometric measurements before treatment ( $T_0$ ) and after ( $T_1$ ) observation period of control group and before ( $T_0$ ) and after ( $T_1$ ) achieving normal overbite in the ABP and TBP groups

Variables	Control (n=17)						ABP (n=17)						TBP (n=17)					
	$T_0$			$T_1$			$T_0$			$T_1$			$T_0$			$T_1$		
	Median	IQR		Median	IQR	P value	Median	IQR		Median	IQR		Median	IQR		Median	IQR	P value
Skeletal A-P	SNA (°)	79.50	9.05	79.70	9.00	.200	81.40	5.35	82.20	5.90	.593	82.90	4.90	83.90	6.20	.120		
	SNB (°)	77.60	7.80	78.50	8.45	.100	78.80	4.05	79.00	4.80	.717	78.70	3.45	78.20	4.70	.330		
	ANB (°)	3.14	1.89	3.60	2.70	.954	4.37	1.20	3.20	2.70	.943	3.50	3.60	2.80	3.65	.836		
Skeletal vertical	SNMP (°)	26.70	6.35	25.70	7.15	.448	27.50	6.90	28.10	7.65	.053	27.30	10.30	28.60	7.95	.062		
	ArGo (mm)	35.80	5.10	37.80	6.10	.001**	37.00	6.95	38.60	6.50	.000***	36.80	5.90	37.20	5.95	.041*		
	CoGn (mm)	99.20	7.90	101.00	8.95	.002**	101.00	6.80	102.80	7.10	.001**	100.70	8.25	102.30	9.85	.001**		
	ANSMe(mm)	57.10	2.85	54.90	7.30	.448	57.70	4.45	60.40	4.50	.000***	57.80	6.10	59.60	5.50	.000***		
	OB (mm)	4.40	1.90	4.40	1.50	.123	4.50	1.80	1.80	0.95	.000***	4.20	1.80	2.20	1.75	.000***		
Dental	OJ (mm)	4.50	1.35	4.80	1.55	.194	4.50	1.45	4.95	1.00	.459	4.80	1.60	4.10	1.00	.002**		
	Mx1PP (°)	113.00	15.25	114.40	15.20	.365	116.10	11.80	118.00	13.80	.044*	118.70	5.77	117.50	6.75	.033*		
	Mx1perpPP (mm)	25.40	2.70	25.90	2.70	.887	26.00	3.55	27.40	4.65	.836	24.80	4.00	24.50	3.80	.740		
	Mx6perpPP (mm)	17.70	3.05	18.10	2.65	.111	18.90	3.90	19.10	2.45	.044*	17.00	4.15	19.10	3.80	.006**		
	Md1MP (°)	95.50	6.00	94.20	9.05	.393	96.30	9.20	96.10	9.40	.266	94.20	7.35	96.70	10.20	.068		
	Md1perpMP (mm)	36.80	2.65	37.70	3.10	.042*	37.50	2.00	37.80	1.95	.063	37.30	3.25	38.20	3.70	.052		
	Md6perpMP (mm)	26.60	4.40	27.20	3.80	.064	27.10	2.85	28.75	1.98	.001**	26.50	2.40	27.90	2.85	.007**		

ABP: acrylic resin bite plane, TBP: thermoplastic bite plane, IQR: interquartile range. \*  $P < .05$ , \*\*  $P < .01$ , \*\*\*  $P < .001$ ; Wilcoxon matched-pairs signed rank tests.

Within group comparisons, significant increases in the ramus height (ArGo) and mandibular length (CoGn) were found in all groups ( $P < .05$ ). Significant increases in lower facial height (ANSMe) in the ABP and TBP groups were 2.60 mm and 1.90 mm, respectively ( $P < .05$ ). For maxillary incisor inclination, the Mx1PP significantly increased by  $1.9^\circ$  in the ABP group ( $P < .05$ ). However, in the TBP group, the Mx1PP significantly decreased by  $-1.2^\circ$  ( $P < .05$ ). In both

treatment groups, a significant decrease in overbite was observed ( $P < .001$ ). Maxillary and mandibular molar extrusions were shown in the ABP and TBP groups ( $P < .05$ ), whereas these molar positions remained unchanged in the control group ( $P \geq .05$ ) (Tables 4). Examples of dentoskeletal changes according to lateral cephalometric superimposition between  $T_0$  and  $T_1$  in an ABP subject and a TBP subject are presented in Figure 4.



**Figure 4** Cranial base, maxilla and mandible superimposition on the stable structures in an ABP subject (A) and a TBP subject (B).

Significant difference was not observed among the three groups for any sagittal skeletal cephalometric variable ( $P \geq .05$ ) (Table 5). Vertically, both treatment groups induced a significant increase in lower facial height compared to the untreated control group ( $P < .05$ ). Dentally, overbite was reduced in ABP and TBP groups by  $2.57 \pm 1.70$  mm and  $2.30 \pm 1.75$  mm, respectively ( $P > .05$ ). The changes were significantly different from the control group ( $P < .000$ ). Similarly, mandibular molar extrusions were significantly greater in both treatment groups compared with the control

group ( $P < .05$ ). Mandibular incisor inclination and mandibular incisal vertical change were not significantly different between the treatment groups and the untreated control group ( $P > .05$ ). Overjet was significantly reduced in the TBP group ( $-0.7$  mm), which was significantly different from the control and ABP groups ( $P < .05$ ). The maxillary incisors of the TBP group were retroclined more than in the control and ABP groups ( $P < .05$ ), whereas changes in maxillary inclination of the ABP group were significantly proclined more than in the control and TBP groups ( $P < .05$ ) (Table 5).

**Table 5** Comparison of median and interquartile range of cephalometric value changes between the three groups

Variables		Control (n=17)		ABP (n=17)		TBP (n=17)		P value
		Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR	
Skeletal A-P	SNA ( $^\circ$ )	0.70	1.25	0.00	1.45	0.30	1.40	.201
	SNB ( $^\circ$ )	0.74	0.85	0.02	2.15	0.60	1.20	.181
	ANB ( $^\circ$ )	0.10	0.70	0.10	1.15	-0.10	1.20	.781
Skeletal vertical	SNMP ( $^\circ$ )	-0.10	1.90	0.30	2.25	0.50	1.60	.058
	ArGo ( $^\circ$ )	1.80	2.30	1.20	2.35	1.00	3.05	.397
	CoGn (mm)	1.40	2.05	1.90	3.15	1.50	2.95	.727
	ANSMe (mm)	0.40 <sup>a</sup>	2.00	2.60 <sup>b</sup>	2.50	1.90 <sup>b</sup>	2.25	.000***

**Table 5** Comparison of median and interquartile range of cephalometric value changes between the three groups (cont.)

Variables		Control (n=17)		ABP (n=17)		TBP (n=17)		P value
		Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR	
Dental	OB (mm)	0.10 <sup>a</sup>	0.90	-2.57 <sup>b</sup>	1.70	-2.30 <sup>b</sup>	1.75	.000***
	OJ (mm)	0.20 <sup>a</sup>	0.80	0.45 <sup>a</sup>	1.45	-0.70 <sup>b</sup>	1.35	.003**
	Mx1PP (°)	0.00 <sup>a,b</sup>	2.15	0.70 <sup>a</sup>	3.80	-0.10 <sup>b</sup>	4.20	.028*
	Mx1perpPP (mm)	0.00	1.30	0.00	1.70	-0.20	1.20	.919
	Mx6perpPP (mm)	0.30	1.00	0.90	2.10	1.30	1.35	.059
	Md1MP (°)	-1.30	4.10	2.60	4.87	1.70	2.25	.093
	Md1perpMP (mm)	0.04	1.30	0.40	2.95	0.57	2.05	.901
	Md6perpMP (mm)	0.40 <sup>a</sup>	1.15	1.60 <sup>b</sup>	1.45	0.90 <sup>b</sup>	1.40	.025*

ABP: acrylic resin bite plane, TBP: thermoplastic bite plane, IQR: interquartile range.

T0: before treatment, T1: after achieving normal overbite

\*  $P < .05$ , \*\*  $P < .005$ , \*\*\*  $P < .001$  by Kruskal-Wallis tests.

Groups with the same letter are not significantly different ( $P > .05$ )

## Discussion

This randomized controlled trial demonstrated that both ABP and TBP were successful in correcting a deep bite at comparable rates. The primary mechanism of deep bite correction was through the extrusion of mandibular posterior teeth. After accounting for the amount of mandibular posterior dentoalveolar growth in the untreated group, the net mandibular molar extrusion due to the application of ABP and TBP was approximately 1.2 mm and 0.5 mm, respectively. Although not statistically significant and assuming similar masticatory function, the slightly larger amount of mandibular molar extrusion in the ABP group compared to the TBP group was possibly due to the posterior occlusal surface coverage of the TBP appliance, which had a thickness of about 0.5-0.8 mm due to the heated vacuum fabrication process and may limit the amount of mandibular molar extrusion.

Mandibular incisor inclinations were not affected by the anterior bite planes, which is in accordance with the results from previous studies.<sup>8,18</sup> This could be because the biting force acting against the anterior bite plane is transmitted along the axis of the mandibular incisors. Therefore, a removable anterior bite plane may provide an advantage over fixed appliances for deep bite correction

in patients whose mandibular incisor inclination needs to be controlled. Fixed appliances exert intrusive forces labially to the center of resistance of the roots, which therefore inevitably produce labial proclination.

The TBP group showed retroclination of the maxillary incisors, while the ABP group exhibited proclination. An explanation for this is based on the material characteristics and design differences between the two appliances. The TBP thermoplastic material has a lower modulus of elasticity than the ABP acrylic resin, which results in being squashed down when pushed.<sup>19,20</sup> Furthermore, the TBP appliance fully covers the labial surface of the maxillary incisors, while the ABP appliance has only a labial bow wire contacting the labial surface of the maxillary incisors at the middle third of the crown height. When biting on the TBP bite plane, the thermoplastic material is compressed towards the palatal tissue, which pulls the labial coverage of the appliance palatally, thus leading to palatal tipping of the maxillary incisors.<sup>13</sup> In contrast, when biting on the hard acrylic surface of the ABP, the force is transmitted from the bite plane to the palatal surface of the maxillary incisors, which eventually causes labial tipping. If the tipping force is incisal to the labial bow wire, a couple force is

created and enhances the tipping effect.<sup>21,22</sup> While there was a noticeable change in maxillary incisor inclination in both the ABP and TBP groups, no significant difference was observed in the vertical movement of the maxillary incisors within or between the groups. This suggests that neither the ABP nor TBP designs has an extrusive or intrusive effect on the maxillary incisors.

Skeletally, both the ABP and TBP groups showed a significant increase in lower facial height (ANS-Me), while the mandibular plane angle (SN-MP) remained unchanged. Previous studies also observed that growing patients were able to maintain their mandibular plane angles after deep bite treatment. This may be due to compensatory vertical ramal growth and condylar growth, which was suggested in previous studies.<sup>8,23,24</sup>

Our study followed the intention-to-treat principle, which reduces the likelihood of overestimating results by including non-compliant subjects while recognizing that such events may occur in the clinical setting.<sup>25</sup> However, there are some limitations to consider. The generalizability of our findings is limited to growing patients with skeletal Class I or mild skeletal Class II, deep bite, and normal maxillary and mandibular incisor inclination. Additionally, our results cannot be extrapolated to fixed anterior bite planes or the correction of deep bite with fixed appliances or other designs. Although certain dentoskeletal changes were observed during the 6-month study period, it is important to note that this duration may not be sufficient to fully capture the complete changes resulting from the application of the anterior bite plane. Consequently, a long-term follow-up is imperative to comprehensively investigate the overall skeletal changes and gain a deeper understanding of the treatment's effectiveness and stability over an extended period of time. For further studies, the study sample should be increased to avoid type II error. Since patient compliance is a key factor in the success of removable appliances for correcting malocclusion, embedding a time recording sensor into the appliance to monitor the exact duration of wear may provide useful information on the effect of compliance on deep bite correction.

In clinical practice, the ABP may be more appropriate for patients who require proclination of their maxillary incisors, for example in Class II division 2 patients with retroclined maxillary incisors or those with increased tooth-to-lip relationship. Conversely, the TBP may be more appropriate for patients who need retroclination of the maxillary incisors such as those with Class II division 1 malocclusion with protruded incisors and increased overjet.

## Conclusion

Both ABP and TBP were effective in correcting deep bite in children within a similar treatment duration. The correction of deep bite was primarily achieved through mandibular molar extrusion. The use of ABP resulted in proclination of the maxillary incisors, while the TBP caused retroclination of the maxillary incisors.

## Acknowledgements

The authors gratefully thank the Graduate School and the Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University for grant support.

## References

1. Al-Khateeb EA, Al-Khateeb SN. Anteroposterior and vertical components of class II division 1 and division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 2009;79(5):859-66.
2. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Longitudinal growth changes in subjects with deepbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140(2):202-9.
3. Dimberg L, Lennartsson B, Arnrup K, Bondemark L. Prevalence and change of malocclusions from primary to early permanent dentition: a longitudinal study. *Angle Orthod* 2015;85(5):728-34.
4. Ghafari JG, Macari AT, Haddad RV. Deep bite: Treatment options and challenges. *Sem Orthod* 2013;19(4):253-66.
5. Bergersen EO. A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age. *Angle Orthod* 1988;58(3):237-56.
6. Riolo ML, Brandt D, TenHave TR. Associations between occlusal characteristics and signs and symptoms of TMJ dysfunction in children and young adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92(6):467-77.
7. Woods MG. Sagittal mandibular changes with overbite correction in subjects with different mandibular growth directions: late mixed-dentition treatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(3):388-94.

8. Franchi L, Baccetti T, Giuntini V, Masucci C, Vangelisti A, Defraia E. Outcomes of two-phase orthodontic treatment of deepbite malocclusions. *Angle Orthod* 2011;81(6):945-52.
9. Al-Buraiki H, Sadowsky C, Schneider B. The effectiveness and long-term stability of overbite correction with incisor intrusion mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(1):47-55.
10. Weiland FJ, Bantleon HP, Droschl H. Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling techniques in adult patients—a clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110(6):647-52.
11. Menezes DM. Changes in the dentofacial complex as a result of bite plane therapy. *Am J Orthod* 1975;67(6):660-76.
12. Pairatchawan N, Viteporn S, Thongudomporn U. Mandibular incisor root volume changes between anterior bite planes fabricated from acrylic resin and thermoplastic materials: a prospective randomized clinical trial. *Angle orthod* 2022;92(6):755-63.
13. Khosravi R, Cohanin B, Hujoel P, Daher S, Neal M, Liu W, *et al.* Management of overbite with the Invisalign appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151(4):691-9.
14. Songkongka P. A modified of clear retainer for fracture prevention. *The Online Journal of Thai J Orthod* 2020;9(1):30-4.
15. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res methods* 2009;41(4):1149-60.
16. Baccetti T, Franchi L, Giuntini V, Masucci C, Vangelisti A, Defraia E. Early vs late orthodontic treatment of deepbite: a prospective clinical trial in growing subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(1):75-82.
17. Hellsing E HG, Eliasson S. Effects of fixed anterior bite-plane therapy—a radiographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996(110):61-8.
18. Forsberg CM, Hellsing E. The effect of a lingual arch appliance with anterior bite plane in deep overbite correction. *Eur J Orthod* 1984;6(2):107-15.
19. Vaida L, Moldovan L, Lile IE, Todor BI, Porumb A, Tig I, *et al.* A comparative study on mechanical properties of some thermoplastic and thermo set resins used for orthodontic appliances. *Mat Plast* 2015;52(3):364-7.
20. Jindal P, Worcester F, Siena FL, Forbes C, Juneja M, Breedon P. Mechanical behaviour of 3D printed vs thermoformed clear dental aligner materials under non-linear compressive loading using FEM. *J Mech Behav Biomed Mater* 2020;112:1040-5.
21. Iijima M, Kohda N, Kawaguchi K, Muguruma T, Ohta M, Naganishi A, *et al.* Effects of temperature changes and stress loading on the mechanical and shape memory properties of thermoplastic materials with different glass transition behaviours and crystal structures. *Eur J Orthod* 2015;37(6):665-70.
22. Matsui S, Caputo AA, Chaconas SJ, Kiyomura H. Center of resistance of anterior arch segment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118(2):171-8.
23. McDowell EH, Baker IM. The skeletodental adaptations in deep bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100(4):370-5.
24. Jariyavithayakul P, Charoemratrote C. Skeletal and dental changes after lower posterior tooth extrusion in Class II Division 1 deep bite short-faced growing patients. *APOS Trends in Orthod* 2019;9(3):165-71.
25. Heritier SR, Gebiski VJ, Keech AC. Inclusion of patients in clinical trial analysis: the intention-to-treat principle. *Med J of Aust* 2003;179(8):438-40.





## บทวิทยากร

การศึกษาไอออนโลหะที่เหลือค้างบนพื้นผิวและลักษณะพื้นผิวแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมที่ผ่านการใช้งานในผู้ป่วยจัดฟันที่เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ

The Study of Surface Remaining Metal Ions and Surface Characteristics of Retrieved Stainless Steel Brackets in Swimming Athletes Undergoing Orthodontic Treatment

นพพล จันทรผ่องแสง<sup>1</sup>

Noppadon Chanpongsaeng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>กลุ่มงานทันตกรรม สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>1</sup>Dental Department, Queen Sirikit National Institute of Child Health, Bangkok, Thailand

## Abstract

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไอออนโลหะที่เหลือค้างบนผิวแบร็กเกตและเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวของแบร็กเกตก่อนและหลังการใช้งานของแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชนิดในสภาพแวดล้อมคลอรีนสระว่ายน้ำ 2 สระ และเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบโลหะของแบร็กเกต 2 ชนิด งานวิจัยดำเนินการโดยติดแบร็กเกต 2 ชนิด (AM, KO) ด้วยวิธีการสุ่มตามลำดับ ให้กลุ่มตัวอย่างนักกีฬาว่ายน้ำ 28 คน จากสระว่ายน้ำ 2 สระ (CU, BC) และให้กลุ่มควบคุมที่เป็นผู้ป่วยจัดฟัน 14 คน หลังรักษา 1 ปี ถอดแบร็กเกตฟันหน้าล่าง 4 ซี่ แขนในอิตาลีที่ความเข้มข้นร้อยละ 17 แล้วส่งตรวจหาปริมาณไอออนเหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) ด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma - Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) วิเคราะห์ปฏิกิริยสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยชนิดแบร็กเกต และปัจจัยสภาพแวดล้อมคลอรีนสระว่ายน้ำ ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง เปรียบเทียบภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด บริเวณร่องแบร็กเกตที่ยังไม่ผ่านและที่ผ่านการใช้งาน ตรวจหาองค์ประกอบโลหะของแบร็กเกตด้วยเครื่อง EDX ผลการศึกษา พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดแบร็กเกต และชนิดสระว่ายน้ำ แต่พบความแตกต่างปริมาณไอออนเหล็ก นิกเกิล ระหว่างแบร็กเกต 2 ชนิด ในระดับนัยสำคัญสถิติ 0.01 แบร็กเกต AM พบความแตกต่างลักษณะพื้นผิวร่องแบร็กเกตระหว่างกลุ่มที่ใช้งานและที่ยังไม่ผ่านการใช้งานแต่ไม่พบความแตกต่างในแบร็กเกต KO แบร็กเกต AM ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม Precipitate Hardening แบร็กเกต KO ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 โดยสรุปแบร็กเกต AM พบไอออนโลหะเหลือค้างบนพื้นผิวแบร็กเกตมากกว่าแบร็กเกต KO และสภาพแวดล้อมคลอรีนจากสระว่ายน้ำไม่มีผลทำให้เกิดไอออนโลหะเหลือค้างบนแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมมากกว่าปกติ

**คำสำคัญ :** คลอรีน, แบร็กเกต, สระว่ายน้ำ, เหล็กกล้าไร้สนิม, ไอออนโลหะ

## Abstract

This study aimed to examine the surface remaining metal ions of two types of stainless steel brackets in different chloride environments of two swimming pools by comparing the amount of ions found on the surface of the brackets and comparing surface characteristics at bracket slots between the study groups after one year usage and analyzing the metallic composition of the two types of brackets. Two brands of brackets were studied (AM, KO). Participants included 28 swimmers from two different pools (CU, BC) and a control group of 14 orthodontic patients. Bracket brands were randomly allocated to all participants. The mandibular incisor brackets were removed after one year of treatment. The removed brackets were soaked in 17% EDTA and analyzed for iron ion (Fe), nickel ion (Ni), and chromium ion (Cr) using ICP-OES. Two-way ANOVA were used to examine the effects of brackets and pools on the amount of ions. Additionally, electron microscopy images were compared between the unused and used bracket surfaces and using EDX to detect metal composition. The results revealed no significant relationship between bracket

types and pools. However, there were significant differences in the quantity of iron ion and nickel ion between the two types of brackets at a statistical significance level of 0.01. AM brackets exhibited distinct surface characteristics between the used and unused groups, while KO brackets did not show such differences. In conclusion, AM brackets exhibited higher surface remaining metal ions than KO brackets. The chloride environments of the swimming pools did not significantly affect the surface remaining metal ions of stainless steel brackets.

**Keywords :** Chloride, Bracket, Swimming pool, Stainless steel, Metal ion

**Received Date:** Jun 22, 2023

**Revised Date:** May 13, 2023

**Accepted Date:** Sep 6, 2023

**doi:** 10.14456/jdat.2023.29

#### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

นพปฎล จันทรผ่องแสง, กลุ่มงานทันตกรรม สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี 420/8 ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย  
โทรศัพท์ : 02-354-8333 Email : doiji.fern@gmail.com

#### Correspondence to:

Noppadon Chanpongsaeng, Dental Department Queen Sirikit National Institute of Child Health 420/8 Ratchawithi Road, Phayathai Subdistrict, Ratchathewi, Bangkok, 10400 Thailand. Tel: 02-354-8333 Email : doiji.fern@gmail.com

## บทนำ

เครื่องมือที่ใช้ในการรักษาทันตกรรมจัดฟันในปัจจุบันมีการพัฒนาก้าวหน้าไปหลากหลายรูปแบบ แต่แบร็กเกตยังคงเป็นเครื่องมือจัดฟันพื้นฐานที่ใช้ในการรักษาทันตกรรมจัดฟันในประเทศไทย แบร็กเกตสมัยปัจจุบัน<sup>1</sup> ทำจากวัสดุ 3 ชนิด คือ โลหะ พลาสติก เซรามิก แบร็กเกตโลหะส่วนใหญ่ผลิตด้วยกรรมวิธีการหล่อ (casting) การมิลลิ่ง (milling) หรือ วิธี MIM (metal injection molding) แบร็กเกตโลหะแบ่งได้เป็น 4 ประเภท<sup>1</sup> คือ แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมแบร็กเกตโคบอลต์โครเมียม แบร็กเกตไทเทเนียม และแบร็กเกตโลหะมีค่า แต่ส่วนใหญ่แบร็กเกตผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม<sup>2,3</sup> เนื่องจากมีความแข็งแรง ด้านทานการกัดกร่อน ใช้งานง่ายและราคาไม่แพง เหล็กกล้าไร้สนิมเป็นโลหะผสม (alloy) ที่มีองค์ประกอบเป็นเหล็กมากกว่าร้อยละ 50 และมีโครเมียมอย่างน้อยร้อยละ 11<sup>4</sup> เหล็กกล้าไร้สนิมทางทันตกรรมจัดฟันมีองค์ประกอบใกล้เคียงแผนภาพเฟส (phase diagram) Fe-Cr-Ni<sup>5</sup> แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิดผลิตด้วยกรรมวิธีที่ต่างกัน และผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิด เช่น AISI 304, 304L, 316, 316L, 17-4 PH หรือ Duplex เหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิดมีความแข็งแรง ความต้านทานการกัดกร่อนแตกต่างกัน คุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกิดจากพาสซีฟฟิล์ม (passive film) ที่ปกคลุมผิวโลหะ พาสซีฟฟิล์มเกิดขึ้นเองได้ตลอดเวลาในสภาวะที่มีออกซิเจนและมีโครเมียม สภาวะที่ขัดขวางการสร้างพาสซีฟฟิล์ม คือ สภาวะที่พื้นผิวขาดออกซิเจน สภาพความเป็นกรดและสภาพแวดล้อมที่มีคลอไรด์<sup>6</sup> การศึกษาการกัดกร่อนของแบร็กเกต

เหล็กกล้าไร้สนิมแบ่งตามวิธีการศึกษาเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) โดยการนำแบร็กเกตที่ยังไม่ผ่านการใช้งานมาอยู่ในสภาวะจำลองที่ช่วยให้เกิดการกัดกร่อน เช่น แช่ในน้ำลายเทียม<sup>7</sup> แช่ในสารละลายที่เป็นกรด-ด่าง<sup>8</sup> หรือแช่ในสภาพที่เป็นคลอไรด์<sup>9</sup> เป็นต้น จากนั้นตรวจหาปริมาณไอออนเหล็ก ไอออนโครเมียม ไอออนนิกเกิล ผลการศึกษาพบว่าของเหลวที่มีความเป็นกรดสูงตรวจพบไอออนนิกเกิล ไอออนโครเมียม ไอออนเหล็ก ไอออนแมงกานีส ปริมาณสูงกว่าของเหลวที่มีความเป็นกรดต่ำ<sup>8</sup> และตรวจพบไอออนนิกเกิล ไอออนโครเมียมในการทดลองแช่แบร็กเกตในของเหลวที่มีโซเดียมคลอไรด์<sup>9</sup> นอกจากนี้ยังใช้วิธีวิเคราะห์ศักย์ไฟฟ้าเคมีแบบพลวัต (Potentiodynamic test) วัดความต้านทานการกัดกร่อน (Rp) ของแบร็กเกตที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิด หรือแบร็กเกตจากต่างบริษัท โดยการแช่ในน้ำลายเทียมแล้วใช้กระแสไฟฟ้า<sup>10,11</sup> หรือแช่ในโซเดียมคลอไรด์แล้วใช้กระแสไฟฟ้า<sup>12</sup> ผลการศึกษาพบว่าแบร็กเกตจากต่างบริษัท และแบร็กเกตที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิดมีความต้านทานการกัดกร่อนแตกต่างกัน แต่การศึกษาในห้องปฏิบัติการมีความแตกต่างจากสภาวะช่องปากผู้ป่วย เนื่องจากมีปัจจัยเรื่องน้ำลาย ความเป็นกรดและคลอไรด์ในอาหารมาเกี่ยวข้อง การศึกษาอีกประเภทเป็นการศึกษาในมนุษย์ ด้วยการติดแบร็กเกตบนผิวฟันผู้ป่วยและเก็บตัวอย่างน้ำลาย<sup>13,14</sup> หรือเลือด<sup>15</sup> หรือทั้งน้ำลายและเลือด<sup>16</sup> จากผู้ป่วยตั้งแต่เริ่มติดแบร็กเกตและนับมาเก็บน้ำลายหรือเลือดเป็นระยะจากนั้นส่งตรวจปริมาณไอออนโลหะ การศึกษาลักษณะดังกล่าวเสี่ยงต่อการละเมิดข้อ

กำหนดจริยธรรมวิจัยในมนุษย์เนื่องจากการเก็บสารคัดหลั่งจากร่างกายมนุษย์ การศึกษาอีกประเภท คือการศึกษาในแบร็กเกตที่ผ่านการใช้งาน (retrieved bracket) โดยการตรวจการกัดกร่อนของแบร็กเกตที่ติดสีดำหรือสีเขียวบนผิวฟันรอบแบร็กเกต โดยตรวจดูสภาพผิวแบร็กเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อตรวจการเกิดออกไซด์โลหะบนผิวแบร็กเกต<sup>2</sup> หรือนำแบร็กเกตที่ผ่านการใช้งานมาตรวจหาองค์ประกอบโลหะเปรียบเทียบกับแบร็กเกตที่ยังไม่ใช้งาน<sup>17</sup>

ที่ผ่านมาแม้แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมจะได้รับการพัฒนาทั้งกรรมวิธีผลิตและชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้ผลิต แต่ทันตแพทย์จัดฟันยังคงให้ความสนใจกับคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อนของแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม เห็นได้จากช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา มีรายงานการศึกษาการกัดกร่อนของแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมอย่างต่อเนื่อง แต่ทว่าทั้งหมดเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ<sup>18-23</sup> และแม้แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมจะมีคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อน แต่หากแบร็กเกตต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมคลอไรด์ของสระว่ายน้ำเป็นเวลานานหลายชั่วโมง/สัปดาห์ เช่น นักกีฬาว่ายน้ำที่ได้รับการติดแบร็กเกตบนผิวฟัน จะมีโอกาสที่เกลือคัลเซียมบนผิวแบร็กเกต และมีพื้นผิวแบร็กเกตแตกต่างจากผู้จัดฟันทั่วไปหรือไม่ โดยทั่วไป ผู้ดูแลสระจะใช้กรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริกเติมลงในสระว่ายน้ำเพื่อฆ่าเชื้อ ผลที่ได้คือคลอไรด์อ็อกไซด์และกรดไซยานูริก ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำถึง 2.5-2.7 ผู้ดูแลสระจะใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการแก้ปัญหาคือความเป็นกรดเพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นการควบคุมปริมาณคลอไรด์อ็อกไซด์และความเป็นกรดของสระจึงมีความสำคัญมาก ดังมีรายงานฟันกร่อนจากสภาพความเป็นกรดและคลอรีนในสระว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำ<sup>24-26</sup> และจากผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของสระว่ายน้ำในกรุงเทพมหานคร 34 สระ พบมี 9 สระที่ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ตรงกับมาตรฐานของสระว่ายน้ำที่สำนักงานอนามัย กรุงเทพมหานครกำหนดไว้<sup>27</sup> โดยองค์การอนามัยโลก ได้กำหนดค่ามาตรฐานของน้ำในสระว่ายน้ำ โดยให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.2-7.8 และคลอรีนอิสระไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร<sup>28</sup>

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไอออนโลหะที่เกลือคัลเซียมบนผิวแบร็กเกตและเปรียบเทียบกับลักษณะพื้นผิวร่องแบร็กเกตก่อนและหลังการใช้งานของแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชนิดในสภาพแวดล้อมคลอไรด์สระว่ายน้ำ 2 สระ และเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบโลหะของแบร็กเกต 2 ชนิด

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยในมนุษย์ ได้รับอนุญาตให้ทำการวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลเลิดสิน

เลขที่หนังสือ 491005 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำอายุ 14-24 ปี จำนวน 28 คน เพศชาย 18 คน เพศหญิง 10 คน จากสระว่ายน้ำ 2 สระ คือ สระว่ายน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU) สระว่ายน้ำโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน (BC) สระละ 14 คน โดยทั้ง 2 สระมีการควบคุมคุณภาพน้ำในสระตามมาตรฐานที่สำนักงานอนามัย กรุงเทพมหานครกำหนดไว้ คือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.2-7.8 และคลอรีนอิสระไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร นักกีฬาว่ายน้ำทั้งสองสระมีการฝึกซ้อมว่ายน้ำสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 2.30 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างจากแต่ละสระถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน ด้วยวิธีการสุ่มตามลำดับก่อนหลังการมารับการรักษาเพื่อติดแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชนิด กลุ่มละชนิด คือ ชนิด AM ผลิตจากสหรัฐอเมริกาและชนิด KO ผลิตจากประเทศเกาหลี แบร็กเกตที่ใช้เป็นรูปแบบ Roth ขนาดร่อง 0.018"X0.025" กลุ่มควบคุมเป็นผู้จัดฟันทั่วไป ที่ไม่เป็นนักกีฬาว่ายน้ำและไม่ได้ว่ายน้ำเป็นประจำ อายุ 14-24 ปี จำนวน 14 คน เพศชาย 8 คน เพศหญิง 6 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน เพื่อติดแบร็กเกต 2 ชนิด โดยใช้วิธีการสุ่มตามลำดับเช่นกัน ก่อนเริ่มการรักษา ผู้ปกครองและผู้ป่วยของทั้งสองกลุ่มได้ลงชื่อในเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย หลังจากนั้นทั้งสองกลุ่มจะได้รับการติดแบร็กเกตในฟันบน/ล่าง จำนวน 20 ซี่ และติดท่อจัดฟันด้านแก้ม (buccal tube) (Tomy, ญี่ปุ่น) บนฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ผู้ป่วยทุกรายได้รับการใส่ลวด 4 เส้น คือ ลวด 0.014 NiTi, 0.016 NiTi, 0.016SS และ 0.018SS ตามลำดับและยึดลวดกับร่องแบร็กเกตด้วยยางพอลิยูรีเทน Dyna Sticks (DynaFlex, สหรัฐอเมริกา) ผู้ป่วยได้รับการนัดหมายเพื่อรับการรักษาและเปลี่ยนยางทุกเดือน

หลังรักษานาน 1 ปี ผู้ป่วยถูกนัดมาเพื่อถอดยาง ถอดลวด ไค้งในฟันล่างและถอดแบร็กเกต (debond) ตำแหน่งฟันหน้าล่าง 4 ซี่ โดยใช้แรงเฉือนปอกในการถอดแบร็กเกต จากนั้นขัดผิวฟันและติดแบร็กเกตชนิดเดิมที่ยังไม่ผ่านการใช้งานบนผิวฟัน นำแบร็กเกตที่ถูกถอดออกทั้ง 4 ซี่ จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละรายใส่รวมกันในหลอดทดลองแก้วขนาด 13x100 มิลลิเมตร เติมกรดเอทิลีนไดอามีนเตตระอะซิติก (อีดีทีเอ) ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 10 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองวางบนเครื่องสั่นสะเทือนความถี่สูง (ultrasonic cleaner) (L&R Ultrasonic, สหรัฐอเมริกา) ความถี่ 60 Hz. นาน 30 นาที เทของเหลวจากหลอดทดลองแก้วใส่หลอดทดลองพลาสติกและเติมอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ให้ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร โดยวิธีนำไอออนโลหะออกจากผิวแบร็กเกตประยุกต์จากวิธีของ Ehsan<sup>29</sup> จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากขั้นตอนข้างต้นส่งตรวจหาปริมาณไอออนเหล็ก (Fe) ไอออนนิกเกิล (Ni) ไอออนโครเมียม (Cr) โดยใช้วิธีการวัดการดูดกลืนแสงอะตอม (Atomic Absorption Spectroscopic Analysis) ด้วยเครื่อง ICP OES ของบริษัท IQA

จากนั้นนำแบร็กเกต 4 ชิ้น จากหลอดทดลองมาเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิเมตร แล้วนำไปผ่านเครื่องสั่นสะเทือนความถี่สูงอีกครั้งนาน 5 นาที ทำแบร็กเกตให้แห้ง นำแบร็กเกต 2 ชิ้นจากแต่ละกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มควบคุมและแบร็กเกตที่ยังไม่ผ่านการใช้งานไปตรวจลักษณะพื้นผิวบริเวณร่องแบร็กเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope (SEM)) (Philip XL 30 cp, เนเธอร์แลนด์) กำลังขยาย 1,000 เท่า

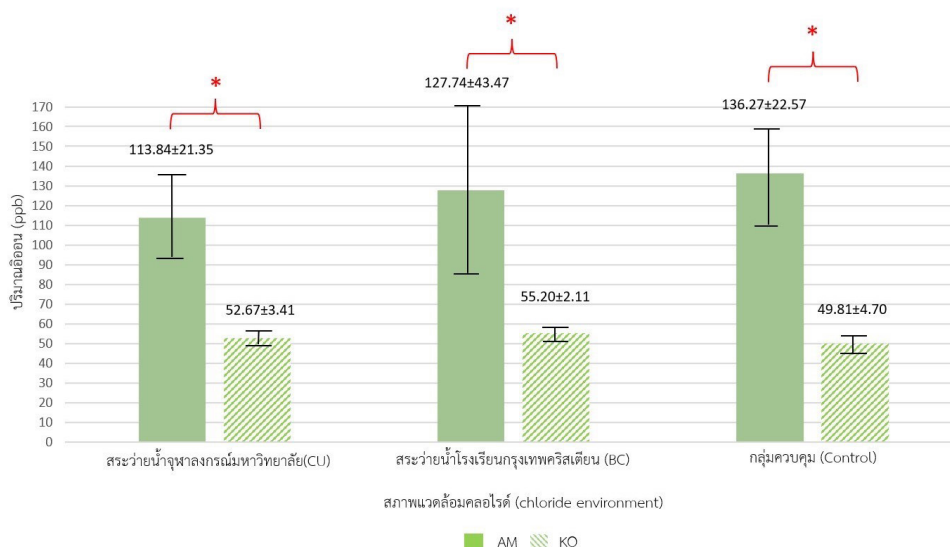
นำแบร็กเกตที่ยังไม่ผ่านการใช้งานทั้ง 2 ชนิด ชนิดละ 4 ชิ้น มาตรวจองค์ประกอบโลหะที่ตำแหน่งปีกแบร็กเกตบนขวาและบนซ้าย ของแบร็กเกตชิ้นงานละ 2 ตำแหน่ง รวมตรวจชนิดละ 8 ตำแหน่ง ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ แบบกระจายพลังงาน (Energy – Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)) (CDUTM LEAPTM Detector, สหรัฐอเมริกา) นำข้อมูลที่ได้ไปเทียบกับค่ามาตรฐาน<sup>1</sup> เพื่อจำแนกชนิดโลหะของแบร็กเกตแต่ละชนิด

นำข้อมูลปริมาณไอออนโลหะที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการ มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไอออนเหล็ก ไอออนโครเมียม ไอออนนิกเกิล ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยชนิดแบร็กเกตกับ ปัจจัยสภาพแวดล้อมคลอไรด์สระว่ายน้ำ 2 สระและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามชนิดไอออนโลหะและใช้การทดสอบเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison Test) ด้วยวิธีของ Tukey ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 16 และ ใช้สถิติเชิงพรรณนา บรรยายลักษณะพื้นผิวแบร็กเกตจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

## ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอออนโลหะ 3 ชนิด (หน่วยวัดเป็น part per billion (ppb)) ที่เหลือค้างบนพื้นผิวแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชนิด ที่ผ่านการใช้งานในสภาพแวดล้อมคลอไรด์ สระว่ายน้ำ 2 สระ และกลุ่มควบคุมแสดงในรูปที่ 1 - 3

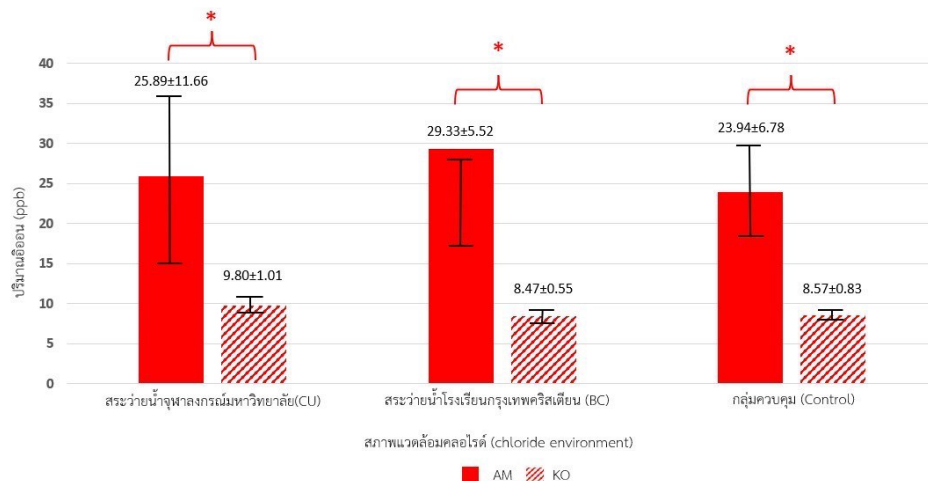
ผลการตรวจหาไอออนโลหะที่เหลือค้างบนผิวแบร็กเกตแบร็กเกต AM พบไอออนเหล็กมากที่สุด รองลงมา คือ ไอออนนิกเกิล และพบไอออนโครเมียมน้อยที่สุด เช่นเดียวกับแบร็กเกต KO ที่พบไอออนเหล็กมากที่สุด รองลงมา คือ ไอออนนิกเกิล แต่ตรวจไม่พบไอออนโครเมียม เนื่องจากมีปริมาณน้อยกว่า 5 ppb ซึ่งเป็นปริมาณน้อยที่สุดที่เครื่อง ICP-OES จะตรวจพบได้ เมื่อนำค่าเฉลี่ยปริมาณไอออนเหล็กและนิกเกิล ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางระหว่างปัจจัยชนิดแบร็กเกต 2 ชนิดและปัจจัยสภาพแวดล้อมคลอไรด์สระว่ายน้ำ 2 สระ และกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยชนิดแบร็กเกตกับปัจจัยสภาพแวดล้อมคลอไรด์สระว่ายน้ำ 2 สระกับกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ กล่าวคือ นักกีฬาที่ว่ายน้ำในสระ 2 สระและกลุ่มควบคุมตรวจพบปริมาณไอออนเหล็กและไอออนนิกเกิลตกค้างบนผิวแบร็กเกตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ แต่นักกีฬาสระว่ายน้ำที่ใช้แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมต่างชนิดกันตรวจพบปริมาณไอออนโลหะตกค้างบนผิวแบร็กเกตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ 0.01 โดยแบร็กเกต AM พบไอออนเหล็ก และไอออนนิกเกิล มากกว่าแบร็กเกต KO ส่วน ไอออน โครเมียมไม่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง เนื่องจากตรวจไม่พบในแบร็กเกต KO



p-values of two-way ANOVA statistical analysis; \* p < 0.01

รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไอออนเหล็กจำแนกตามชนิดแบร็กเกต และสภาพแวดล้อมคลอไรด์

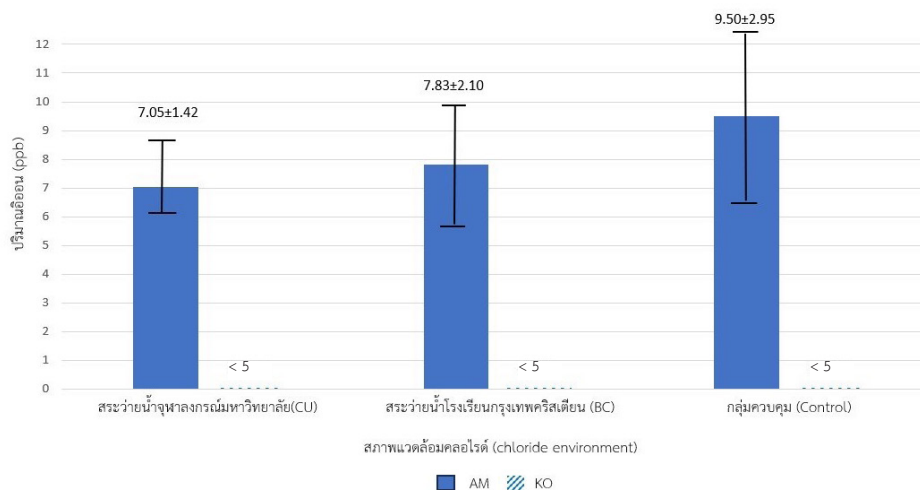
Figure 1 Means and Standard deviation of the amount of iron ion from different brackets types and different chloride environment



p-values of two-way ANOVA statistical analysis; \* p < 0.01

รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไอออนนิกเกิลจำแนกตามชนิดแบร็กเกต และสภาพแวดล้อมคลอไรด์

Figure 2 Means and Standard deviation of the amount of Nickel ion from different brackets types and different chloride environment



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไอออนโครเมียมจำแนกตามชนิดแบร็กเกต และสภาพแวดล้อมคลอไรด์

Figure 3 Means and Standard deviation of the amount of Chromium ion from different brackets types and different chloride environment

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแสดงผลของแบร็กเกตต่างชนิดและสภาพแวดล้อมคลอไรด์ที่มีต่อปริมาณไอออนของเหล็ก และไอออนนิกเกิล

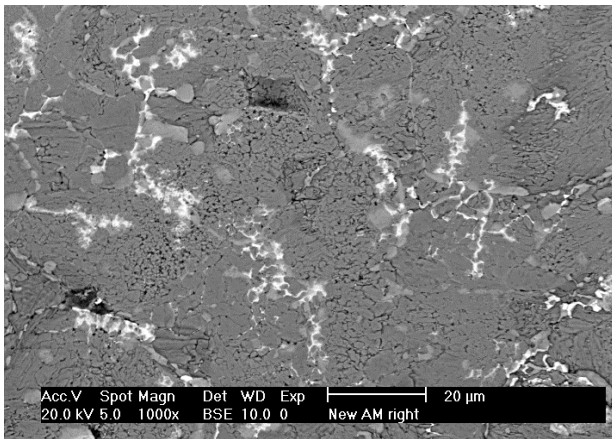
Table 1 Two-way ANOVA analysis demonstrating the effects of different bracket types and different chloride environments on the amount of irons and nickel ions.

Source of variation	df	Ms	F ratio	P value
<b>Iron</b>				
Bracket type	1	56554.70	117.31	.00*
Chloride Environment	2	386.64	0.80	.46
Interaction	2	561.33	1.16	.32
Error	36	482.11		
<b>Nickel</b>				
Bracket type	1	3193.61	89.40	.00*
Chloride Environment	2	24.79	0.69	.51
Interaction	2	31.12	0.87	.43
Error	36	34.72		

p-values of two-way ANOVA statistical analysis; \* p < 0.01



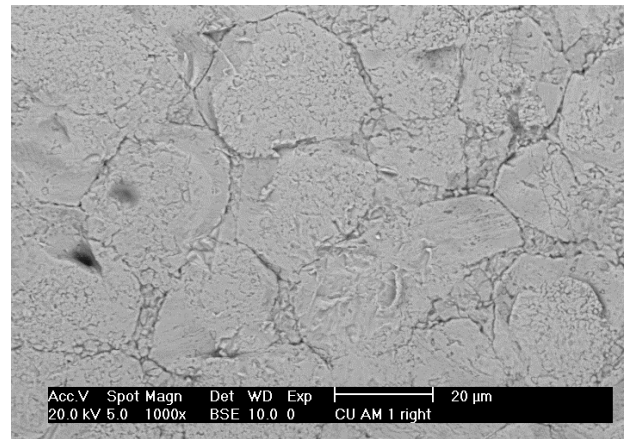
จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแบร์ริกเกต AM ที่ไม่ผ่านการใช้งานมีลักษณะเป็นโครงสร้างเกรนโลหะขนาดใหญ่ มีการเรียงตัวของอะตอมโลหะภายในเกรนไม่สม่ำเสมอ และพบเส้นสีขาวบริเวณขอบเกรนโลหะที่บ่งบอกว่าโลหะบริเวณดังกล่าวมีเลเซอร์ตอมแตกต่างจากโลหะที่อยู่ในเกรนโลหะ (รูปที่ 4) ส่วนแบร์ริกเกต AM ที่ผ่านการใช้งาน จากสระว่ายน้ำน้ำ 2 สระและกลุ่มควบคุมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือพบเกรนโลหะขนาดใหญ่ที่มีการเรียงตัวของอะตอมโลหะภายในเกรนโลหะสม่ำเสมอ พบเส้นสีดำ



รูปที่ 4 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแบร์ริกเกต ชนิด AM ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน (กำลังขยาย 1000 เท่า)

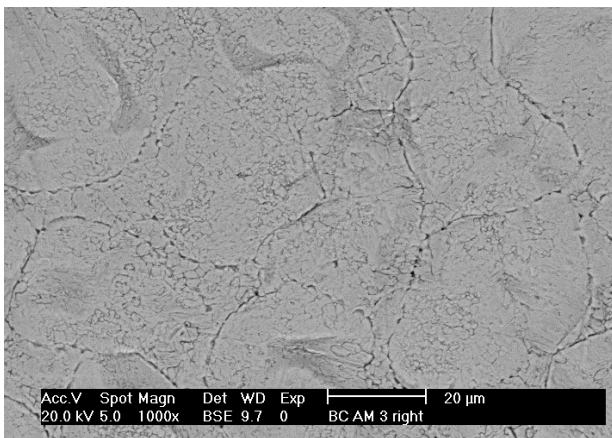
Figure 4 SEM image at the slot area of a new AM bracket (x1000)

บริเวณขอบเกรนโลหะ (รูปที่ 5 - 7) ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของแบร์ริกเกต KO ที่ไม่ผ่านการใช้งาน พบเนื้อโลหะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) ไม่พบโครงสร้างเกรนโลหะแต่พบมีหลุม (pit) ร่อง (fissure) บนผิวโลหะที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตแบร์ริกเกต (รูปที่ 8) ส่วนแบร์ริกเกต KO ที่ผ่านการใช้งานจากสระว่ายน้ำน้ำ 2 สระ และกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบกับแบร์ริกเกตที่ยังไม่ผ่านการใช้งานพบเพียงความแตกต่างของการสีกบริเวณร่องแบร์ริกเกต (รูปที่ 9 - 11)



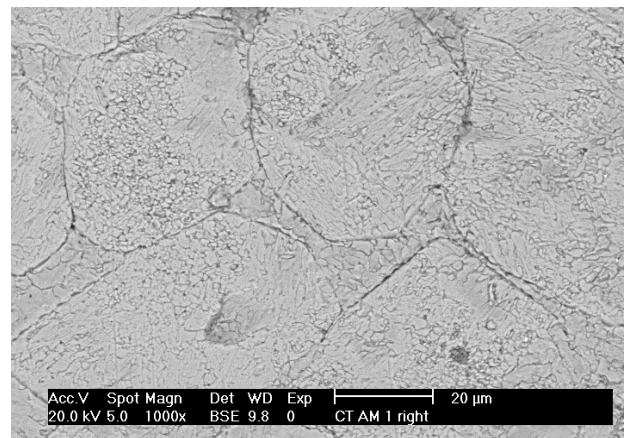
รูปที่ 5 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแบร์ริกเกต ชนิด AM จากกลุ่มตัวอย่าง สระว่ายน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU) (กำลังขยาย 1000 เท่า)

Figure 5 SEM image at the slot area of an AM bracket from CU swimming pool (x1000)



รูปที่ 6 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแบร์ริกเกต ชนิด AM จากกลุ่มตัวอย่าง สระว่ายน้ำโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน (BC) (กำลังขยาย 1000 เท่า)

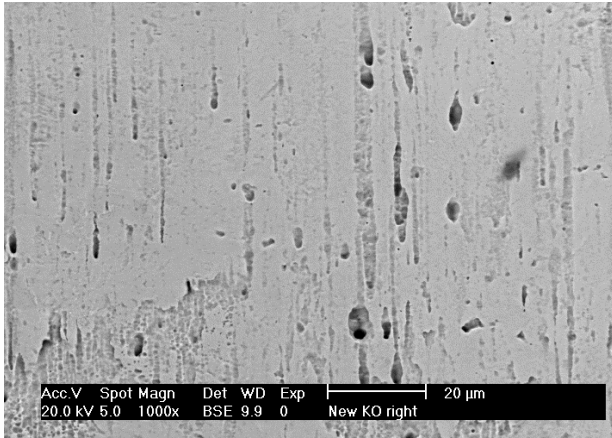
Figure 6 SEM image at the slot area of an AM bracket from BC swimming pool (x1000)



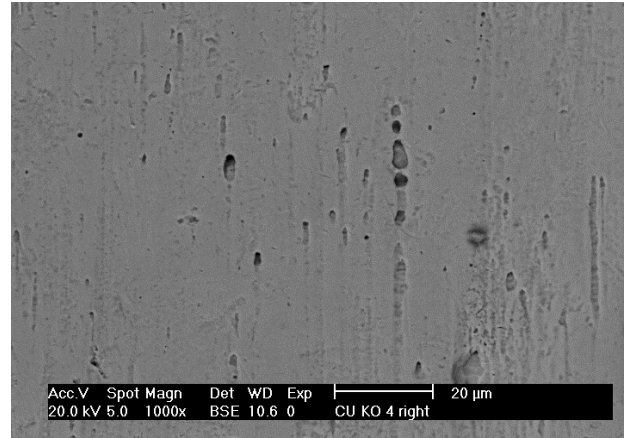
รูปที่ 7 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแบร์ริกเกต ชนิด AM จากกลุ่มควบคุม (กำลังขยาย 1000 เท่า)

Figure 7 SEM image at the slot area of an AM bracket from control group (x1000)

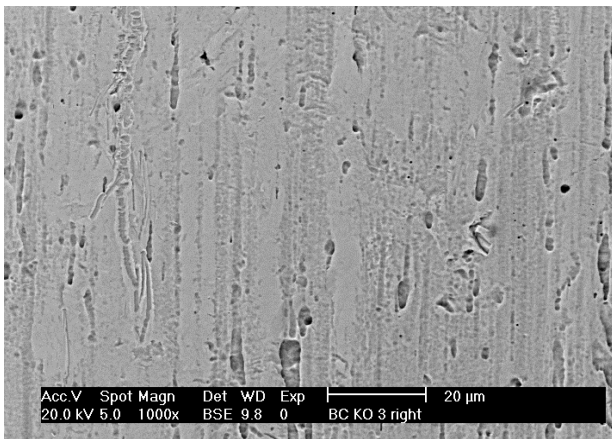




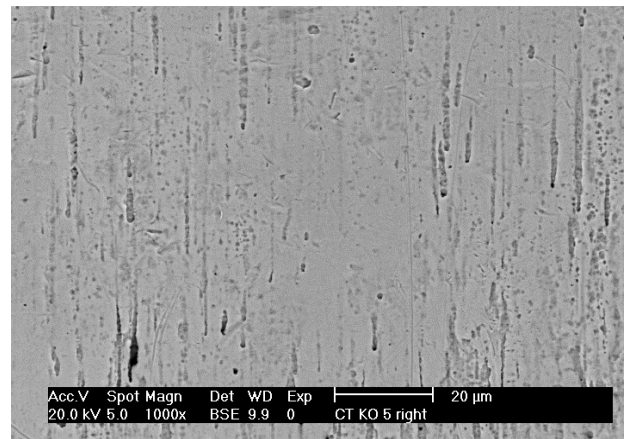
รูปที่ 8 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแปรรีเกตชนิด KO ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน (กำลังขยาย 1000 เท่า)  
Figure 8 SEM image at the slot area of a new KO bracket (×1000)



รูปที่ 9 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแปรรีเกตชนิด KO จากกลุ่มตัวอย่าง สระว่ายน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU) (กำลังขยาย 1000 เท่า)  
Figure 9 SEM image at the slot area of a KO bracket from CU swimming pool (×1000)



รูปที่ 10 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแปรรีเกตชนิด KO จากกลุ่มตัวอย่าง สระว่ายน้ำโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน (BC) (กำลังขยาย 1000 เท่า)  
Figure 10 SEM image at the slot area of a KO bracket from BC swimming pool (×1000)



รูปที่ 11 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณพื้นผิวร่องแปรรีเกตชนิด KO จากกลุ่มควบคุม (กำลังขยาย 1000 เท่า)  
Figure 11 SEM image at the slot area of a KO bracket from control group (×1000)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโลหะของแปรรีเกตที่ไม่ผ่านการใช้งาน 2 ชนิด (ตารางที่ 2) แปรรีเกต KO ประกอบด้วย เหล็ก ร้อยละ 72.47 โดยน้ำหนัก โครเมียมร้อยละ 19.06 โดยน้ำหนัก นิกเกิล ร้อยละ 8.31 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน<sup>4</sup> พบว่า ตรงกับเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่ม Austenitic AISI 304 แปรรีเกตชนิด AM

ประกอบด้วย เหล็กร้อยละ 81.02 โดยน้ำหนัก โครเมียมร้อยละ 11.40 โดยน้ำหนัก นิกเกิลร้อยละ 3.90 โดยน้ำหนัก ทองแดง ร้อยละ 3.68 โดยน้ำหนัก ซึ่งใกล้เคียงกับเหล็กกล้าไร้สนิมในกลุ่ม Precipitate Hardening (PH) กลุ่ม Martensitic ใกล้เคียงกับ grade 17-4 PH และ grade 15-5 PH

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบโลหะ (wt%) ของแปรรีเกตชนิด KO และชนิด AM ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานด้วยเครื่อง EDX  
Table 2 Means and Standard deviation of metal composition (wt%) of new brackets (KO, AM) analyzed by EDX

ชนิดแปรรีเกต	อิตอนโลหะ	โครเมียม (wt%)	เหล็ก (wt%)	นิกเกิล (wt%)	ทองแดง (wt%)
KO (n=8)		19.06±0.32	72.97±1.57	8.31±0.41	-
AM (n=8)		11.41±0.31	81.02±0.85	3.90±0.36	3.68±0.84

## บทวิจารณ์

งานวิจัยฉบับนี้มีข้อจำกัดหลายอย่าง เนื่องจากการวิจัยในมนุษย์และเป็นการศึกษาไปข้างหน้า (prospective study) จึงเป็นข้อจำกัดในการหากลุ่มตัวอย่าง ทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีกลุ่มตัวอย่างเพียงสละ 14 คน และเมื่อแบ่งกลุ่มเพื่อติดแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชนิดทำให้เหลือกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มละ 7 คน ส่วนการเลือกตรวจหาปริมาณออลิโธเซ ได้ทำการส่งตรวจหาออลิโธเซซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าไร้สนิมเพียง 3 ชนิด คือ เหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) นิกเกิล (Ni) และสุม์เลือกใช้แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมสองชนิดจากสองบริษัทที่นิยมใช้ในการรักษาผู้ป่วย โดยแทนชื่อทางการค้าของแบร็กเกตทั้งสองชนิดคือ AM, KO แทนชื่อทางการค้าของแบร็กเกตแต่ละชนิด ด้วยเหตุผลเพื่อป้องกันการละเมิดทางกฎหมาย เช่นเดียวกับงานวิจัยก่อนนี้<sup>18,20</sup>

ในทางโลหะวิทยาการวัดอัตราการกัดกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดน้ำหนักที่สูญเสียไปต่อพื้นที่หรือต่อช่วงเวลา การวัดความลึกของหลุมโดยใช้แคลิเปอร์ (caliper) หรือใช้กล้องจุลทรรศน์ประเมินขนาดหลุม การวัดลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนไปด้วยตาเปล่า หรือด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด การวัดคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปของสารที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อน หรือใช้วิธีการไฟฟ้า เพื่อวัดความต้านทานการกัดกร่อนของโลหะโดยวิเคราะห์ศักย์ไฟฟ้าเคมีแบบพลวัต<sup>30</sup> แต่การที่ผู้วิจัยเลือกใช้ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวของแบร็กเกตก่อนและหลังใช้งานในแบร็กเกตชนิดเดียวกันและเปรียบเทียบระหว่างแบร็กเกตต่างชนิด ร่วมกับการเปรียบเทียบปริมาณออลิโธเซที่ตกค้างบนผิวแบร็กเกตต่างชนิด เนื่องจากแบร็กเกตมีรูปร่างที่ซับซ้อนและแบร็กเกตต่างชนิดมีขนาดพื้นผิวแตกต่างกันและเนื่องจากมีรายงานการพบออกไซด์โลหะจากการกัดกร่อนตกค้างบนผิวแบร็กเกตที่ผ่านการใช้งาน<sup>2</sup> การใช้ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับปริมาณออลิโธเซที่ตรวจพบเพื่ออธิบายการกัดกร่อนของแบร็กเกตสอดคล้องกับการศึกษาการกัดกร่อนของแบร็กเกตที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ<sup>22</sup> ปริมาณออลิโธเซที่ตรวจพบบอกถึงออลิโธเซที่ตกค้างบนผิวแบร็กเกต อันเป็นผลรวมจากการกัดกร่อนของแบร็กเกตในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงผลจากคลอไรด์จากสระเวย์น้ำที่เป็นสภาพแวดล้อมเดียวที่กลุ่มควบคุมไม่ได้รับ

ในการศึกษาครั้งนี้ วิธีการนำออลิโธเซออกจากผิวแบร็กเกตจะทำโดยการประยุกต์วิธีการของ Ehsan<sup>29</sup> โดยการใช้ดีทีเอ เพื่อใช้เป็นสารคีเลต (Chelating agent) กับออลิโธเซร่วมกับวิธีทำความสะอาดแบร็กเกตของบริษัท ORTHO-CYCLE<sup>31</sup> ที่ใช้เครื่องสั่นสะเทือนความถี่สูง ของเหลวที่เกิดจากขั้นตอนดังกล่าว จะถูกส่งไปยังห้อง

ปฏิบัติการเพื่อตรวจหาปริมาณออลิโธเซด้วยเครื่อง ICP-OES โดยวิธีการวัดการดูดกลืนแสงอะตอม เมื่อนำปริมาณออลิโธเซที่ตรวจพบไปวิเคราะห์สถิติพบว่าแบร็กเกตต่างชนิดในแต่ละสละ พบออลิโธเซเล็กน้อยนิกเกิล ตกค้างบนผิวแบร็กเกตในปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สถิติระดับ 0.01 โดยแบร็กเกต AM พบออลิโธเซและนิกเกิลมากกว่าแบร็กเกต KO การพบปริมาณออลิโธเซในแบร็กเกต AM มากกว่าในแบร็กเกต KO สอดคล้องกับภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของแบร็กเกต AM หลังการใช้งาน 1 ปี ที่พบการกัดกร่อนตามขอบเกรน (Intergranular corrosion)<sup>32</sup> แต่ในแบร็กเกต KO ที่ผ่านและไม่ผ่านการใช้งานพบเพียงความแตกต่างของการสึกกร่อนของแบร็กเกต ผลวิเคราะห์องค์ประกอบโลหะของแบร็กเกตด้วยเครื่อง EDX นำมาใช้อธิบายผลวิจัยข้างต้นว่า เนื่องจากแบร็กเกต KO มีองค์ประกอบที่ตรงกับเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 แต่แบร็กเกต AM จัดอยู่ในกลุ่มเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มเพิ่มความแข็งโดยการตกตะกอน (Precipitate Hardening (PH)) เพราะมีองค์ประกอบ นิกเกิลร้อยละ 3.90 โดยน้ำหนัก และทองแดงร้อยละ 3.68 โดยน้ำหนัก และแม้เหล็กกล้าไร้สนิม 17- 4 PH จะมีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนใกล้เคียงเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304<sup>1,4,10</sup> แต่แบร็กเกต AM มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบเพียง 11.40 wt% ขณะที่เหล็กกล้าไร้สนิม 17-4 PH มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบร้อยละ 15-17.5 โดยน้ำหนัก และเหล็กกล้าไร้สนิม 15-5 PH มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบร้อยละ 14.0-15.5 โดยน้ำหนัก ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าแบร็กเกต AM ผิดจากเหล็กกล้าไร้สนิม PH กลุ่มใด โครเมียมร้อยละ 11.40 โดยน้ำหนัก ในแบร็กเกต AM แม้เพียงพอจะทำให้เกิดพาสซีฟฟิล์มและต้านทานการกัดกร่อนได้ แต่ในสภาพช่องปากที่แบร็กเกตต้องสัมผัสสื่อน้ำลายที่มีคลอไรด์แบร็กเกต AM จึงอาจเกิดการกัดกร่อนมากกว่าแบร็กเกต KO ที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบร้อยละ 19.06 โดยน้ำหนัก ทำให้ตรวจพบออลิโธเซตกค้างบนผิวแบร็กเกต AM สูงกว่าแบร็กเกต KO

ผลการวิจัยที่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณออลิโธเซในแบร็กเกตชนิดเดียวกันจาก 2 สละ และจากกลุ่มควบคุม ทำให้อาจสรุปได้ว่าคลอไรด์จากสระเวย์น้ำที่มีการควบคุมมาตรฐานไม่มีผลทำให้พบออลิโธเซบนผิวแบร็กเกตมากกว่าปกติ นักกีฬาวัยน้ำจึงมีความมั่นใจว่าการรับการรักษาทันตกรรมจัดฟันด้วยแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมมีความปลอดภัย

สิ่งที่ยืนยันว่าแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมเกิดการกัดกร่อนในช่องปากจริง พบในการศึกษาในมนุษย์ก่อนหน้านี้จากการตรวจน้ำลายผู้ป่วยจัดฟันก่อนและหลังติดแบร็กเกต ผลพบว่ามีออลิโธเซออลิโธเซโครเมียม ออลิโธเซนิกเกิลปริมาณสูงสุดทันทีที่ติดแบร็กเกต และ

ในสัปดาห์ที่ 3 พบมีปริมาณเท่ากับก่อนติดแบร็กเกต<sup>13</sup> แต่ในการศึกษาที่มีการเคี้ยวพาราฟินก่อนเก็บน้ำลายพบว่า มีทั้งไม่พบความแตกต่าง<sup>14</sup> และที่พบความแตกต่าง<sup>33</sup> ของปริมาณอออนนิคเกิล และอออนโครเมียม ก่อนและหลังติดแบร็กเกต โดยพบสูงสุดที่สัปดาห์แรกหลังติดแบร็กเกต ส่วนการศึกษาที่ตรวจทั้งน้ำลายและเลือดพบปริมาณอออนนิคเกิล อออนโครเมียมสูงสุดหลังติดเครื่องมือ 1 สัปดาห์<sup>16</sup> แต่มีการศึกษาที่ไม่พบความแตกต่างอออนนิคเกิลในเลือดก่อนและหลังติดเครื่องมือ<sup>15</sup> จากผลการศึกษาที่ผ่านมาดังกล่าว อาจจะประเมินได้ว่ามีการปล่อยอออนโลหะปริมาณสูงออกมาทันทีที่ติดแบร็กเกตในช่องปาก จากนั้นการกักตรอนยังคงดำเนินต่อไปและปลดปล่อยอออนโลหะออกมาอย่างต่อเนื่องแต่เป็นปริมาณน้อย<sup>20</sup> จากการศึกษาครั้งนี้ พบอออนโลหะปริมาณน้อยเนื่องจากการตรวจแบร็กเกตเพียง 4 ชิ้น จากแต่ละตัวอย่างในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น และเหตุผลที่ใช้แบร็กเกตฟันหน้าล่างเพราะมีขนาดและพื้นที่ผิวแบร็กเกตเท่ากันทั้ง 4 ซี่ หากจะหาค่าเฉลี่ยปริมาณอออนโลหะต่อแบร็กเกตก็จะสามารถทำได้

การตรวจพบอออนโลหะปริมาณน้อย อาจเกิดจากปัจจัยวิธีการสกัดอออนโลหะด้วยวิธี Ehsan<sup>29</sup> โดยหากเพิ่มเวลาในการสันตะเอนหรือเปลี่ยนจากอิตีทีเอ เป็นสารตัวอื่น อาจทำให้ตรวจพบอออนโลหะได้มากขึ้น และข้อด้อยของงานวิจัยฉบับนี้คือไม่ได้มีการตรวจวัดปริมาณอออนโลหะบนผิวแบร็กเกตที่ยังไม่ผ่านการใช้งานเพื่อนำมาเป็นค่าอ้างอิงเปรียบเทียบกับปริมาณที่พบเมื่อผ่านการใช้งาน 1 ปี นอกจากนี้อาจมีข้อกังวลว่าอออนโลหะที่ตรวจพบอาจเกิดจากการเสียดสีของลวดจัดฟันกับแบร็กเกตหรืออาจเกิดขณะใช้เครื่องมือถอดแบร็กเกตออกจากผิวฟัน โดยขั้นตอนการเสียดสีอาจก่อให้เกิดผงโลหะ (metal powder) แต่มีได้เป็นอออนโลหะ (metal ion) ซึ่งสารอิตีทีเอ จะคีเลตกับอออนโลหะเท่านั้น ผงโลหะที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนดังกล่าวจึงไม่ส่งผลต่อปริมาณอออนโลหะที่ตรวจพบ

แม้ปริมาณอออนนิคเกิลที่ตรวจพบในการศึกษาที่ผ่านมาและการศึกษาครั้งนี้ จะมีปริมาณน้อย แต่จากรายงานภาวะไวเกินต่อนิคเกิลในผู้ป่วยจัดฟัน<sup>34-36</sup> และรายงานผู้ป่วยที่เคยเจาะหูหรือเจาะร่างกายมีโอกาสดังกล่าวไวเกินต่อนิคเกิลภายหลังติดแบร็กเกตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยเจาะมาก่อน<sup>37</sup> อาการที่ปรากฏอาจเป็นเหงือกอักเสบ (gingivitis) ภาวะเหงือกออกเกิน (gingival hyperplasia) ริมฝีปากลอก (lip desquamation) ผื่นแดงอักเสบ (multiform erythema) ปวดแสบปวดร้อน (burning sensation) รสโลหะในปาก (metallic taste) แผลเปื่อยที่มุมปาก (angular cheilitis) ปริทันต์อักเสบ (periodontitis)<sup>35,36,38,39</sup> นอกจากนี้อออนนิคเกิลปริมาณต่ำ ๆ ที่ปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องยังส่งผลให้เกิดเหงือกโตเกินปกติ (gingival overgrowth) เนื่องจากไปกระตุ้นให้เพิ่มการ

บ่งเซลล์เยื่อผิว (epithelium cell)<sup>40</sup> ทันตแพทย์อาจต้องคำนึงถึงชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้ผลิตแบร็กเกต โดยเลือกชนิดที่มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงเช่นเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 316 หรือ 316L1 หรือชนิดที่ไม่มีนิคเกิลเป็นองค์ประกอบในการรักษาผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้ นิกเกิล

องค์การอาหารและยา แห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration 2019 (FDA)) กำหนดให้แบร็กเกตโลหะเป็นอุปกรณ์การแพทย์ CL I (general control) หมายถึงมีความเสี่ยงและอันตรายต่ำ<sup>41</sup> ซึ่งมีความหมายว่าเป็นเครื่องมือที่ต้องการการกำกับดูแลน้อยที่สุด แต่ตามหลักเกณฑ์การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ตามความเสี่ยง สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข 2561 ได้จัด ลวดจัดฟัน เป็นเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 2 ในหลักเกณฑ์ มุ่งหมายให้ใช้งานระยะยาวในช่องปากจนถึงช่องคอ ช่องหูจนถึงแก้วหู หรือช่องจมูก และไม่มีแนวโน้มต่อการถูกดูดซึมโดยเยื่อผิวที่มีลักษณะเป็นเมือก<sup>42</sup> แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมได้ถูกจัดให้เป็นเครื่องมือแพทย์กลุ่มนี้เช่นกัน ดังนั้นเมื่ออ้างตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับลงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2564 ผู้ที่จะนำแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องแจ้งรายละเอียด<sup>43</sup> และต้องเป็นผู้ที่จดทะเบียนสถานประกอบการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ โดยผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และจะต้องได้รับการออกหนังสือรับรองการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ ตามพระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์<sup>44</sup> ก่อนจึงจะนำแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมนั้นมาวางจำหน่ายแก่ทันตแพทย์จัดฟันได้

แต่โดยทั่วไปผู้ผลิตและผู้จำหน่ายแบร็กเกตมักจะไม่แจ้งว่าแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมที่จำหน่าย ผลิตด้วยวิธีใด และผลิตจากโลหะที่มีองค์ประกอบอย่างไร ยกเว้นทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจะสอบถามและอาจมีผู้จำหน่ายบางรายเลือกที่จะนำแบร็กเกตที่มีคุณภาพน้อยมาจำหน่าย ทันตแพทย์จัดฟันจึงต้องตระหนักว่าแบร็กเกตทุกชิ้นเกิดการกัดกร่อนได้ในช่องปาก<sup>1</sup> ดังนั้นก่อนตัดสินใจเลือกซื้อแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมรวมถึงอุปกรณ์จัดฟันอื่นที่ใช้งานในช่องปากผู้ป่วย ทันตแพทย์จัดฟันสามารถสอบถามผู้จำหน่ายเพื่อขอดูใบรับรองการนำเข้าอุปกรณ์ที่ตนเองสนใจ พร้อมสอบถามถึงวิธีการผลิตชนิดโลหะที่ใช้ผลิตจากผู้จำหน่ายก่อนตัดสินใจเลือกใช้แบร็กเกตเพื่อให้การรักษาผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยจัดฟันจะได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือจัดฟันที่ดีมีคุณภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด

เนื่องจากในการศึกษานี้ เป็นการศึกษาในสรีระวัยน้ำที่มีการควบคุมมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณคลอไรด์เป็นอย่างดี ผลการศึกษาจึงไม่ครอบคลุมถึงสรีระวัยน้ำอื่นหรือสรีระวัยน้ำที่ไม่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานที่สำนักงานนัยกำหนด



ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจเป็นการศึกษาในสระว่ายน้ำของภาคเอกชน หรือเป็นการศึกษาในสระน้ำเกลือ (Salt Water Sanitation System) ซึ่งมีการใช้เกลือธรรมชาติละลายลงไป และมีคลอรีนเกิดขึ้นระหว่างระบบทำงานหรือศึกษาในสระโอโซน (Ozone Pool System) เนื่องจากมีการใช้คลอรีนร่วมในการฆ่าเชื้อ และแนวทางใหม่ในการศึกษาการกัดกร่อนของแบร็กเกตในมนุษย์อาจเป็นการวัดปริมาณไอออนโลหะในน้ำเหลืองเหงือก (gingival crevicular fluid)<sup>45</sup> ของผู้ป่วยจัดฟันเพื่อเปรียบเทียบการกัดกร่อนของแบร็กเกตต่างชนิดหรือในช่วงเวลารักษาที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ควรศึกษาว่าวิธีการผลิตแบร็กเกตที่แตกต่างกันมีผลต่อการกัดกร่อนของแบร็กเกตอย่างไร และควรนำแบร็กเกตทั้งหมดในช่องปากจำนวน 20 ชิ้นมาตรวจเพื่อหาปริมาณไอออนโลหะที่ถูกกัดกร่อนจากการใช้งานจริง เพื่อให้ทราบว่าปริมาณทั้งหมดนั้นจะมีผลต่อสุขภาพหรือไม่

### บทสรุป

แบร็กเกต AM พบไอออนโลหะเหลือค้างบนพื้นผิวแบร็กเกตมากกว่าแบร็กเกต KO และสภาพแวดล้อมคลอรีนจากสระว่ายน้ำไม่มีผลทำให้เกิดไอออนโลหะเหลือค้างบนแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมมากกว่าปกติ

### เอกสารอ้างอิง

1. Khan H. Orthodontic Brackets Selection, Placement and Debonding. North Charleston: Create Space Independent Publishing Platform; 2015.
2. Maijer R, Smith DC. Corrosion of orthodontic bracket bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1982;81(1):43-8.
3. Arici S, Regan D. Alternatives to ceramic brackets: the tensile bond strengths of two aesthetic brackets compared ex vivo with stainless steel foil-mesh bracket bases. *Br J Orthod* 1997;24(2):133-7.
4. Lai JKL. Designing with Stainless Steel; In: Totten GE, Xie L, Funatani K, editors. Handbook of Mechanical Alloy Design. New York : Marcel Dekker; 2004 .P. 355-91.
5. Matasa CG. Biomaterials in Orthodontics; In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. editors. Orthodontics: Current Principles and Techniques. 4 th ed. St Louis : Mosby; 2005. P.345-89.
6. Baroux B, Béranger G, Lemaitre G. Passivity and passivity breakdown in stainless steels; In: Lacombe P, Baroux B, Beranger G. editors. Stainless steels. France: Les Editions de Physique Les Ulis; 1993 .P. 161-82.
7. Barrette RD, Bishara SB, Quinn JK. Biodegradation of orthodontic appliances Part I. Biodegradation of nickel and chromium in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(1):8-14.

8. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Maffia E, Massironi S, Scribante A, Alberti G, et al. Chromium release from new stainless steel, recycled and Nickel-Free orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2009;79(2):361-7.
9. Grimsdottir MR, Gjerdet NR, Pettersen AH. Composition and *In vitro* corrosion of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101(6):525-32.
10. Oh KT, Choo SU, Kim KM, Kim KN. A stainless-steel bracket for orthodontic application. *Eur J Orthod* 2005;27(3):237-44.
11. Lin MC, Lin SC, Lee TH, Huang HH. Surface analysis and corrosion resistance of different stainless steel bracket in artificial saliva. *Angle Orthod* 2006;76(2):322-9.
12. Platt JA, Guzman A, Zuccari A, Thornbury DW, Rhodes BF, Oshida Y, Moore BK. Corrosion behavior of 2205 duplex stainless steel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112(1):69-79.
13. Gjerdet NR, Erichsen ES, Remlo HE, Evjen G. Nickel and iron in saliva of patients with fixed orthodontic appliances. *Acta Odontol Scand* 1991;49(2):73-8.
14. Kerosuo H, Moe G, Hensten-Pettersen A. Salivary nickel and chromium in subjects with different types of fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(6):595-8.
15. Bishara SE, Barrette RD, Selim MI. Biodegradation of Orthodontic appliances. Part II. Changes in the blood level of nickel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(2):115-9.
16. Agaoglu G, Arun T, Izgn B, Yarat A. Nickel and Chromium levels in the saliva and serum of patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod* 2001;71(5):375-9.
17. Eliades T, Zinelis S, Eliades G, Athanasiou AE. Characterization of As-received, Retrieved and Recycled Stainless Steel Brackets. *J Orofac Orthop* 2003;64(2):80-7.
18. Wishney M, Mahadevan S, Cornwell JA, Savage T, Proschogo N, Darendeliler MA, Zoellner H. Toxicity of Orthodontic Brackets Examined by Single Cell Tracking. *Toxics* 2022;10(8):460.
19. Fro/is A, Evaristo M, Santos AC, Louro CS. Salivary pH Effect on Orthodontic Appliances: *In Vitro* Study of the SS/DLC System. *Coatings* 2021;11(11):1302.
20. Neculescu DA, Antoniac I, Milea C, Ciurdas M. Structural analysis and corrosion resistance of dental brackets. *U.P.B.sci.Bull., Series B* 2021;83(2):283-90.
21. Khadeer R, Salim S, Kenneth FHT, Lakshmikanth SM, Shendre S, Raghunandan C. Comparative evaluation of ion release from orthodontic brackets in two mouthwashes and two gels: an *in vitro* study. *Int J Appl Dent* 2021;7(2):36-44.
22. Yanisarapan T, Thunyakitpisal P, Chantarawaratit P. Corrosion of metal orthodontic brackets and archwires caused by fluoride-containing products: Cytotoxicity, metal ion release and surface roughness. *Orthod Waves* 2018;77(2):79-89.

23. Doomen RA, Nedeljkovic I, Kuitert RB, Kleverlaan CJ, Aydin B. Corrosion of orthodontic brackets: qualitative and quantitative surface analysis. *Angle Orthod* 2022;92(5):661-8.
24. Limsintaropas W, Leelasithorn S, Ungchusuk C. Dental Erosion among Swimming Athletes in Phitsanulok Province. *J Dent Assoc Thai* 1995;45(2):98-104.
25. Thaweboon B, Kritpet T, Waranun B, Thaweboon S. Prevalence of Enamel Erosion in Thai Swimmers and The Related Factors. *J Dent Assoc Thai* 1998;48(3):138-42.
26. Ungchusak C, Mongkolchai-arunya S, Rattananungsima K. Risk Factors of Dental Erosion in Swimmers. *J Dent Assoc Thai* 1999; 49(2):113-9.
27. Manopatanakul S, Piboonniyom Khovidhunkit S, Chaikanjakij W. The study of factors affecting pH of public swimming pools water in Bangkok. *Mahidol Dental J* 2006;26:89-96.
28. World Health Organization (WHO), Guidelines for safe recreational water environments: swimming pools and similar environments 2006; 2: P 1-114.
29. Ehsan S, Prasher SO, Marshall WD. A washing procedure to mobilize mixed contaminants from soil.II.Heavy metals. *J Environ Qual* 2006;35(6):2084-91.
30. Toms AP. The corrosion of orthodontic wire. *Eur J Orthod* 1988; 10(2):87-97.
31. Ortho-cycle, Product Information Materials, Ortho-Cycle Company,1231 Ross Ave.,St Louise, Mo.63146,June,1984.
32. Matasa C, Characterization of used orthodontic brackets; In: Eliades G, Eliades T, Brantley WA, Watts DC, editors. Dental Materials *In Vivo*: Aging and Related Phenomena. Hong Kong: Quintessence Publishing; 2003.P.139-154.
33. Singh DP, Sehgal V, Pradham KL, Chandna A, Gupta. Estimation of nickel and chromium in saliva of patients with fixed orthodontic appliances. *World J Orthod* 2008;9(3):196-202.
34. Dunlap CL, Vincent SK, Barker BF. Allergic reaction to orthodontic wire: report of case. *J Am Dent Assoc* 1989;118(4):449-50.
35. Lindsten R, Kurol J. Orthodontic appliances in relation to nickel hypersensitivity: a review. *J Orofac Orthop* 1997;58(2):100-8.
36. Starkjaer L, Menne T. Nickel allergy and orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1990;12(3):284-9.
37. Golz L, Papageorgiou SN, Jager A. Nickel hypersensitivity and orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Contact Dermatitis* 2015;73(1):1-14.
38. Janson GR, Dainesi EA, Consolaro A, Woodside DG, Freitas MR. Nickel hypersensitivity reaction before, during and after orthodontic therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(6):655-60.
39. Lamster IB, Kalfus DI, Steigerwald PJ, Chasens AI. Rapid loss of alveolar bone association with nonprecious alloy crowns in two patients with nickel hypersensitivity. *J Periodontol* 1987;58(7):486-92.
40. Gursoy UK, Sokucu O, Uitto VJ, Aydin A, Demier S, Toker H, *et al*. The role of nickel accumulation and epithelial cell proliferation in orthodontic treatment-induced gingival overgrowth. *Eur J Orthod* 2007;29(6):555-8.
41. Sec.872.5410 Orthodontic appliance and accessories, in code of Federal Regulations Title 21 Chapter I. Food and Drug Administration Department of Health and Human Services. Subchapter. Medical Devices. Part 872 Dental Devices April 1, 2019.
42. Guidance on Risk Classification of Medical Device, Medical Device Control Division, Food and Drug Administration, Ministry of Public Health, March 2018.Bangkok: Aksorn Graphic and Design Publication Limited Partnership;2018. P. 1-64.
43. Ministerial Notification: Title: A Group of Medical Devices or Medical Devices Requiring Certificate of Manufactured or Imported Notified Medical Device (No2) ;2021(138), Special part No 35 Ngor, Government Gazette;2021 Feb 15 .P. 61-8.
44. Medical Device Act (No2) ;2019(136), Part 56 Kor, Government Gazette,2019 Apr 30: P 126-211.
45. Amini F, Shariati M, Sobouti F, Rakhshan V. Effect of fixed orthodontic treatment on nickel and chromium levels in gingival crevicular fluid as a novel systemic biomarker of trace elements: A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149(5):666-72.

ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า	ชื่อ	เล่ม/เลขหน้า
<b>จ</b>		<b>ร</b>	
จรงรัก นาคสีสุก	3/177	รังสินี เตชวิฑูรวงศ์	2/104
<b>ท</b>		<b>ว</b>	
ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย	2/92 , 4/232	วรางคณา เวชวิธี	3/199
ในพระบรมราชูปถัมภ์		วาลี ชูคดี	3/190
ทรงชัย ฐิตโสมกุล	3/199 , 3/212	<b>ส</b>	
<b>น</b>		สุกัญญา เขียววิวัฒน์	3/199 , 3/212
นพปฎล จันทรผ่องแสง	4/269	สุธาสินี สงวนเชื้อ	3/212
นิลุบล ปานะบุตร	2/113	เสมอจิต พิธพรชัยกุล	2/104 , 2/113 , 3/190
<b>บ</b>		<b>อ</b>	
บริบูรณ์ คูตระกูล	3/177	อังคณา เขียวมนตรี	2/104
<b>ป</b>		อัจฉรา วัฒนาภา	2/113
ปิยะดา ประเสริฐสม	3/199	อุษณีย์ ศานพวงศ์	3/199
ปิ่นปิ่นทร์ วนิชย์สายทอง	3/177		
ปิยะนารถ จาติเกตุ	3/177		



Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
<b>A</b>		<b>O</b>	
Achara Watanapa	1/113	Onanong Silkosessak	1/1
Anchana Panichuttra	1/1	Orakarn Sangkum	2/153
Anuphan Sittichokechaiwut	1/75 , 1/84	Ounruean Meesakul	1/54
Angkana Thearmontree	2/104	<b>P</b>	
Atiphan Pimkhaokham	2/145	Pagaporn Pantuwadee Pisarnturakit	4/250
<b>B</b>		Paipis Sirithammapan	2/123
Bancha Samruajbenjakun	1/21	Passakorn Wasinwasukul	4/278
Bishwa Prakash Bhattarai	1/54	Patcha Chooputtipong	1/21
Boosana Kaboosaya	2/145	Pichsinee Dittaratchaphong	1/29
Boonsiri Issarawan	3/221	Pimphorn Meekhantong	1/45
Borom Tunwatatanapong	2/145	Pimprapa Rerkyen	1/45
Borriboon Kootrakul	3/177	Pinpinut Wanichsaithong	3/177
Boworn Klongnoi	1/54	Piyada Prasertsom	3/199
<b>C</b>		Piyanart Chatiketu	3/177
Chintana Sirichompun	4/250	Ploypailin Manovilas	1/1
Chootima Ratisoontorn	1/1	Pornsuda Norchai	1/84
Chutimon Nanarong	1/29	<b>R</b>	
<b>D</b>		Rachai Juengsomjit	1/54
Donlatham Prommasen	1/37	Rangsini Mahanonda	1/45
<b>J</b>		Rungsinee Techawitoonwong	2/104
Jongrak Naksisuk	3/177	<b>S</b>	
<b>K</b>		Sajee Sattayut	1/66
Kanit Dhanesuan	1/1 , 2/145 , 4/260	Saris Piyasuntorn	4/250
Kiti Siriwatana	4/269	Samerchit Pithpornchaiyakul	2/104 , 2/113 , 3/190
Korapin Mahatumarat	1/12	Sasitharee Nathamtong	1/75
<b>M</b>		Siribang-on Piboonniyom Khovidhunkit	1/54
Mayurach Pipatphatsakorn	1/84	Sirida Arunjarosuk	2/145
<b>N</b>		Sita Thaworanunta	1/29
Nalin Prucktrakul	4/278	Smorntree Viteporn	2/133
Naratorn Prachasartta	4/269	Somchai Yodsanga	1/45
Naluemol Sriprasert	1/29	Somsak Mitirattanakul	1/37
Namrath Chatchaiyan	1/37	Songchai Thitasomakul	3/199 , 3/212
Nilubol Panabith	2/113	Soontra Panmekiate	1/12
Noppadol Sa-Ard-lam	1/45	Sopee Poomsawat	1/54
Nopparat Chutasripanich	1/12	Sunisa Suchitanant	1/54
Noppadon Chanpongsaeng	4/289	Suriyan Thammarat	1/75

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
<b>S</b>		<b>U</b>	
Suthasinee Sa-Nguanchuea	3/212	Udom Thongudomporn	4/278
Sutti Malaivijitnond	3/163	Uraivichaikul Duangjai	3/221
Suttipalin Suwannakul	1/75	Utsanee Sanupong	3/190
Suwatchai Chalearnthongtakul	2/145	<b>V</b>	
Sukanya Tianviwat	3/199 , 3/212	Vorapat Trachoo	4/269
Suwat Tanya	1/66	<b>W</b>	
Suwimol Sapwarobol	4/269	Walee Chukhadee	3/190
<b>T</b>		Warangkana Vejvithee	3/199
Tewarit Somkotra	4/250	Watjakorn Suadee	2/133
The Dental Association of Thailand	2/92 , 4/232	Wattanasirmit Kamolporn	3/221
Thananya Momin	1/29	Wichaya Wisitrasameewong	1/45
Thanatchaporn Permwatanachai	4/260	<b>Y</b>	
Thanpitcha Krisanawong	1/29	Yanee Tantilertanant	2/123
Theeraphat Chanamuangkon	1/45		
Thipok Sombutsirinun	1/66		

การศึกษาไอออนโลหะที่เหลือค้างบนพื้นผิวและลักษณะพื้นผิวแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมที่ผ่านการใช้งานในผู้ป่วยจัดฟันที่เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ

The Study of Surface Remaining Metal Ions and Surface Characteristics of Retrieved Stainless Steel Brackets in Swimming Athletes Undergoing Orthodontic Treatment

นพปฎล จันทรผ่องแสง<sup>1</sup>

Noppadon Chanpongsaeng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>กลุ่มงานทันตกรรม สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>1</sup>Dental Department, Queen Sirikit National Institute of Child Health, Bangkok, Thailand

1. พาสซีฟฟิล์มที่ปกคลุมผิวเหล็กกล้าไร้สนิม เกิดจากองค์ประกอบของ
  - ก. นิกเกิล กับ ออกซิเจน
  - ข. เหล็ก กับ ออกซิเจน
  - ค. โครเมียม กับ ออกซิเจน
  - ง. มังกานีส กับ ออกซิเจน
2. เครื่องมือใด ใช้ตรวจหาปริมาณไอออนโลหะในของเหลว
  - ก. กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
  - ข. เครื่องมือวิเคราะห์ธาตุ ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน
  - ค. เครื่อง ICP – OES
  - ง. เครื่องสั่นสะเทือนความถี่สูง
3. ข้อใด ไม่ใช่ วิธีศึกษาการกัดกร่อนแบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมในมนุษย์
  - ก. ตรวจหาปริมาณไอออนโลหะในน้ำลาย
  - ข. ตรวจหาปริมาณไอออนโลหะในมนุษย์
  - ค. ตรวจลักษณะพื้นผิวแบร็กเกตที่ผ่านการกร่อน
  - ง. ตรวจหาปริมาณไอออนโลหะในสารละลายคลอไรด์
4. ข้อใด ไม่ใช่ อาการภาวะไวเกินต่อนิกเกิล
  - ก. เหนื่อย อักเสบ
  - ข. ริมฝีปากลอก
  - ค. น้ำลายแห้ง
  - ง. ปวดแสบปวดร้อน
5. ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข 2561 แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิม จัดเป็นเครื่องมือแพทย์ประเภทที่เท่าไร
  - ก. 1
  - ข. 2
  - ค. 3
  - ง. 4