

# JDAT



**Journal of The Dental Association of Thailand**

Volume 75 Number 1 January - March 2025

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

ISSN 2730-4280



วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์  
ปีที่ 75 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2568 | e-ISSN 2730-4280

# ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

## THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

### Advisory Board

Asst. Prof. Anonknart	Bhakdinaronk
Dr. Charmary	Reanamporn
Assoc. Prof. Porjai	Ruangstri
Lt. Gen. Nawarut	Soonthornwit
Dr. Werawat	Satayanurug
Assoc. Prof. Wacharaporn	Tasachan
Dr. Anuchar	Jitjaturunt
Dr. Prinya	Pathomkulmai

### Board of Directors 2025 - 2027

President	Assoc. Prof. Dr. Sirvimol	Srisawasdi
President Elect	Dr. Adirek	Sriwatanawongsa
1 <sup>st</sup> Vice-President	Assoc. Prof. Dr. Nirada	Dhanesuan
2 <sup>nd</sup> Vice-President	Asst. Prof. Dr. Sutee	Suksudaj
Treasurer	Assoc. Prof. Poranee	Berananda
Secretary General	Dr. Chavalit	Karnjanaopaswong
Deputy Secretary General and National Liaison Officer	Lt. Col. Thanasak	Thumbuntu
Chairman of the Foreign Affairs Committee	Asst. Prof. Ekachai	Chunhacheevachaloke
Editor	Dr. Ekamon	Mahapoka
Executive Committee	Clinical Prof. Pusadee	Yotnuengnit
	Assist. Prof. Suchit	Poolthong
	Clinical Prof. Dr. Sirichai	Kiattavorncharoen
	Clinical Prof. Dr. Siriruk	Nakornchai
	Asst. Prof. Piriya	Cherdsatirakul
	Dr. Terdsak	Utasri
	Prof. Dr. Thanaphum	Osathanon
	Dr. Thornkanok	Pruksamas
	Asst. Prof. Taksid	Charasseangpaisarn
	Dr. Adisa	Suthirathikul

# วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

## JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

**Advisory Board**      Assoc. Prof. Porjai Ruangsri                      Assist. Prof. Phanomporn Vanichanon  
                                 Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej                      Prof. Dr. Teerasak Damrongrungruang

**Editor**                      Dr. Ekamon Mahapoka

**Associate Editors**      Prof. Dr. Waranun Buajeeb  
                                 Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai  
                                 Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan

### Editorial Board

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

**Editorial Staff**      Pimpanid Laomana  
                                 Anyamanee Kongcheepa

**Manage**                      Assoc. Prof. Poranee Berananda  
                                 Journal published trimonthly. Foreign subscription rate US\$ 200 including postage.  
                                 Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd  
                                 Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

**Address:** 71 Ladprao 95 Wangtonglang, Bangkok 10310, Thailand    E-mail: [jdateditor@thaidental.or.th](mailto:jdateditor@thaidental.or.th)

# วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

## JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

### จดหมายสารา

สวัสดีครับพี่น้องทันตแพทย์ร่วมวิชาชีพทุกท่าน

ในโอกาสวันปีใหม่ 2568 นี้ ผมขอถือโอกาสขอบคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ได้ส่งผลงานมาเพื่อตีพิมพ์ในวิทยาสารฯ ของเราในปีที่ผ่านมา กองบรรณาธิการของเรายินดีรับฟังข้อเสนอแนะ คำติชม และขอภัยต่อความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ จนกว่าผลงานจะสำเร็จออกมาเป็นรูปเล่ม ข้อเสนอแนะของทุกท่านถือเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยพัฒนาวิทยาสารฯ ของเราให้ก้าวหน้าขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง

ผมขอขอบคุณคณาจารย์ผู้ตรวจงานนิพนธ์ทุกท่านที่ได้ช่วยตรวจสอบและปรับปรุงงานนิพนธ์ทุกชิ้นจนวิทยาสารฯ ฉบับนี้มีคุณภาพสมบูรณ์ สามารถเผยแพร่องค์ความรู้ในแวดวงทันตแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังคงบรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดทำวิทยาสารฯ ของเราตั้งแต่เริ่มต้น

ในปีนี้วิทยาสารฯ ของเรายังคงมุ่งมั่นพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และหวังว่ายังคงเป็นประโยชน์ต่อวงการทันตแพทย์และทุกท่านเช่นเดิม ท้ายที่สุดนี้ ขออวยพรให้ทุกท่านประสบแต่ความสุข ความสำเร็จ และสมปรารถนาในทุกด้านตลอดปีใหม่ที่กำลังมาถึงครับ

ขอบคุณและสวัสดิ์  
ทพ.ดร. เอกมน มหาโศคา  
สาราณียกร

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

For high quality coloured figures, please refer to [www.jdat.org](http://www.jdat.org)

## 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.	<p>Number of Cycle to Failure</p> <p>alloy K3 K3XF</p> <p>20°C 37°C</p>	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 Graycale	300 dpi
Combo	Combination of line art and half tone.		tif. of eps.	RGB of Graycale	500-900 dpi

## » Contact Address «

### Editorial Staff of JDAT

The Dental Association of Thailand

71 Ladprao 95, Wangtonglang, Bangkok 10310, Thailand.

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

## » Preparation of the Research Articles «

### 1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

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

telephone and FAX number)

### 2. Abstract

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

### 3. Text

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

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

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

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

- **Results:** Results are presentation of the discovery of experiment or researches. It should be categorized and related to the objectives of the articles. The results can be presented in various forms such as words, tables, graphs of illustrations etc. Avoid repeating the results both untables and in paragraph =. Emphasize inly 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 n "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 Livingstone; 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 Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam; Elsevier; 1996.

### - Conference paper

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

## 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>

**Publication fee for journals:** Free for Black and white printing this article. The price of color printing is extra charged 10,000 bath/article/1,500 copy (vat included).

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

» Updated January, 2024 «

# วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

## JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

### สารบัญ

ปีที่ 75 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2568

### Contents

Volume 75 Number 1 January - March 2025

#### บทวิพากษ์

##### Repairability of Four CAD-CAM Materials

Tanyaporn Treyasorasai

Sirivimol Srisawasdi

##### Push Out Bond Strength of Self-etch Resin Cement in Canal Obturated with Gutta Percha/ bioceramic Sealer

Kunlarut Kongwanich

Suwit Wimonchit

##### Three - Dimensional Temporomandibular Joint and Mandibular Morphology in A Group of Thai Skeletal Class III with and Without Mandibular Asymmetry Using Cone Beam Computed Tomography

Yosaphon Songphum

Sirima Petdachai

Vannaporn Chuenchompoonut

##### ความเที่ยงตรงในการใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ที่สร้างจากการพิมพ์สามมิติ: การศึกษาในมนุษย์

ธนาภรณ์ มหาสุรชัยกุล

สุพาณี บุรณธรรม

##### การบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกสุขภาพเด็กดี และความสัมพันธ์ของ สภาวะฟันผุ การเจริญเติบโต และ พัฒนาการ ในเด็ก 0 - 5 ปี

วรรณพงษ์ ชลนภาสติดิย์

ทรงชัย ฐิตโสเมกุล

สุกัญญา เขียววิวัฒน์

#### Original Article

##### 1 Repairability of Four CAD-CAM Materials

Tanyaporn Treyasorasai

Sirivimol Srisawasdi

##### 12 Push Out Bond Strength of Self-etch Resin Cement in Canal Obturated with Gutta Percha/ bioceramic Sealer

Kunlarut Kongwanich

Suwit Wimonchit

##### 20 Three - Dimensional Temporomandibular Joint and Mandibular Morphology in A Group of Thai Skeletal Class III with and Without Mandibular Asymmetry Using Cone Beam Computed Tomography

Yosaphon Songphum

Sirima Petdachai

Vannaporn Chuenchompoonut

##### 30 Usage accuracy of the Newly Developed 3D-printed Intraoral Surveyor: An *In Vivo* Study

Tanaporn Mahasurachaikul

Supanee Buranadham

##### 40 Oral health Promotion Services in Well Child Clinics and an Association of Dental Caries, Growth and Development in 0 - 5 Years Old Children

Wannapong Chonnasatid

Songchai Thitasomakul

Sukanya Tianviwat

**Front cover image:** adapted from Figure 5 SEM of Vita Enamic® (Original magnification x5000). 5A; After HF, the glassy phase partially dissolved. (see *Treyasorasai and Srisawasdi, page 7 for detail*)

## Repairability of Four CAD-CAM Materials

Tanyaporn Treyasorasai<sup>1</sup> and Sirivimol Srisawasdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program of Esthetic Restorative and Implant Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

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

### Abstract

This study assessed the repairability among four CAD-CAM blocks repaired with different universal adhesives after aging. The CAD-CAM blocks evaluated were Polymer infiltrated ceramic network (Vita Enamic<sup>®</sup>, VE), Zirconium-reinforced lithium silicate ceramic (Vita Suprinity<sup>®</sup>, VS), Feldspathic ceramic (Vitablocs<sup>®</sup> Mark II, VM), and Lithium disilicate ceramic (IPS e.max<sup>®</sup> CAD, IE). Each original block was prepared into 5x5x5 mm dimensions to create 120 specimens. After being subjected to 10,000 cycles of thermocycling to simulate the oral environment conditions equivalent to one year of service, surface pretreatment was carried out by grinding and etching with a 9% hydrofluoric acid (Ultradent Porcelain Etch<sup>®</sup>). Subsequently, specimens were divided into three groups based on adhesive applied: Clearfil<sup>™</sup> Tri-s bond Universal (CUB), Scotchbond Universal Plus<sup>®</sup> (SUP), and Monobond N<sup>®</sup> (MN, control group). Resin composite (Filtek<sup>™</sup> Z350 XT, shade A3.5; 3M ESPE, USA) was then applied in a 2 mm thick-increment. All samples underwent another round of 10,000 cycles of thermocycling. A shear bond strength test (SBS) was performed, and the resulting data were analyzed by two-way ANOVA followed by Games-Howell or Least Significance Difference (LSD) post-hoc analysis ( $P < 0.05$ ). Additionally, failure modes were examined under a stereomicroscope. Two-way ANOVA revealed significant impacts of both types of CAD-CAM blocks ( $P < 0.001$ ), and universal adhesives ( $P < 0.001$ ) on SBS values. Post-hoc analysis indicated that the SUP group exhibited improved repair SBS values compared with control and CUB groups ( $P < 0.05$ ). VE + SUP group demonstrated the highest bond strength. The highest SBS was observed in the VE + CUB group ( $P < 0.05$ ). Additionally, CAD-CAM material bonded with CUB showed significantly lower SBS compared with control groups in IE + CUB ( $P < 0.05$ ). The lowest SBS was found in VM + MN ( $P < 0.05$ ). In conclusion, universal adhesive containing 3-MPTES/APTES revealed superior repair bond strength across four CAD-CAM blocks. Particularly, hybrid ceramic and feldspathic ceramic exhibited favorable characteristics for repair with resin composite materials.

**Keywords:** CAD-CAM blocks, Ceramic surface treatment, Shear bond strength, Silane coupling agents, Universal adhesive

Received date: May 1, 2024 Revised date: May 14, 2024 Accepted date: Aug 2, 2024

Doi: 10.14456/jdat.2025.1

#### Correspondence to:

Tanyaporn Treyasorasai, Program of Esthetic Restorative and Implant Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel: 084-617-7392 Email: tanyaporn.tre@gmail.com

## Introduction

Computer-aided design/computer-aided manufacturing blocks have emerged as favored materials for indirect restoration due to their numerous advantages, less time-consuming with superior esthetic outcomes, and reliable clinical performance.<sup>1</sup> Among these, machinable feldspathic porcelain, such as Vitablocs<sup>®</sup> Mark II by VITA Zahnfabrik, has been renowned for its higher mechanical properties compared to traditional porcelain. Notably, this block comprised fine-grain feldspathic porcelain with particles averaging 4 µm, enhancing microstructure homogeneity and fracture resistance.<sup>2</sup> Similarly, the popularity of glass-ceramics has increased due to their superior mechanical properties in comparison to leucite-glass ceramics.<sup>3</sup> For instance, Lithium disilicate glass-ceramic (Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub>), such as IPS e.max<sup>®</sup> CAD (Ivoclar-Vivadent), was crafted by glass fusion and subsequent grinding into “blue blocks” for CAD-CAM.<sup>4</sup>

Another development in glass-ceramic materials involved the integration of polycrystalline ceramics to reinforce the vitreous matrix. Zirconium-reinforced lithium silicate (ZLS) materials, such as Vita Suprinity<sup>®</sup> (VITA Zahnfabrik), offered pleasing esthetics, good machinability and simple surface finishing due to their glass matrix content.<sup>5</sup> Furthermore, polymer infiltrated ceramic network (PICN) materials have been introduced as a solution to the limitations of resin composite blocks, including their diminished durability and resistance to abrasive wear.<sup>4</sup> Fabrication of PICN materials employed a two-step process. First, a porous pre-sintered ceramic network was treated with a silane coupling agent to enhance bonding. Followed by, a resin-based polymer infiltration, eliminating the need for a high-temperature post-firing step.<sup>6</sup>

Ceramic fracture or chipping has been a common failure in indirect restoration. Systematic reviews have identified ceramic onlay failure causes, including fracture, debonding, caries and other complications.<sup>7</sup> Additionally, ceramic fractures were reported as the most prevalent failure mode across ceramic, composite, and hybrid ceramic.<sup>8</sup> Several studies reported that ceramic chipping or cracking was considered a minor complication, defined as a cohesive

fracture not impairing function.<sup>9,10</sup> Therefore, the ultimate replacement of ceramic restoration was not required since the dentist could either polish or repair it with resin composite.<sup>11,12</sup>

Ensuring the longevity and reliability of resin composite-repaired ceramic restorations presented a significant challenge. It was crucial to ensure the bond durability between dental ceramic and resin composite, achieved through micro-mechanical retention methods such as hydrofluoric treatment and chemical retention via application silane.<sup>13</sup> Studies suggested that a combination of hydrofluoric acid and silane provided optimal bond strength,<sup>14</sup> with various silanes investigated, particularly in two-bottle systems demonstrating prolonged shelf life and enhanced reactivity.<sup>15</sup> The development of universal adhesives represented a significant advancement in dental bonding technology. These adhesives achieved superior performance through a combination of a functional monomer, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP), and a silane coupling agent, all conveniently pre-mixed in a single bottle. However, controversies surrounded the efficacy of this combination, with some studies indicating decreased bond strength with single step application compared to additional silane pretreatment.<sup>16</sup>

Despite the increasing utilization of resin composite for repairing indirect CAD-CAM restorations, there is a lack of definitive recommendations regarding the use of universal adhesives, and a universally accepted repair protocol has not yet been established. Thus, the present study evaluated the reparability among four CAD-CAM blocks repaired using different universal adhesives after aging.

## Materials and methods

### CAD-CAM blocks preparation

For specimen preparation, 120 specimens, each measuring 5x5x5 mm, were obtained by sectioning the original CAD-CAM blocks (initial dimensions: 12x14x18 mm) using a low-speed diamond saw (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) (Fig. 1A). Then they underwent a thermocycling (KMITL, Bangkok, Thailand) protocol for

10,000 cycles using temperatures between 5°C and 55°C, with a dwell time of 30 seconds to simulate one year of oral service (Fig. 1B)<sup>17</sup> The specimens were mounted in self-curing acrylic resin. This was followed by a 30-second polishing step using 320-grit silicon carbide abrasive papers under water irrigation. To ensure cleanliness, the specimens were then immersed in distilled water for ultrasonic cleaning for ten minutes. Table 2 details the chemical composition of the materials tested.

### Surface pretreatment

The aged specimens underwent a surface pretreatment protocol (n=120) involving etching with a 9% buffered hydrofluoric acid (Ultradent Porcelain Etch<sup>®</sup>, Ultradent Products, Inc.) for various durations.

1. Vitablocs Mark II<sup>®</sup>: 9% HF for 60 seconds.
2. IPS e.max CAD<sup>®</sup>: 9% HF for 20 seconds.
3. Vita Enamic<sup>®</sup>: 9% HF for 60 seconds.
4. Vita Suprinity<sup>®</sup>: 9% HF for 20 seconds.

Afterward, all specimens were cleaned ultrasonically for ten minutes. The CAD-CAM surface-treated specimens were then categorized into three groups (n=40) based

on the adhesive applied: Clearfil™ Tri-s Bond Universal (Kuraray Noritake Dental Inc), Scotchbond Universal Plus (3M, ESPE), and Monobond N (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein).

### Restorative procedure

To create a standardized bonding area, strips of one-sided ScotchBlue Painter's Tape (3M, Minnesota, USA) were cut into a 10x10 mm<sup>18</sup>, each with a central hole measuring 5 mm in diameter<sup>19</sup>. The tape itself was approximately 80 micrometers thick.<sup>18</sup> Following this, the ceramic surface was covered with the tape. A micropipette was used to apply a drop of universal adhesive and silane coupling agent to each sample (10 microliters), with the solution then spread into a thin coat using a disposable applicator (Applicator tips, Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) (Fig. 1C). The LED light-curing unit (Demi™ Plus, Kerr, USA) was subjected to calibration using an L.E.D. radiometer (DEMETRON, SDS Kerr, USA) after each day of use to ensure consistent light intensity. The chemical compositions of adhesive materials and details of application procedures were presented in Table 1.

**Table 1** *Manufacturers, compositions of tested materials*

Material/ Manufacturer	Composition	Procedure following the manufacturer instructions
Monobond N <sup>®</sup> (Control) (Lot no. Z02XRS, Ivoclar-Vivadent,Schaan /Liechtenstein)	Ethanol, methacrylated phosphoric acid ester, sulphide methacrylate, 3-trimethoxysilylpropyl methacrylate	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ceramic surfaces were rinsed and dried after pretreatment.</li> <li>2. 10 µl of Monobond N<sup>®</sup> was applied with a disposable applicator.</li> <li>3. The solution reacted with the specimen surface for 60 seconds.</li> <li>4. Specimens were gently air-dried for 10 seconds until the absence of moving liquid droplets.</li> </ol>
Scotchbond Universal Plus adhesive <sup>®</sup> (SUP) (Lot no.7910510, 3M ESPE Dental products)	10-MDP, HEMA, silane, dimethacrylate resins containing a BPA derivative-free, Vitrebond copolymer, filler, ethanol, water, initiators, dual-cure accelerator	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ceramic surfaces were rinsed and dried after pretreatment.</li> <li>2. 10 µl of Scotchbond Universal Plus adhesive<sup>®</sup> was applied (rubbing) to the entire ceramic surface and excess removed.</li> <li>3. Specimen surfaces were gently air-dried until no liquid movement was observed with 2-bar pressure, from 10 mm distance.</li> <li>4. The LED-light curing unit with 1,100 mW/cm<sup>2</sup> intensity was placed perpendicularly at a distance of 1 mm and adhesive was polymerized for 20 seconds.</li> </ol>
Clearfil™ TRI-S BOND Universal (CUB) (Lot no. 280057,	Bis-GMA, HEMA, MDP, CQ, colloidal silica, silane, ethanol, water,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ceramic surfaces were rinsed and dried after pretreatment.</li> <li>2. 10 µl of Clearfil™ TRI-S BOND Universal was applied (rubbing) and excess removed.</li> </ol>

**Table 1** Manufacturers, compositions of tested materials (cont.)

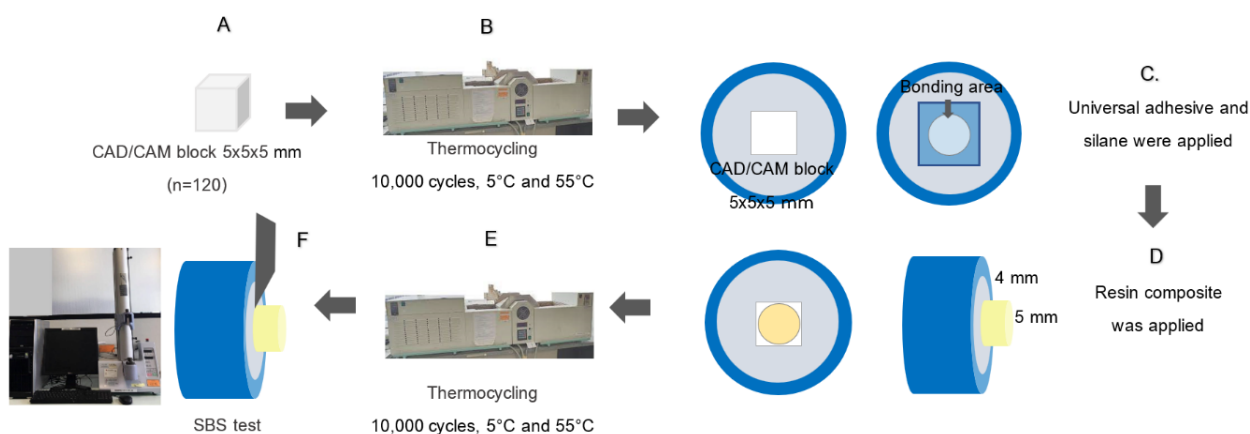
Material/ Manufacturer	Composition	Procedure following the manufacturer instructions
Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan)	hydrophilic aliphatic dimetacrylate	3. Specimen surfaces were gently air-dried until no liquid movement was observed with 2-bar pressure, from 10 mm distance. 4. The LED-light curing unit with 1,100 mW/cm <sup>2</sup> intensity was placed perpendicularly at a distance of 1 mm and adhesive was polymerized for 20 seconds.

Abbreviations: Bis-GMA, Bisphenol A-diglycidyl methacrylate; HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate; 10-MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; BPA derivative-free, Bisphenol A derivative-free; CQ, Camphoroquinone

Following the bonding process, each specimen received a centrally placed hollow clear acrylic mold. The mold measured 5 mm in diameter and 4 mm in length. Then, a resin composite (Filtek™ Z350 XT, shade A3.5; 3M ESPE, USA) was applied to prepared specimens in 2 mm thick increments to fill the mold (Fig.1D). For each increment, an LED polymerization device (Demi™ Plus, Kerr, USA) delivered light from the top surface at 1,100 mW/cm<sup>2</sup> for 40 seconds. During the polymerization process, the tip of the light source was maintained in a perpendicular orientation, 1mm directly above the resin composite surface. After carefully removing the clear acrylic mold and tape, the specimen underwent an additional 40 seconds of irradiation to complete polymerization.

To simulate aging effects, all ceramic specimens underwent 10,000 thermocycles 5°C and 55°C with a 30

seconds dwell time (Fig. 1E). Subsequently, shear bond strength (SBS) was measured using a universal testing machine (EZ-S, Shimadzu, Japan). The SBS test involved applying a force at a constant speed of 0.5 mm/min using a knife-edge apparatus positioned between the CAD-CAM restorative material and the resin composite, with a separation distance of 1.0 mm (Fig. 1F). Shear stress on the specimens was progressively raised until they fractured. The force required to cause this failure was then documented (N). The SBS value was determined by dividing the highest SBS by the adhesive area (mm<sup>2</sup>). According to ISO29022:2013, a pre-test failure was recorded as 0 MPa. Any pretest failures, such as dislodgement of the composite button during removal of the button mold or excess composite, were noted accordingly.



**Figure 1** A. CAD-CAM blocks were sectioned into dimension of 5x5x5 mm to produce 120 specimens  
B. Thermocycling was performed on all specimens  
C. Bonding areas received a drop of adhesive (universal adhesives/silane coupling agent)  
D. Following bonding procedure, resin composite was applied onto prepared specimens in 2 mm thick increments to fill up the mold  
E. Prior to SBS testing, thermocycling was performed on all specimens  
F. Subsequently, the SBS test was performed

## Failure mode analysis

Mode of failure of the bonded resin-ceramic interface was randomly examined using a stereomicroscope (SZ 61, Olympus, Japan) at 2.5X magnification. Failures were categorized into three types: adhesive, cohesive, and mixed. Adhesive failure occurred at the interface between the adhesive and the ceramic restoration or between adhesive and composite or within the adhesive itself. Cohesive failure occurred within resin composite

or ceramic. Mixed failure exhibited both adhesive and cohesive failures in the fractured surface.

## Scanning electron microscopy

Samples from different types of failure were randomly subjected to scanning electron microscopy (JEOL JSM-6610LV, Oxford X-Max 50) at 5000x magnification. The surface topographies were observed to confirm the result obtained from the mode of failure test.

**Table 2** Compositions, manufacturers and components of ceramics and resin composite

Material	Compositions	Manufacturer	Lot number
Vita Enamic® (VE)	Ceramic part (86 wt%/75 vol%): SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, B <sub>2</sub> O, ZrO <sub>2</sub> , KaO Polymer part (14 wt%/25 vol%): UDMA, TEGDMA	VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany	79850
Vita Suprinity® (VS)	SiO <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> , CeO <sub>2</sub> , pigments	VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany	96150
Vitablocs Mark II® (VM)	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, CaO, TiO <sub>2</sub>	VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany	63240
IPS e.max CAD® (IE)	SiO <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> and other oxides	Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein	Z024K2
Ultradent Porcelain Etch®	9% buffered hydrofluoric acid	Ultradent Dental Products, South Jordan, UT, USA	BM33P
Filtek™ Z350 XT Universal Restorative (A3.5)	UDMA, Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	3M ESPE Dental products, USA	NF31774

Abbreviations: UDMA, Urethane dimethacrylate; Bis-GMA; Bisphenol A-diglycidyl methacrylate; Bis-EMA, Bisphenol A-diglycidyl methacrylate ethoxylated; TEGDMA; Triethylene glycol dimethacrylate

## Data analysis

The SPSS 20.0 for Mac was used to conduct a statistical analysis of the SBS for all groups. (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA). The findings indicated that the data followed a normal distribution, a two-way analysis of variance (ANOVA) was employed to analyze the effects of both material types and universal adhesives as main factors. Statistically significant difference was analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Games-Howell or Least Significance Difference (LSD) post-hoc analysis ( $P < 0.05$ ) for multiple comparisons.

## Results

### Shear bond strength (SBS)

The results of SBS testing on repaired CAD-CAM blocks after surface treatments and universal adhesive application, including the mean SBS values, were shown in Table 3. Two-way ANOVA revealed that the types of CAD-CAM blocks ( $F = 11.469, P < 0.001$ ), and universal adhesives ( $F = 80.498, P < 0.001$ ) had a significant impact on SBS values (Table 1). In addition, the interaction between two factors were also significant (Table 3,  $P < 0.001$ ).

**Table 3** Influence of material (A) and universal adhesives (B) on Shear bond strength results according to Two-way ANOVA

Source	df	Sum of Squares Shear bond strength	Mean Square	F	P
Materials (A)	3	347.568	115.856	11.469	<.001
Universal adhesives (B)	2	1626.295	813.148	80.498	<.001
A x B	6	1069.012	178.169	17.638	<.001

**Table 4** Mean shear bond strength (MPa) from four different types of CAD-CAM blocks and universal adhesives

Groups	Monobond N <sup>®</sup> Control group (MN)	CLEARFIL™ TRI-S BOND Universal (CUB)	Scotchbond Universal Plus <sup>®</sup> (SUP)
Vita Enamic <sup>®</sup> (VE)	7.335 ± (4.115) <sup>aA</sup>	13.400 ± (2.030) <sup>aB</sup>	19.551 ± (2.426) <sup>aC</sup>
Vita Suprinity <sup>®</sup> (VS)	10.302 ± (4.209) <sup>acAC</sup>	7.549 ± (1.966) <sup>ba</sup>	12.871 ± (3.825) <sup>bbc</sup>
Vitablocs Mark II <sup>®</sup> (VM)	0.187 ± (0.590) <sup>ba</sup>	8.501 ± (3.748) <sup>bb</sup>	18.049 ± (3.062) <sup>ac</sup>
IPS e.max CAD <sup>®</sup> (IE)	12.989 ± (4.180) <sup>ca</sup>	8.257 ± (2.660) <sup>bb</sup>	14.451 ± (3.120) <sup>cbA</sup>

Different small letters indicate significant differences within the same column. Different capital letters indicate significant differences within the same row. Statistically significant differences were analyzed by one-way ANOVA followed by Games-Howell or Least Significance Difference (LSD) post-hoc analysis ( $P < 0.05$ ).

According to the post-hoc analysis, SUP improved in repair SBS values compared with the control and CUB groups (Table 4,  $P < 0.05$ ). VE + SUP exhibited the highest bond strength values. There was no significant difference between VE + SUP and VM + SUP. However, the improvement obtained for IE + SUP and VS + SUP was not statistically significant compared with control groups ( $P > 0.05$ ).

For CUB, the highest SBS was obtained from VE + CUB. On the other hand, there was no statistical difference among VS + CUB, VM + CUB and IE + CUB ( $P > 0.05$ ). Additionally, CAD-CAM material bonded with CUB revealed significantly lower SBS compared with control groups in IE + CUB group. The lowest SBS was found in VM + MN.

#### Mode of failure

Table 5 summarized the distribution of failure modes and pretest failure scores observed in the SBS

testing of CAD-CAM materials. The predominant mode of failure was adhesive failure at the interface. In addition, the highest percent of cohesive failure was observed in VM + SUP. The mixed failure was observed in VE + MN, VE + CUB, VE + SUP, VM + CUB and VM + SUP groups. For the VE group, the highest percent of mixed failure was observed in VE + SUP, followed by VE + MN and VE + CUB, respectively. For VM, the highest percent of mixed failure was found in VM + CUB and VM + SUP. The pretest failures were observed in VM+MN group (Control).

#### Scanning electron microscopy

The SEM images (original magnification of 5000x) of CAD-CAM materials treated with various surface treatments, as shown in Figures 2-5, exhibited bonded surfaces after the SBS test to confirm mode of failure.

**Table 5** Failure mode distribution

Material	Surface treatment	Adhesive	Cohesive	Mixed	Pretest failure
Vita Enamic <sup>®</sup> (VE)	Monobond N <sup>®</sup> (Control)	30% (3)	0	70% (7)	0
	Clearfil™ TRI-S BOND Universal (CUB)	50% (5)	0	50% (5)	0
	Scotchbond Universal Plus <sup>®</sup> (SUP)	0	0	100% (10)	0
Vita Suprinity <sup>®</sup> (VS)	Monobond N <sup>®</sup> (Control)	100% (10)	0	0	0
	Clearfil™ TRI-S BOND Universal (CUB)	100% (10)	0	0	0
	Scotchbond Universal Plus <sup>®</sup> (SUP)	100% (10)	0	0	0



Table 5 Failure mode distribution (cont.)

Material	Surface treatment	Adhesive	Cohesive	Mixed	Pretest failure
Vitablocs Mark II® (VM)	Monobond N® (Control)	10% (1)	0	0	90% (9)
	Clearfil™ TRI-S BOND Universal (CUB)	40% (4)	0	60% (6)	0
	Scotchbond Universal Plus® (SUP)	0	30% (3)	70% (7)	0
IPS e.max CAD® (IE)	Monobond N® (Control)	100% (10)	0	0	0
	Clearfil™ TRI-S BOND Universal (CUB)	100% (10)	0	0	0
	Scotchbond Universal Plus® (SUP)	100% (10)	0	0	0

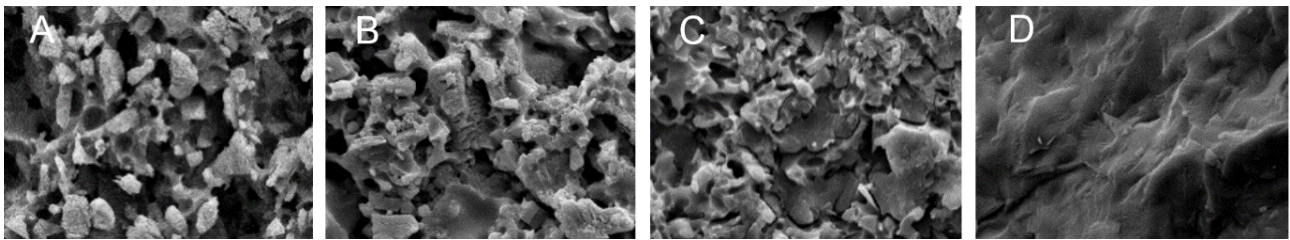


Figure 2 SEM of Vitablocs Mark II® (Original magnification x5000). 2A; After HF, the glassy phase partially dissolved. 2B; Adhesive failure in VM+MN. 2C; Mixed failure in VM+CUB. 2D; Cohesive failure within ceramic in VM+SUP

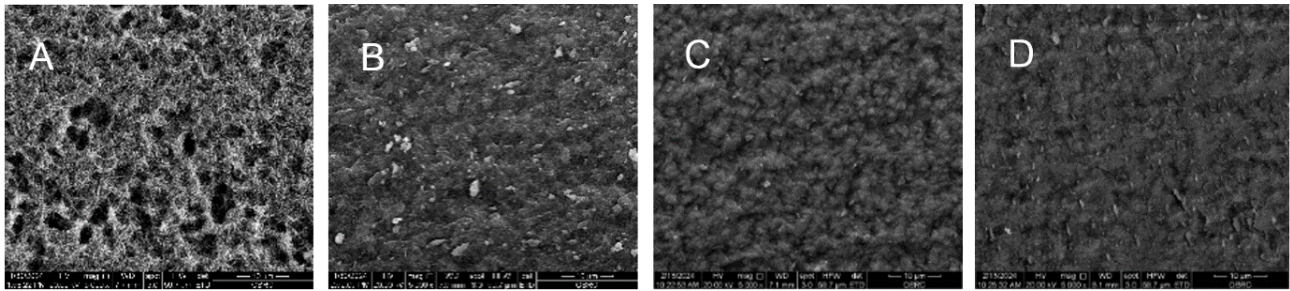


Figure 3 SEM of IPS e.max CAD® (Original magnification x5000). 3A; After HF, the glassy phase, partially dissolved phase, partially dissolved with predominantly crystalline phase. 3B; Adhesive failure in IE+MN. 3C; Adhesive failure in IE+CUB. 3D; Adhesive failure in IE+SUP

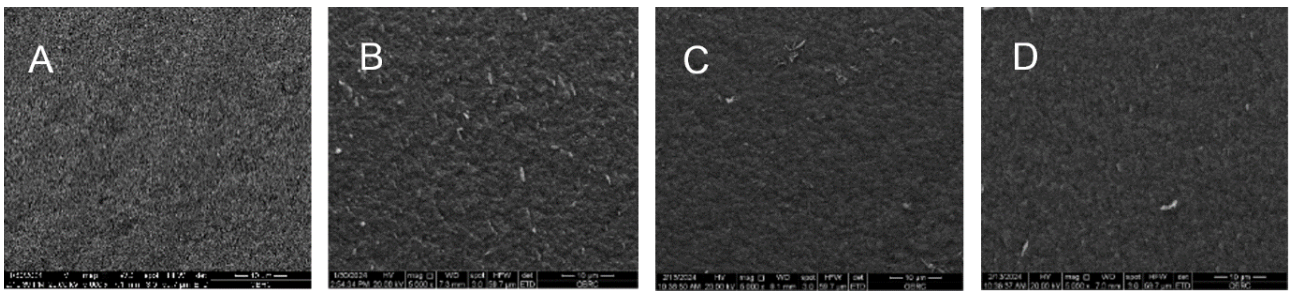


Figure 4 SEM of Vita Suprinity® (Original magnification x5000). 4A; After HF, the glassy phase partially dissolved with predominantly crystalline phase. 4B; Adhesive failure in VS+MN. 4C; Adhesive failure in VS+CUB. 4D; Adhesive failure in VS+SUP

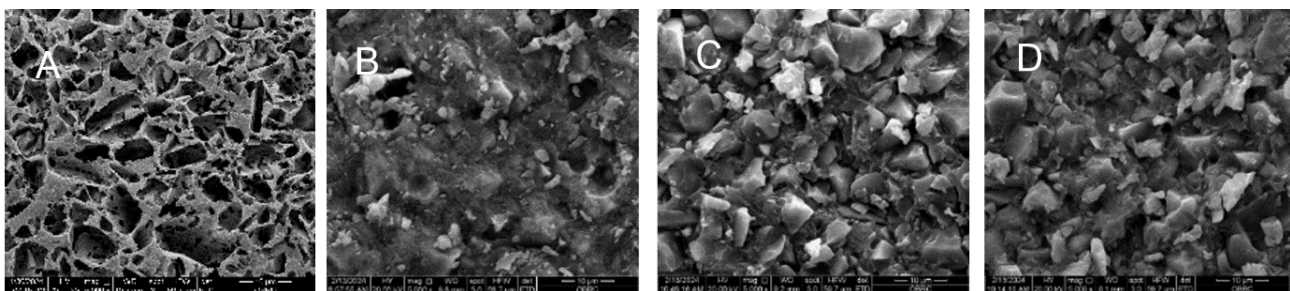


Figure 5 SEM of Vita Enamic® (Original magnification x5000). 5A; After HF, the glassy phase partially dissolved. 5B; Mixed failure in VE+MN. 5C; Mixed failure in VE+CUB. 5D; Mixed failure in VE+SUP

## Discussion

This research conducted a comprehensive comparison of four CAD-CAM materials repaired using different universal adhesives. SUP demonstrated the highest SBS when applied with VE and VM. Moreover, it exhibited the highest SBS for VS and IE compared to CUB. These variations in performance could be attributed to differences in adhesive composition and microstructure of the materials.

The result of this study revealed that the types of CAD-CAM blocks significantly affected the SBS of the tested CAD-CAM blocks bonded to resin composite. The highest SBS for SUP and CUB was attained in the VE group. Polymer infiltrated ceramic network (PICN) material, essentially an interpenetrating phase composite, is formed by infusing a resin (14% by weight) into a ceramic network (86% by weight).<sup>20</sup> The previous study from Lima *et al.* indicated that unetched Vita Enamic<sup>®</sup> presented greater surface roughness compared to ZLS.<sup>21</sup> The structure of Vita Enamic<sup>®</sup> exhibited porosity and possessed a composition similar to feldspathic ceramics.<sup>22</sup> By selectively removing the glassy phase, acid etching modified the surface uniformity of the ceramic material, creating a rougher and potentially more uneven topography.<sup>23</sup> Additionally, combination of PICN within ceramic substrate contributed to the formation of a rougher surface. Another explanation is that monomers in universal adhesives enhance bond strength by interacting with reacted monomers in hybrid ceramics. Nevertheless, surface preparation remains essential to improve bonding with aged ceramics that do not contain unreacted monomers.<sup>24</sup>

According to Straface *et al.*, the surface roughness of unetched Vitablocs Mark II<sup>®</sup> and Vita Enamic<sup>®</sup> measured 1.9  $\mu\text{m}$  and 1.8  $\mu\text{m}$ , respectively. However, Vita Suprinity<sup>®</sup> exhibited lower surface roughness. Another study demonstrated a relationship between etching time and the interaction area, indicating that longer etching times led to greater surface involvement.<sup>25</sup> Additionally, HF etching caused changes in surface topography, with higher concentrations resulting in more pronounced alterations and increased porosity.<sup>26</sup> A study by Azevedo confirmed that

feldspathic porcelain showed significant effects due to its higher glass content.<sup>27</sup> The use of 10% HF effectively dissolved the glassy matrix in glass-ceramics, creating a rough and retentive surface.<sup>26</sup> In their study, Straface *et al.* suggested extending hydrofluoric acid (HF) etching beyond 15 seconds, potentially up to 60 seconds, to guarantee comprehensive substrate etching and achieve complete dissolution of the glassy matrix.<sup>22</sup>

The results of this research also indicated that the VM + MN group exhibited the lowest SBS. Similarly, VE + MN showed lower bond strength compared with IE + MN and VS + MN. Bonding between composite and ceramic depended on micromechanical and chemical bonds on ceramic surface.<sup>28</sup> Etching increased surface area, allowing uncured flowable resin to penetrate micropores and establish durable micromechanical interlocking.<sup>28</sup> To enhance chemical bonding between adhesive and resin composite, the ceramic surface underwent an etching process followed by treatment with a silane coupling agent.<sup>29</sup> Reactive silane groups bonded with hydroxyl groups on the ceramic surface, while the remaining non-hydrolyzable groups polymerized with the uncured resin composite.<sup>30</sup> However, this research aimed to investigate the reparability of CAD-CAM ceramic with conventional resin composite. Viscous universal composites were ineffective in penetrating micropores on ceramic surface after etching, resulting in uneven adaptation compared to resin composites with low filler content and liquid consistency.<sup>31</sup> Thus, directly applying universal composite to silane-treated etched ceramic surfaces without adhesives could potentially affect SBS and lead to pretest failure in VM + MN groups. To address this issue, it is advisable to ensure the thorough application of the adhesive resin, allowing it to penetrate all etched ceramic surfaces and effectively interlock with them. This process anticipates the enhancement of the strength and durability of the repaired interface.

The results of this study also demonstrated that types of universal adhesives significantly affected the SBS of tested CAD-CAM blocks bonded to resin

composite. Compared to the MN and CUB groups, SUP showed significantly improved repair bond strength value. The presence of 3-MPTS in CUB did not affect SBS due to the dehydration-induced self-condensation of functional silanol in CUB led to instability of 3-MPTS molecules in acidic aqueous condition, consequently resulting in weaker bonding performance.<sup>32,33</sup>

On the other hand, SUP contained a combination of functional monomer 3-(aminopropyl) triethoxysilane (APTES) and 3-methacryloxypropyltriethoxysilane (3-MPTES), enhancing the effectiveness of adhesive in priming glass ceramic surfaces.<sup>34</sup> The presence of 3-MPTES/APTES notably enhanced SBS between ceramic and composite compared to both the CUB and the control groups. After the glass-ceramic surface was etched, APTES molecules interacted with it by forming hydrogen bonds. These bonded APTES molecules then reacted with existing silanol groups, resulting in the creation of amino-silanol groups.<sup>35</sup> Moreover, the hydrolysis of Si-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> group in 3-MPTES within SUP occurred at a slower rate in contrast to the Si-O-CH<sub>3</sub> group within 3-MPTS in the CUB. This delayed hydrolysis reduces the dehydration condensation of the silanol groups.<sup>36</sup>

This study additionally demonstrated that CAD-CAM materials bonded with CUB exhibited lower SBS compared to control groups in VS + CUB and IE + CUB groups. There were no statistically significant differences in SBS among IE + CUB, VS + CUB and VM + CUB groups. Monobond N<sup>®</sup> comprised high proportions of organic solvent like ethanol.<sup>37</sup> When applied to an etched ceramic surface, Monobond N<sup>®</sup> formed a silane layer, which was an essential factor affecting the resin-ceramic bond strength. Unlike Monobond N<sup>®</sup>, silane-containing universal adhesives consisted of notably complex compositions including 10-MDP, Bis-GMA, HEMA and others primarily designed to enhance bond strength. The presence of Bis-GMA resin slowed the condensation reaction between silanol groups of universal adhesive and ceramic by delaying evaporation of water.<sup>38</sup> As a result, the deposition of a silane on the ceramic surface seemed less feasible when using universal adhesives. This observation might explain the inferior priming efficacy

of universal adhesive compared to Monobond N<sup>®</sup> and Scotchbond Universal Plus<sup>®</sup>. This also explains the result that there were no statistically significant differences in SBS for IE + MN compared to IE + SUP and VS + MN compared to IE + SUP.

The study also revealed that VM + SUP had the highest incidence of cohesive failure, while VE + SUP showed the highest occurrence of mixed failure. This suggested that etching these ceramic types enhanced surface irregularities, thereby improving shear bond strength. Specifically, specimens repaired with SUP exhibited more cohesive and mixed failures compared to those repaired with CUB and MN. These results were consistent with the average bond strength findings, which showed that VE + SUP and VM + SUP achieved the highest bond strengths.

Thermocycling represented a prevalent approach in bond durability assessment, simulating oral cavity thermal changes induced by routine activities.<sup>17</sup> This study observed no specimen failures during the thermal cycling process. Durability of the bond under thermal stress heavily relied on the number of cycles experienced, with temperature settings and dwell time also contributing.<sup>39</sup> Additionally, this study aimed to assess the reparability of aged CAD-CAM ceramic blocks. The specimens were subjected to 10,000 cycles, approximating one year of intraoral use before bonding procedure.<sup>17</sup>

This investigation focused on the influence of silane, specifically the type of silane used, within universal adhesives on ceramic repair. However, by focusing on only two silane-containing universal adhesives, the ability to assess the overall effectiveness of universal adhesives compared to traditional methods was limited. Including an additional group repaired with a conventional silane and adhesive would have allowed for a more comprehensive analysis of the bond strength achieved with different adhesive systems for ceramic repair. Another limitation was the absence of ceramic surface roughness assessment prior to the SBS test. Incorporating surface roughness tests would be advantageous for evaluating the impact of surface treatments before conducting the SBS evaluation.

For further studies, exploring different surface pretreatment methods, such as sandblasting and silica coating could be beneficial, as it may enhance bond strength compared to acid etching alone. This additional information would serve to validate the proper protocol for employing single-step universal adhesive systems for the repair of ceramic indirect restorations.

## Conclusion

Within the limitations of this study, the universal adhesive containing 3-MPTES/APTES offered superior repair bond strength across four CAD-CAM blocks. Particularly, hybrid ceramic and feldspathic ceramic exhibit favorable characteristics when repaired with resin composite materials.

## Declaration of conflicting interest

The authors declare no conflict of interest.

## Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge Assist. Prof. Dr. Soranun Chantarangsu for her valuable guidance on statistical analyses. Thanks is also extended to the staff of the Dental Material Research Centers and the Oral Biology Research Center of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

## References

1. Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26(7):507-8,10,12
2. Fasbinder DJ. Restorative Material Options for CAD/CAM Restorations. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(10):911-6,8,20
3. Höland W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress<sup>®</sup>2 and the IPS Empress<sup>®</sup> glass-ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000;53(4):297-303.
4. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* 2017;31(1):58.
5. Sato TP, Anami LC, Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Effects of surface treatments on the bond strength between resin cement and a new zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. *Oper Dent* 2016;41(3):284-92.
6. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater* 2013;29(4):419-26.
7. Abduo J, Sambrook RJ. Longevity of ceramic onlays: A systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2018;30(3):193-215.
8. Banh W, Hughes J, Sia A, Chien D, Kumar S, Figueredo C, *et al.* Longevity of Polymer-Infiltrated Ceramic Network and Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Restorations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials (Basel)* 2021;14(17):5058.
9. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int* 2005;36(2):105-13.
10. Pallesen U, van Dijken JW. An 8-Year Evaluation of Sintered Ceramic and Glass Ceramic Inlays Processed by the Cerec CAD/CAM System. *Eur J of Oral Sci* 2000;108(3):239-46.
11. Odman P, Andersson B. Procera AllCeram Crowns Followed for 5 to 10.5 Years: A Prospective Clinical Study. *Int J Prosthodont* 2001;14(6):504-9.
12. Neis C, Albuquerque N, Albuquerque I, Gomes É, Souza-Filho C, Feitosa V, *et al.* Surface treatments for repair of feldspathic, leucite - and lithium disilicate-reinforced glass ceramics using composite resin. *Braz Dent J* 2015;26:152-5.
13. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Bond Durability of the Resin-Bonded and Silane Treated Ceramic Surface. *Dent Mater J* 2002;18(2):179-88.
14. Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of Porcelain Surface Treatment on the Bond to Composite. *J Prosthet Dent* 1988;60(3):288-91.
15. Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane Adhesion Mechanism in Dental Applications and Surface Treatments: A Review. *Dent Mater J* 2018;34(1):13-28.
16. Yoshihara K, Nagaoka N, Sonoda A, Maruo Y, Makita Y, Okihara T, *et al.* Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in 'universal' adhesives. *Dent Mater J* 2016;32(10):1218-25.
17. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
18. Sriamporn T, Kraisintu P, See LP, Swasdison S, Klaisiri A, Thamrongananskul N. Effect of different neutralizing agents on feldspathic porcelain etched by hydrofluoric acid. *Eur J Dent* 2019;13(1):75-81.
19. Visuttawattanakorn P, Rithy N, Suputtamonkol K, Kanchanasavita W. Shear bond strength of Zirconia to different adhesive resin cements. *M Dent J* 2015;35:127-36.
20. Della Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater J* 2014;30(5):564-9.
21. Albani R, Habib SR, AlQahtani A, AlHelal AA, Alrabiah M, Anwar S. The surface roughness of contemporary indirect CAD/CAM restorative materials that are glazed and chair-side-finished/polished. *Materials (Basel)* 2024;17(5):997.
22. Straface A, Rupp L, Gintautė A, Fischer J, Zitzmann NU, Rohr N. HF etching of CAD/CAM materials: influence of HF concentration and etching time on shear bond strength. *Head Face Med* 2019;15(1):21.
23. Queiroz-Lima G, Strazzi-Sahyon HB, Maluly-Proni AT, Fagundes TC, Briso ALF, Assunção WG, *et al.* Surface characterization

- of indirect restorative materials submitted to different etching protocols. *J Dent* 2022;127:104348.
24. Lucena-Martín C, González-López S, de Mondelo JMN-R. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):481-8.
25. Ramakrishnaiah R, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu PK. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics. *Int J Mol Sci* 2016;17(6):822.
26. Murillo-Gómez F, Palma-Dibb RG, De Goes MF. Effect of acid etching on tridimensional microstructure of etchable CAD/CAM materials. *Dent Mater J* 2018;34(6):944-55.
27. Azevedo VLB, de Castro EF, Bonvent JJ, de Andrade OS, Nascimento FD, Giannini M, *et al.* Surface treatments on CAD/CAM glass-ceramics: Influence on roughness, topography, and bond strength. *J Esthet Restor Dent* 2021;33(5):739-49.
28. Nehir Özden A, Akaltan F, Can G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. *J Prosthet Dent* 1994;72(1):85-8.
29. Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater J* 2012;28(5):467-77.
30. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M, Yli-urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004;17(2):155-64.
31. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diagn Res* 2015;9(6):Ze18-24.
32. Yao C, Yu J, Wang Y, Tang C, Huang C. Acidic pH weakens the bonding effectiveness of silane contained in universal adhesives. *Dent Mater J* 2018;34(5):809-18.
33. Yoshihara K, Nagaoka N, Sonoda A, Maruo Y, Makita Y, Okihara T, *et al.* Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in 'universal' adhesives. *Dent Mater J* 2016;32(10):1218-25.
34. Yao C, Ahmed MH, De Grave L, Yoshihara K, Mercelis B, Okazaki Y, *et al.* Optimizing glass-ceramic bonding incorporating new silane technology in an experimental universal adhesive formulation. *Dent Mater J* 2021;37(5):894-904.
35. Park SJ, Jin JS, Lee JR. Influence of silane coupling agents on the surface energetics of glass fibers and mechanical interfacial properties of glass fiber-reinforced composites. *J Adhes Sci Technol* 2000;14(13):1677-89.
36. Xiong M, Zhang K, Chen Y. ATRP of 3-(triethoxysilyl)propyl methacrylate and preparation of "stable" gelable block copolymers. *Eur Polym J* 2008;44(11):3835-41.
37. Zakir M, Ashraf U, Tian T, Han A, Qiao W, Jin X, *et al.* The Role of Silane Coupling Agents and Universal Primers in Durable Adhesion to Dental Restorative Materials - a Review. *Curr Oral Health Rep* 2016;3(3):244-53.
38. Chen L, Shen H, Suh BI. Effect of incorporating BisGMA resin on the bonding properties of silane and zirconia primers. *J Prosthet Dent* 2013;110(5):402-7.
39. B. AFL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Assessment of *In Vitro* Methods Used to Promote Adhesive Interface Degradation: A Critical Review. *J Esthet Restor Dent* 2007;19(6):340-53; discussion 354.

# Push Out Bond Strength of Self-etch Resin Cement in Canal Obturated with Gutta Percha/bioceramic Sealer

Kunlarut Kongwanich<sup>1</sup> and Suwit Wimonchit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

## Abstract

The purpose of this *in vitro* study was to compare the push out bond strength of self-etch resin cement bonded fiber posts after use of two bioceramic sealers in obturation. Forty maxillary incisors were decoronated to the root length of 13 mm and prepared with K3 rotary files up to size 40/.06. All of them were filled with the assigned sealers: control (no sealer, AH Plus<sup>TM</sup>, iRoot SP<sup>®</sup>, and Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup>). After seven days, post spaces were prepared and then applied the mixture of primer A and B. The prefabricated fiber posts (FibreKleer<sup>®</sup> no.2) were cemented with Multilink<sup>®</sup> N in the prepared root canal. Two cross sections of specimens were performed in 2 mm thick slices, representing two different regions, coronal and middle thirds. Universal Testing Machine was loaded with plunger vertically until specimen failure. Maximum force was recorded as push out bond strength. Failure patterns were observed under a stereomicroscope at 50x magnification. The results showed that, in both root regions, the highest bond strength was found in the control group. Roots filled with AH Plus<sup>TM</sup> exhibited statistically more bond strength than roots filled with iRoot SP<sup>®</sup> and Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup> ( $p < 0.05$ ). Failure at the resin cement-dentin interface was prominent in all sealer groups. In conclusion, iRoot SP<sup>®</sup> and Nishika canal sealer BG<sup>®</sup> negatively impacted the push out bond strength compared to AH Plus<sup>TM</sup>.

**Keywords:** Bioceramic sealer, Resin cement, Fiber post, Push out bond strength

Received date: Aug 13, 2024

Revised date: Oct 10, 2024

Accepted date: Oct 22, 2024

Doi: 10.14456/jdat.2025.2

### Correspondence to:

Suwit Wimonchit, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Soi Sukhumvit 23, Klongtoey Nua, Wattana, Bangkok 10110, Thailand Tel: 081-633-8443 Email: suvit@m.swu.ac.th

## Introduction

In teeth with extensive loss of crown structures, intracanal posts were designed to use for retaining coronal restoration. Their retention can be obtained from good adaptation of post to canal wall as well as use of resin cement.<sup>1</sup> In the total etch technique, dentin pretreatment before bonding can be done by applying acid, conditioning the dentin with a primer, and then

applying resin. Though this circumstance has been proven to achieve high bond strength, it is difficult to obtain a good outcome due to the challenges of moisture control from a clinical viewpoint.<sup>2</sup> In the search for solving this problem, self-etch resin cement, which combines etching in the form of an acidic monomer with primer, has been recently introduced.<sup>3</sup>

## Materials and methods

Approval of this study was achieved by the ethics committee of Srinakharinwirot University (No. SWUEC-661002).

### Sample selection

Forty single-rooted extracted human maxillary incisors with a tooth length of at least 21 mm were collected for the present study. Radiographs were taken in two directions: buccopalatal and mesiodistal views. The teeth with single canal, noncalcified canal, completely formed roots were selected into this study, while the other with root canal treatments, caries, or cracks were excluded.

### Specimen preparations

Tooth Decoronation perpendicularly to the long axis was performed by carborundum disc to obtain a 13 mm root length. A size 15 K-file (Dentsply Maillefer, Ballaiques, Switzerland) was inserted into the root canal until visualizing the tip of the instrument at the root apex. That measurement was subtracted 1 mm to obtain the working length. Instrumentation was completed using K3 rotary files (SybronEndo, Orange, CA, USA) up to size 40/.06. 2 mL of 2.5% NaOCl irrigation was performed during instrumentation. After preparation, 10 mL of 17% Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA, SmearClear, Sybron endo, CA, USA) followed by 10 mL of 2.5% NaOCl was used. The final irrigation with 10 mL distilled water was performed to clean the residual of other irrigation. Dried canals were then achieved by paper points.

The specimens were randomly allocated into four groups of ten each according to type of sealers as follows: 1) Control group: no sealer used; 2) AH plus group: AH Plus™ used as sealer; 3) iRoot SP group: iRoot SP® used as sealer; 4) Nishika BG group: Nishika canal sealer BG® used as sealer. The sealers were prepared according to the manufacturer's recommendation as presented in Table 1 and used for single-cone technique obturation using K3 gutta-percha master cone size 40/.06 (SybronEndo, Orange, CA, USA). The specimens were then stored in a closed container with 100% humidity at 37 °C for one week to allow complete sealer setting after sealing Cavit™ (3M ESPE, Seefeld, Germany).

The adhesive mechanism of self-etch resin cement is attributed to the demineralization caused by the acidic monomer after primer application, which modifies the layer over the dentin surface, so called smear layer and allows the infiltration of luting cement into the underlying dentin without water rinsing.<sup>4</sup> This situation is influenced by the variation of the dentin substrate: normal dentin and contaminated dentin, especially root dentin contaminated with root canal sealer after endodontic treatment. Altman and his colleagues<sup>5</sup> demonstrated that when the root surface is contaminated with zinc oxide-eugenol sealer, it deteriorates the retention of fiber posts bonded with resin cement. Moreover, some sealers, such as bioceramic sealers, not only can contaminate the root canal wall but also can modify the dentin surface through hydroxyapatite precipitation.<sup>6</sup>

Nowadays bioceramic root canal sealers have been utilized as revolutionary materials in endodontic treatment. Several forms of this material were introduced to the dental market which vary to the composition inside the products. Some are presented in premixed form, such as iRoot SP® (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canada), while others are in two-pasted forms, such as Nishika Canal Sealer BG® (Nippon Shika Yakuhin, Yamaguchi, Japan).<sup>7</sup> The main reaction of this material to dentin is claimed to be its ability to form hydroxyapatite on the root surface, which can refill the gap of root filling as well as penetrate into dentinal tubule.<sup>8</sup> In this circumstance, both the root dentin surface and the chemical composition of dentin can be changed, resulting in changes in reaction with acidic monomers and possibly affecting the intimacy of the post and dentin wall.<sup>6</sup> The question arises whether bond strength of resin cement should be changed after the use of a different form of bioceramic sealer or not.

In the clinical point of view, post bond strength simulation should be created parallel to the bonding interface of post and cement, which present in push out bond strength test.<sup>9</sup> The aim of this study is to compare the push out bond strength of self-etch resin cement bonded fiber posts after use of two bioceramic sealers in obturation.

**Table 1** Type and composition of the materials used

Materials	Type		Composition
Multilink® N (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) Lot. Z0347C	Self-etch primer	Primer A: initiators	Primer B: -Resin component: HEMA, and methacrylate monomers -Acidic component: phosphonic acid
	Self-etch adhesive	Base and Catalyst: HEMA and Dimethacrylate Filler: barium glass filler, ytterbium trifluoride and spheroid mixed oxide	
	Monobond N	Ethanol, water, 3-MPS, 10-MDP and 10-MDDT	
AH Plus™ (Dentsply DeTrey, Germany) Lot. 2202000877	Epoxy resin-based sealer	Paste A: Bisphenol A and F epoxy resin, Calcium tungstate and Zirconium oxide as filler	Paste B: Benzyl diamine, Adamantane amine, Tricyclodecane-Diamine
iRoot SP® (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canada) Lot. 21002SP	Pure bioceramic sealer	Tricalcium silicate, Dicalcium silicate, calcium phosphate with zirconium oxide as radiopaque and filler	
Nishika canal sealer BG® (Nippon Shika Yakuhin, Yamaguchi, Japan) Lot. M5K	Bioactive glass-based sealer	Paste A: fatty acids, bismuth subcarbonate, and silica dioxide	Paste B: calcium silicate glass (a type of BG) with magnesium oxide silica dioxide base

### Fiber post cementation

The 8 mm depth of post space preparation was initially performed using a size #1 Peeso reamer (Mani Inc., Tochigi, Japan) in each canal with a diameter of 0.70 mm, followed by a size #2 FibreKleer™ drill (FibreKleer® 4X, Pentron, Wallingford, USA). Examination of prepared post space was revealed under x7.5 magnification loupe (Admetec, Deva Medical Supply, Bangkok, Thailand) and with radiograph to prove that there was no gross remnant of material on the wall. A FibreKleer™ 4X glass fiber post, size #2 was selected and tried to fit within the canal.

Before fiber post fixation, rinsing 10 mL of distilled water was done for 60 seconds and post spaces were then dried with paper points. For dentin surface treatment, a mixture of self-etch of multilink (primer A and B) was applied to the root canal walls for 15 seconds. For cementation, silanized fiber posts with Monobond N followed by a mixture of self-etch adhesive (Multilink N, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) and finally insertion of those posts into the prepared post spaces with light finger pressure. All material compositions were

presented in Table 1. Excess cement that extruded was removed and polymerized using a visible light with an intensity of 1,000 mW/cm<sup>2</sup> curing unit (Elipar™; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) for 20 seconds. Subsequently, all the specimens were kept in the same container.

### Bond strength specimen preparation

Each tooth was individually embedded in Polyvinyl Chloride (PVC) pipes in self-cured acrylic resin (Elite SC Tray; Zhermack, Rovigo, Italy), with their long axes perpendicular to the horizontal plane. Each post-cemented root was cut in cross section using the Isomet 100 Precision Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) for two 2 mm thick, representing the coronal and middle thirds of root regions respectively. To examine the completeness of the bonded surface and standardize the diameters of the specimens, examinations and measurements were conducted on both sides of the slices using the EPview™ program (Olympus Imaging Software, Olympus Optical Co., Tokyo, Japan). Specimens showing the presence of bubbles or voids were excluded from the study to standardize the specimens. (Fig. 1).



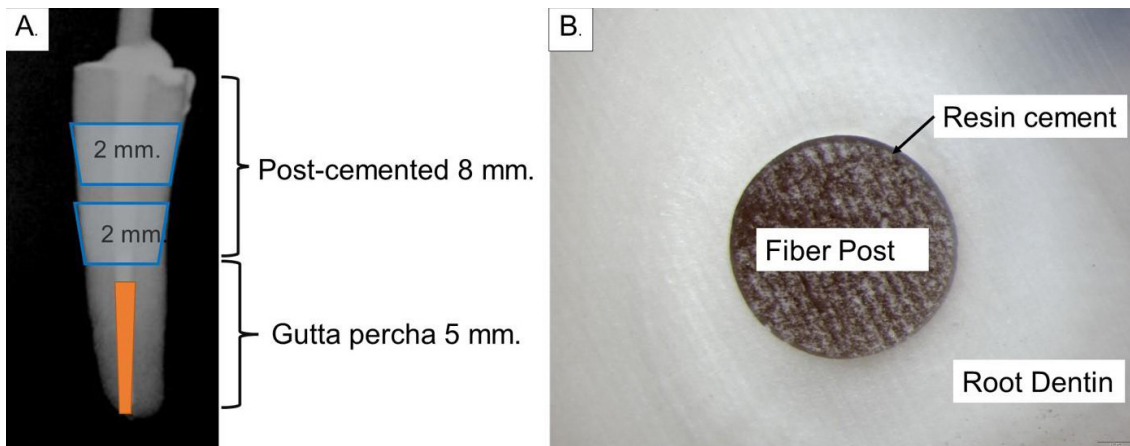


Figure 1 (A) level of slice of root specimen used in the experiment; (B) at 50X magnification of the post-cemented slice, the surrounding resin cement was coated consistently with no bubbles.

### Push out test

Each slice was loaded vertically with two consecutive plungers, sized 1 mm and 0.8 mm diameter, for coronal and middle thirds, in a Universal Testing Machine (EZ Test Series, Shimadzu, Kyoto, Japan) with a crosshead speed of 0.5 mm/min. The force was applied for the push out test. The maximum force during the specimen failure was recorded and calculated into MPa using the following formula:

$$P = \frac{F}{\pi h(r1 + r2)}$$

where “F” is maximum force (N); “ $\pi$ ” is the constant 3.14; “r1” is apical radius; “r2” is coronal radius; and “h” is the thickness of the slice in mm, standardized at 2 mm

### Failure mode analysis

Examination of dislodged specimens were done under a stereomicroscope at 50X magnification to clarify into the three failure patterns: 1) failure at dentin: all of

material inside the canal moved away from dentin; 2) failure at post: the fiber post moved from the specimen, while the resin cement remained on the dentin wall; 3) failure at dentin and post: dentin is visible in some areas and resin cement present in the others.

### Statistical analysis

Statistical analysis was performed using SPSS software (SPSS 20.0; Chicago, IL, USA). One-way ANOVA was used for comparison of the bond strength and the canal diameter of each sealer. In cases of significant differences, Tukey tests were performed for multiple comparisons.

## Results

To control the size of each slice, the canal diameters of the coronal and apical sides were measured and presented in Table 2. No statistically significant differences were found on either side of each slice. ( $P > 0.05$ )

Table 2 The minimum, maximum, and mean diameters of the coronal and apical sides of the slices

Regions	Coronal side (mm)			Apical side (mm)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
Coronal	1.35	1.42	1.38	1.15	1.25	1.20
Middle	1.10	1.16	1.13	0.89	0.96	0.93

The mean and standard deviation of the push out bond strength of each group are presented in Table 3. In both root regions, the control group demonstrated the highest mean push out bond strength. AH Plus group

showed significantly higher push out bond strength than those of iRoot SP group and Nishika BG group ( $P < 0.05$ ). No statistically significant difference was found between coronal and middle slices in all groups.

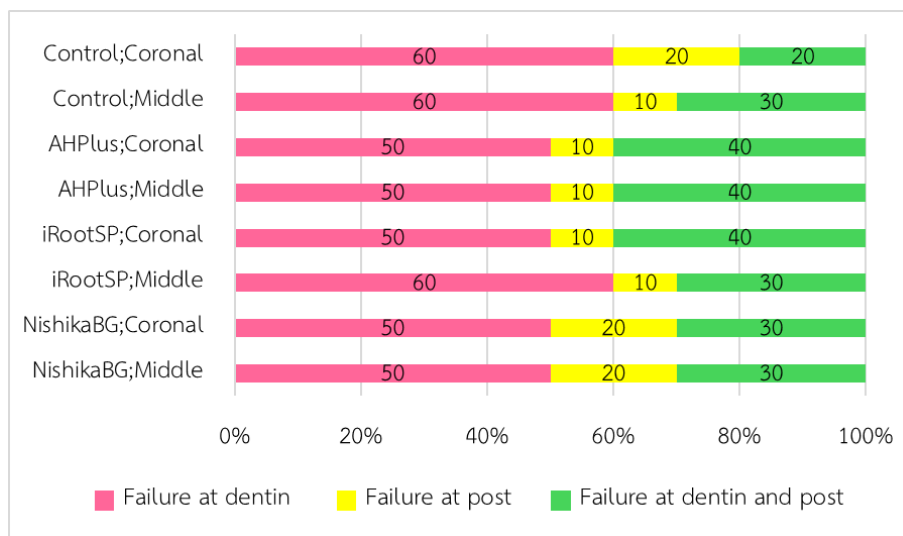
**Table 3** Mean (standard deviation) of push out bond strength, expressed in MPa in the different root

Group	Control	AH plus	iRoot SP	Nishika BG
Regions				
Coronal	11.43 (1.43) <sup>A</sup>	9.59 (0.87) <sup>B</sup>	6.46 (1.36) <sup>C</sup>	6.57 (1.38) <sup>C</sup>
Middle	9.74 (2.08) <sup>A</sup>	7.38 (1.27) <sup>B</sup>	4.73 (1.58) <sup>C</sup>	4.92 (1.36) <sup>C</sup>

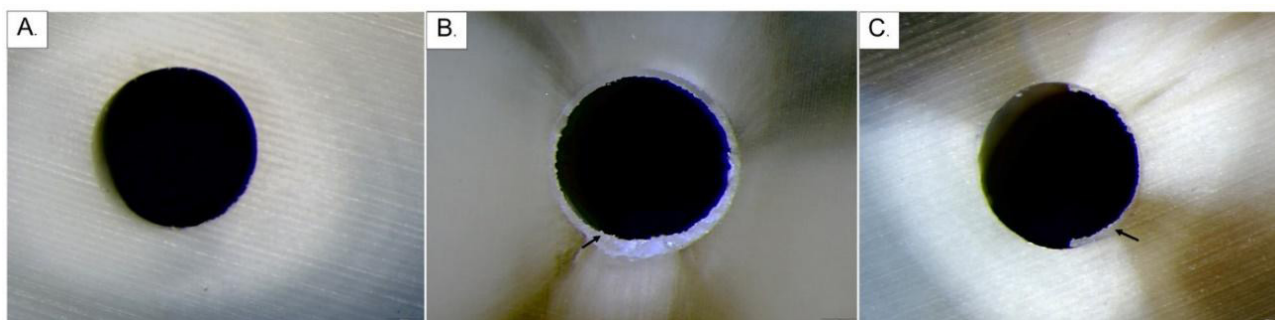
\*Different superscript letters in the same line indicate statistical differences ( $P < .05$ )

Failure pattern of all slices is shown in Figure 2. The prominent failure pattern was failure at dentin, occurring in 50-60% of the specimens in all sealers. This

was followed by failure at dentin and post accounted for 20-40%. Failure at post was observed only not more than 20%. (Fig. 3)



**Figure 2** Mode of failure for each group



**Figure 3** Stereomicroscopic image of failure modes (A) failure at dentin (B) failure at post (C) failure at dentin and post; arrow indicates resin cement

## Discussion

The control group, which did not use any sealer, demonstrated the highest bond strength, aligning with the results reported by Chadgal *et al.*<sup>10</sup> The explanation for this situation lies that the composition of the smear layer in this group is likewise the smear layer in normal dentin cutting. After the application of primer, the acidic monomer, phosphonic acid, reacts with the superficial

part of the smear layer, simultaneously flows into the underlying smear layer, and forms a hybridized smear layer.<sup>11</sup> The bond strength in this group, which was created in unchanged dentin was much higher than the other group.

From the results of this study, AH Plus™ seemed to have some negative effects on the push out bond strength of self-etch resin cement. When the post space

was created, the smear layer in this groups was blended with the removed sealer, while a small amount of material was retained on the dentin surface.<sup>12</sup> These circumstances made the acidic monomer in Multilink<sup>®</sup>N unable to alter the smear layer in the same pattern as in normal dentin, resulting in reduced push out bond strength.

In this experiment, the most negative effect on self-etch resin cement was found in the group of iRoot SP<sup>®</sup> and Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup>. This situation may be attributed to residual sealer and hydroxyapatite precipitation on the dentin wall. From the study of Karobari *et al.*<sup>13</sup>, more dentine penetration and push out bond strength was found in the bioceramic sealer, which affected the retrievability of this sealer. Chen *et al.*<sup>14</sup> confirmed that iRoot SP<sup>®</sup> is more difficult to remove in post space preparation than resin-based sealer. The effect of phosphonic acid, an acidic monomer in Multilink N, on the root canal wall should be reduced by the smear layer formed by either iRoot SP<sup>®</sup> or Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup>. Yoshii *et al.*<sup>15</sup> reported that Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup> has similar properties and dentin reaction as other bioceramic sealers. Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup> have high adaptation, which enhanced the infiltration of the sealer into dentinal tubules.<sup>16</sup> Akcay *et al.*<sup>17</sup> and Chew *et al.*<sup>8</sup> found that iRoot SP<sup>®</sup> and Nishika Canal Sealer BG<sup>®</sup> penetrate dentinal tubules more effectively than AH Plus<sup>™</sup>, which may cause them to remain more in the root canal post-preparation, resulting in lower push out bond strength of the resin cement.

One of the key factors is the hydroxyapatite precipitation of the bioceramic sealer. Belal *et al.*<sup>18</sup> demonstrated that Ca<sup>2+</sup> and OH<sup>-</sup> released from bioceramic sealer can be detected during and after the setting process, which may be the origin of alkalinity of material and hydroxyapatite formation. The alkaline pH of a bioceramic sealer might buffer the acidity of self-etch primer, reducing its demineralization capability and consequently weakening the bond between the fiber post and root dentin.<sup>19</sup> Motoyama *et al.*<sup>20</sup> revealed that the presence of hydroxyapatite considerably affected the modification effect of acidic monomer.

These results were contradictory to Yuanli *et al.*<sup>21</sup>, who reported no difference between iRoot SP<sup>®</sup> and AH Plus<sup>™</sup>. One potential explanation could lie in the disparate post-space irrigation methods employed. In this study, the post space underwent irrigation solely with distilled water, whereas Yuanli *et al.*<sup>21</sup> utilized ultrasonic irrigation with Chlorhexidine (CHX) and EDTA. Chen *et al.*<sup>14</sup> demonstrated that ultrasonic irrigation enhances smear layer removal. CHX inhibits matrix metalloproteinases (MMP), thereby not adversely affecting the bond strength of resin cement.<sup>22</sup> Additionally, EDTA can selectively chelate calcium ions, removing hydroxyapatite and facilitating the penetration of the adhesive system's functional monomer through dentinal tubules.<sup>23</sup> Consequently, the amount of sealer remaining on the dentinal wall may be insufficient to significantly impact the bond strength of resin cement.

Considering the failure mode analysis, it could be emphasized that predominant pattern of failure occurred between the resin cement and root canal which indicated the weak bond occurred between the resin cement and the root dentine.<sup>24</sup> The probable reason for this failures may be high C-factor of the resin cement, which presented with more bonded surface than free surface of resin cement. In this situation, it leads to contraction in some parts of the resin cement, inducing and finally dislodging of post with resin cement from the root canal walls.<sup>25</sup>

According to the study by Marcos *et al.*<sup>26</sup>, the thickness of the resin cement negatively affects the push out bond strength of the resin cement. The study explained that a thicker resin layer may entrap air voids, increasing the risk of failure and dislodgment. To address this, FibreKleer<sup>™</sup> 4X glass fiber post, size #2 is selected to ensure a precise fit within the root canal and to minimize excess resin cement use. A size #1 post would result in a loose fit, necessitating a thicker layer, while a size #3 post would require excessive canal enlargement, risking unnecessary dentin removal. Additionally, the passive placement of posts without mechanical preparation

preserves the integrity of the root canal, thereby enhancing clinical outcomes.<sup>27</sup>

## Conclusion

Within the limitations of this in vitro study, it can be concluded that all sealer groups reduced the push out bond strength of resin cement to the fiber post and root canal wall. A greater reduction was especially observed when iRoot SP® and Nishika Canal Sealer BG® were used.

## Acknowledgement

This study was self-funded by the authors. Conflicts of interest. The authors declare that they have no conflicts of interest. This research did not receive any specific grants from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## References

1. Ghodsi S, Aghamohseni MM, Arzani S, Rasaeipour S, Shekarian M. Cement selection criteria for different types of intracanal posts. *Dent Res J (Isfahan)* 2022;19(51):1-13.
2. Bastos PCA, Faria DEd, Bridi EC, Amaral FLBd, Franca FMG, Florio FM, et al. Push-out bond strength and sealing ability of etch-and-rinse and self-etching adhesives used for fiberglass dowel bonding at different depths of the root canals. *Rev Odontol UNESP* 2011; 40(4):174-81.
3. Kusumasari C, Margono A, Aditya D-R, Abdou A. Effect of etch-and-rinse and self-etch modes in universal adhesives on push-out bond strength of fiber post. *J Clin Exp Dent* 2022;14(8):e661-e8.
4. Grégoire G, Sharrock P, Lacomblet M-P, Tavernier B, Destruhaut F. Evaluation of a self-etch primer containing acrylophosphonic acid and HEMA monomers on human dentin. *Oral Health Care* 2019;4:1-7.
5. Altmann AS, Leitune VC, Collares FM. Influence of Eugenol-based Sealers on Push-out Bond Strength of Fiber Post Luted with Resin Cement: Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2015; 41(9):1418-23.
6. Soares IMV, Crozeta BM, Pereira RD, Silva RG, da Cruz-Filho AM. Influence of endodontic sealers with different chemical compositions on bond strength of the resin cement/glass fiber post junction to root dentin. *Clin Oral Investig* 2020;24:3417-23.
7. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J* 2020;39(5):703-20.
8. Chew ST, Eshak Z, Al-Haddad A. Evaluation of interfacial adaptation and penetration of bioceramic-based sealers in oval root canals: A confocal laser scanning microscope study. *Microsc Res Tech* 2023;86(7):754-61.
9. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod* 2013;39(5):669-73.
10. Chadgal S, Choudhary A, Thapa T. Effect of Different Root Canal Sealers on Push Out Bond Strength of Fiber Posts to Root Canal Dentin: An *In-Vitro* Study. *Int J Res Health Allied Sci* 2019;5:117-20.
11. Ubaldini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML, et al. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dent Mater* 2018;34(7):1054-62.
12. Demiryurek EO, Kulunk S, Yuksel G, Sarac D, Bulucu B. Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J Endod* 2010;36:497-501.
13. Karobari MI, Batul R, Snigdha NTS, Al-Rawas M, Noorani TY. Evaluation of push-out bond strength, dentinal tubule penetration and adhesive pattern of bio-ceramic and epoxy resin-based root canal sealers. *PLoS One* 2023;18(11):e0294076.
14. Chen X, Liu H, He Y, Luo T, Zou L. Effects of Endodontic Sealers and Irrigation Systems on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *J Endod* 2018;44:1293-7.
15. Yoshii S, Washio A, Morotomi T, Kitamura C. Root Canal Sealing Ability of Bioactive Glass-based Sealer and Its Effects on Dentin. *Jpn J Conserv Dent* 2016;59:463-71.
16. Al-Sabawi NA, Al-Jubori SH. Interfacial adaptation of newly prepared nano-tricalcium silicate-58s bioactive glass-based endodontic sealer. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2024;18(2):115-22.
17. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. *Lasers Surg Med* 2016;48(1):70-6.
18. Belal RS, Edanami N, Yoshiba K, Yoshiba N, Ohkura N, Takenaka S, et al. Comparison of calcium and hydroxyl ion release ability and *in vivo* apatite-forming ability of three bioceramic-containing root canal sealers. *Clin Oral Investig* 2022;26(2):1443-51.
19. Nesello R, Silva IA, Bem IAD, Bischoff K, Souza MA, Só MVR, et al. Effect of bioceramic root canal sealers on the bond strength of fiber posts cemented with resin cements. *Braz Dent J* 2022;33:91-8.
20. Motoyama Y, Yamauti M, Nakajima M, Ikeda M, Tagami J, Shimada Y, et al. Hydroxyapatite Affects the Physicochemical Properties of Contemporary One-Step Self-Etch Adhesives. *Materials (Basel)* 2022;15(22).
21. Yuanli H, Juan W, Mengzhen J, Xuan C, Kaixin X, Xueqin Y, et al. The effect of two endodontic sealers and interval before post-preparation and cementation on the bond strength of fiber posts. *Clin Oral Investig* 2021;25:6211-7.
22. Lindblad RM, Lassila LV, Salo V, Vallittu PK, Tjaderhane L.

Effect of chlorhexidine on initial adhesion of fiber-reinforced post to root canal. *J Dent* 2010;38(10):796-801.

23. Macário TRL, Carvalho RFd, Domingues PBA, Maia BdGO, Marinho CC, Barcellos ASdP, *et al.* Evaluation of The Cleaning Protocol of Post Space on Bond Strength of Glass Fiber Posts. *Int J Odontostomat* 2021;15(2):427-33.

24. Allabban MNM, Youssef SA, Nejri AAM, Qudaih MAA. Evaluation of Bond Strength of Aesthetic Type of Posts at Different Regions of Root Canal after Application of Adhesive Resin Cement. *J Med Sci* 2019;7:2167-72.

25. Habib SR, Ansari AS, Khan AS, Alamro NM, Alzaaqi MA,

Alkhunfer YA, *et al.* Push-Out Bond Strength of Endodontic Posts Cemented to Extracted Teeth: An In-Vitro Evaluation. *Materials* 2022;15(19):1-13.

26. Marcos RM, Kinder GR, Alfredo E, Quaranta T, Correr GM, Cunha LF, *et al.* Influence of the Resin Cement Thickness on the Push-Out Bond Strength of Glass Fiber Posts. *Braz Dent J* 2016;27(5):592-8.

27. Mannocci F, Bhuvu B, Roig M, Zarow M, Bitter K. European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2021;54(11):1974-81.

# Three - Dimensional Temporomandibular Joint and Mandibular Morphology in A Group of Thai Skeletal Class III with and Without Mandibular Asymmetry Using Cone Beam Computed Tomography

Yosaphon Songphum<sup>1</sup>, Sirima Petdachai<sup>1</sup>, Vannaporn Chuenchompoonut<sup>2</sup>

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

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

## Abstract

The aims of this study were to evaluate the temporomandibular joint (TMJ) and mandibular morphology in skeletal Class III patients, compare the dimensions between symmetric and asymmetric patients, and find the correlation of the dimensions. Eighty Cone Beam Computed Tomography images of adult Thai skeletal Class III patients (20 adult males, 20 adult females, aged 20-42 years, mean age  $25.45 \pm 6.05$  years) were divided into eight groups. The TMJ and mandible dimensions and angulations were measured using multiplanar reconstruction images. The differences in the dimensions between groups were analyzed using ANOVA and the Kruskal Wallis H test. The correlations of the dimensions were analyzed by the Pearson correlation and the Spearman correlation. The ICC was good-excellent for the intra-examiner (0.843–0.993) and inter-examiner reliability (0.833–0.980). The TMJ and mandibular measurements were significantly different between groups in the mediolateral condylar width, anteroposterior condylar width, coronal condylar angle, ramus width, ramus height, and mandibular height. However, there were no significant differences between groups for the condylar axis, sagittal condylar angle, superior joint space, anterior joint space, posterior joint space, condylar height, glenoid fossa depth, coronoid height, coronoid width, anterior fossa inclination, posterior fossa inclination, lingula, and gonial angle. The correlation between the lingula position and ramus height ( $r = 0.743$ ), the ramus width and mandibular height ( $\rho = 0.798$ ), and the mandibular height and the ramus height ( $\rho = 0.740$ ) were good. In conclusion, comparing the TMJ and mandible revealed that the male non-deviated side exhibited the greatest mediolateral and anteroposterior condylar width, ramus height, and mandibular height. Skeletal Class III symmetry patients demonstrated a significant correlation between the lingula position and ramus height, the mandibular height and ramus height, and between the mandibular height and ramus width.

**Keywords:** Asymmetry, Cone-beam computed tomography, Skeletal Class III, Temporomandibular joint

Received date: Sep 11, 2024

Revised date: Oct 19, 2024

Accepted date: Oct 26, 2024

Doi: 10.14456/jdat.2025.3

Correspondence to:

Yosaphon Songphum, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Henri Dunant Road, Wangmai, Patumwan, Bangkok, Thailand 10330. Tel: 02-218-8951 Email: poe\_yosaphon@hotmail.com

## Introduction

The practice of orthodontics is not limited to treating tooth misalignments. The clinician is often

confronted with patients that require treatment of craniofacial abnormalities that impact their appearance.

The temporomandibular joint (TMJ) and mandible are a part of the facial skeleton that can impact the appearance of a patient. Previous studies reported that the TMJ was different based on various factors comprising age, sex, skeletal relationships, and ethnicity.<sup>1,2</sup> The TMJ size changes during the growth period, especially the mediolateral dimension of the condyle.<sup>3,4</sup> The growth-induced increase in the TMJ size is decreased when the patient becomes an adult. However, the bone remodeling process that occurs throughout life affects the TMJ and mandibular shape.<sup>5</sup> The anteroposterior skeletal relationship is classified into skeletal Class I, II, and III that refer to a normal maxillomandibular relationship, the maxilla is more anterior than the mandible, and the mandible is more anterior than the maxilla, respectively. Compared with the Class I and Class II skeletal patterns, skeletal Class III had a higher anteroposterior condylar inclination and lower superior joint space.<sup>2</sup> The TMJ and mandible in males and females differ in size between the sexes, e.g., the coronoid height in Brazilian males was higher than in females.<sup>6</sup> The TMJ size is also influenced by ethnicity, and the Asian population has differences in TMJ morphology. A Southeast Asian population study revealed that the condylar height in Chinese individuals was significantly higher than in Malays.<sup>1</sup> The TMJ and mandibular morphology is important for clinical orthodontic practice to generate the orthognathic surgical treatment plan and evaluate treatment outcome.

One of the problems in an orthodontic patient is skeletal asymmetry. A report in Koreans comparing Class III symmetric and asymmetric patients demonstrated that the superior joint space on the deviated side is narrower than the non-deviated side and the joint space of symmetric patients.<sup>7</sup> Patients with a symmetric facial skeleton and severe skeletal Class III were usually treated with orthognathic surgery. The combination of skeletal Class III malocclusion and skeletal asymmetry requires more complex treatment procedures.<sup>8</sup> The surgical treatment in asymmetric Class III patients corrects the skeleton in the anteroposterior and transverse directions by surgery.<sup>9</sup> Understanding the structures that affect skeletal asymmetry is important for surgical correction in adult patients or attempting to correct the skeleton morphology by growth modification in growing patients.

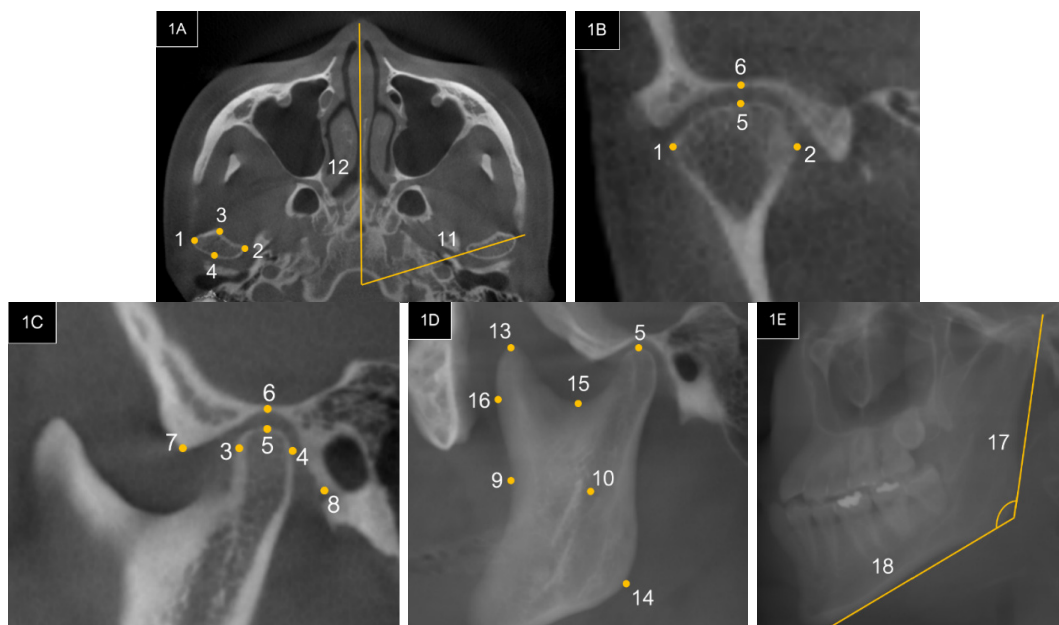
A TMJ morphological study can be performed using different methods, i.e., a dry skull, conventional two-dimensional images, or three-dimensional images. However, cone beam computed tomography (CBCT) provides better precision for investigating the TMJ area than a panoramic radiograph.<sup>10</sup> The multiplanar reconstruction images of a CBCT have a lower radiation dose than conventional computed tomography.<sup>11</sup> Moreover, the TMJ measurements using CBCT images are highly accurate compared with those of the actual TMJ.<sup>12</sup> To the best of our knowledge, the TMJ and mandibular morphology in Thai skeletal Class III asymmetric patients investigated using CBCT has not been reported. Thus, the purpose of this study was to compare the TMJ and mandibular dimensions between groups of Thai symmetric skeletal Class III patients and asymmetric skeletal Class III patients using CBCT. This information can provide reference data for diagnosis and treatment planning in skeletal Class III patients with and without asymmetry.

## Materials and methods

This study was a retrospective study that measured the TMJ and mandibular dimensions using CBCT images of skeletal Class III Thai patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU 2020-114). The sample size was forty patients (eighty CBCT images) calculated by the difference between two independent mean formulas using 0.05 alpha level, 0.2 beta level together with the means and standard deviations of the condylar length from the study of Alhammadi *et al.*<sup>2</sup> Eighty CBCT images of the TMJs from 40 patients were taken at the Department of Radiology with a standard protocol between January 2013–October 2021 by two CBCT machines, i.e., 3D Accuitomo 170 (J. Morita, Kyoto, Japan) with 90 kVp, 5–10 mA, 17.5 sec scanning time, 17x12 mm field of view (FOV), and 0.25 mm voxel size and i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) with 120 kVp, 3–8 mA, 7.4 sec scanning time, 23x17 mm FOV, and 0.25 mm voxel size. The CBCT images of the left and right TMJs were randomly selected and analyzed with a purposive requirement. The inclusion criteria comprised 1) Thai patients, 2) Age  $\geq$  20 years, 3) Skeletal Class III categorized by Wits appraisal (value less than

-5 mm), 4) No history of trauma, 5) No history of TMJ or mandible surgery, 6) No TMJ and mandible pathology based on the CBCT images and medical record, 7) No congenital abnormality of the TMJ and mandible. The exclusion criteria comprised 1) Pseudo Class III malocclusion, 2) Low-quality CBCT image, 3) Medical history of systemic diseases that affect the development of the TMJ and mandible. The symmetric group was classified by a Menton deviation  $\leq 3$  mm from the midsagittal plane and the asymmetric group had a Menton deviation  $> 3$  mm from the midsagittal plane. Based on these criteria, 80 CBCT images of 20 symmetry patients (nine males, 11 females), and 20 asymmetric patients (eight males, 12 females), aged 20–42 years, mean age  $25.45 \pm 6.05$  years, were obtained. The TMJ and mandibular images were classified into eight subgroups: 1) male left side, 2) male right side, 3) male deviated side, 4) male non-deviated

side, 5) female left side, 6) female right side, 7) female deviated side and 8) female non-deviated side. The CBCT images were oriented and measured using Infinitt® PACS software (Version 1.0 Infinitt Healthcare Co., Ltd., Seoul, Korea). The linear and angular measurements were performed using multiplanar reconstruction images when each plane was perpendicular to the other planes. The TMJ and mandibular dimensions were separately measured on the left and right sides. In the axial slice, the distance of the structures was measured after the maximum width was determined in the sagittal and coronal slices. The sagittal slice measurements were made after adjusting the Frankfort horizontal plane parallel to the floor. The CBCT landmarks and measurements are demonstrated in Figure 1A to 1E and Table 1, respectively. All measurements were performed by a single examiner. The examiner performed a single measure for each measurement.



**Figure 1A** 1) Point No.1 Most lateral point of the condyle 2) Point No.2 Most medial point of the condyle  
3) Point No.3 Most anterior point of the condyle 4) Point No.4 Most posterior point of the condyle  
5) Line No.11 The line connecting the medial and lateral point of the condyle 6) Line No.12 Midsagittal plane

**Figure 1B** 1) Point No.1 Most lateral point of the condyle 2) Point No.2 Most medial point of the condyle  
3) Point No.5 Most superior point of the condyle 4) Point No.6 Deepest point of the Glenoid fossa

**Figure 1C** 1) Point No.3 Most anterior point of the condyle 2) Point No.4 Most posterior point of the condyle  
3) Point No.5 Most superior point of the condyle 4) Point No.6 the deepest point of the Glenoid fossa  
5) Point No.7 Articular eminence 6) Point No.8 Postglenoid tubercle

**Figure 1D** 1) Point No.9 Coronoid notch 2) Point No.10 Lingula 3) Point No.13 Most superior of the Coronoid process  
4) Point No.14 Gonion 5) Point No.15 Deepest point of the Sigmoid notch 6) Point No.16 Anterior surface of the Coronoid notch at the deepest point of the Sigmoid notch level

**Figure 1E** 1) Line No.17 Posterior ramus plane 2) Line No.18 Mandibular plane



## Statistical analysis

Intraclass correlation coefficient (ICC) was used to analyze the intra-examiner and inter-examiner reliabilities. To evaluate the intra-examiner reliability, ten randomly selected samples were re-measured by the investigator within two weeks and analyzed using ICC. The inter-examiner reliability was evaluated by ICC that compared the measurements from the ten randomly selected samples between the investigator and the experienced radiologist. The normality test of the measurements was analyzed by the Shapiro-Wilk test. The difference in linear and angular measurements was analyzed by

one-way ANOVA. Post hoc analysis was performed by the LSD test. The Kruskal Wallis H test was used to compare the linear and angular measurements between groups when the Shapiro-Wilk test showed that the variable was not normally distributed. The correlation among the linear and angular measurements was analyzed using Pearson's correlation. Spearman correlation was used to analyze the measurements when the variable was not normally distributed. The statistical analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 22.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Significance was defined at  $p < 0.05$ .

**Table 1** Measurement definitions

Measurements (Abbreviation)	Definition
Mediolateral condylar width (ML)	No.1 to No.2 distance
Anteroposterior condylar width (AP)	No.3 to No.4 distance
Condylar height (CoH)	No.5 perpendiculars to the line paralleled Frankfort horizontal plane and passed through No.15 distance
Condylar axis (CoA)	Angle intersected between No.11 and No.12
Coronal condylar angle (Cor)	Angle intersected between the line passed through No.1 to No.5 and the line passed through No.2 to No.5
Sagittal condylar angle (Sag)	Angle intersected between the line passed through No.4 to No.5 and the line passed through No.4 to No.5
Superior joint space (SS)	No. 5 perpendiculars to fossa distance
Anterior joint space (AS)	No. 3 perpendiculars to fossa distance
Posterior joint space (PS)	No. 4 perpendiculars to fossa distance
Anterior fossa inclination (AFI)	Angle intersected between the line passed through No.6 to No.7 and the line passed through No.7 to No.8
Posterior fossa inclination (PFI)	Angle intersected between the line passed through No.6 to No.8 and the line connecting No.7 to No.8
Glenoid fossa depth (FD)	No.6 perpendiculars to the line passed through No.7 and No.8 distance
Coronoid width (CW)	No.15 to No.16 distance
Coronoid height (CH)	No.13 perpendiculars to the line passed through No.15 and No.16
Ramus width (RW)	No.9 to posterior ramus border distance
Ramus height (RH)	No.14 perpendiculars to the line paralleled Frankfort horizontal plane and passed through No.15 distance
Mandibular height (MH)	No.14 to No.5 distance
Gonial angle (GO)	Angle intersected between No.17 and N.18
Lingula position (Li)	No.10 perpendiculars to the line paralleled Frankfort horizontal plane and passed through No.15 distance

## Results

The ICC results were good-excellent for the intra-examiner reliability (0.843–0.993) and inter-examiner reliability (0.833–0.980). Comparing the temporomandibular joint

and mandibular measurements demonstrated that the mediolateral condylar width of the male non-deviated side was significantly higher compared with the male left

side ( $p = 0.003$ ), male right side ( $p = 0.009$ ), female left side ( $p = 0.006$ ), female right side ( $p = 0.001$ ), female deviated side ( $p = 0.001$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.004$ ). Moreover, the anteroposterior condylar width of the male non-deviated side was significantly higher compared with the male left side ( $p = 0.016$ ), male right side ( $p < 0.001$ ), male deviated side ( $p = 0.024$ ), female left side ( $p = 0.002$ ), female right side ( $p = 0.001$ ), female deviated side ( $p < 0.001$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.003$ ). The ramus height of the male non-deviated side was significantly higher compared with the female left side ( $p = 0.007$ ), female right side ( $p = 0.003$ ), female deviated side ( $p = 0.029$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.027$ ). The ramus height of the male right side was significantly higher compared with the female left side ( $p = 0.013$ ), female right side ( $p = 0.006$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.048$ ). The ramus height of the male deviated side was significantly higher compared with the female left side ( $p = 0.025$ ) and female right side ( $p = 0.014$ ). The ramus width of the male deviated side group was significantly higher compared with the female left side ( $p = 0.010$ ), female right side ( $p = 0.011$ ), female deviated side ( $p = 0.012$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.008$ ). The ramus width of the male non-deviated side was significantly higher compared with the female left side ( $p = 0.019$ ), female right side ( $p = 0.020$ ), female deviated side ( $p = 0.022$ ), and female

non-deviated side ( $p = 0.015$ ). The coronal condylar angle of the male deviated side was significantly lower compared with the female left side ( $p = 0.039$ ).

The coronoid width of the female left side and right side was significantly lower compared with the male right side, male deviated side, and male non-deviated side. The mandibular height of the female left side was significantly lower compared with the male left side ( $p = 0.028$ ), male right side ( $p = 0.012$ ), male deviated side ( $p = 0.004$ ), male non-deviated ( $p < 0.001$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.005$ ). The mandibular height of the female right side was significantly lower compared with the male left side ( $p = 0.045$ ), male right side ( $p = 0.020$ ), male deviated side ( $p = 0.007$ ), male non-deviated ( $p < 0.001$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.009$ ). The mandibular height of the female deviated side was significantly lower compared with the male right side ( $p = 0.039$ ), male deviated side ( $p = 0.013$ ), male non-deviated ( $p < 0.001$ ), and female non-deviated side ( $p = 0.019$ ). There were no significant differences between groups for the condylar axis, sagittal condylar angle, superior joint space, anterior joint space, posterior joint space, condylar height, glenoid fossa depth, coronoid height, coronoid width, anterior fossa inclination, posterior fossa inclination, lingula, and gonial angle (Table 2, 3, and 4).

**Table 2** Mean and standard deviation (SD) value of TMJ and mandibular measurements in males

Measurements	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
	Male left side		Male right side		Male deviated side		Male non-deviated side	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ML (mm)	17.16	1.49	17.55	1.57	18.63	2.33	19.86	1.87
AP (mm)	7.87	0.52	7.17	0.95	7.92	1.45	9.19	1.72
CoH (mm)	21.47	3.65	20.10	4.10	21.01	4.13	22.66	3.54
CoA (°)	73.23	10.98	68.65	9.23	71.61	7.05	72.59	8.43
Cor (°)	117.39	7.54	116.30	5.95	112.80	8.33	110.09	9.33
Sag (°)	99.33	10.83	104.60	6.99	109.34	8.75	112.23	9.76
SS (mm)	1.68	0.41	1.68	0.50	2.10	0.49	2.16	0.73
AS (mm)	2.31	0.42	2.26	0.43	2.31	0.56	2.23	0.67
PS (mm)	1.96	0.58	2.00	0.36	1.78	0.77	1.84	0.69
AFI (°)	51.05	5.96	51.91	6.31	52.46	3.96	51.75	4.85

**Table 2** Mean and standard deviation (SD) value of TMJ and mandibular measurements in males (cont.)

Measurements	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
	Male left side		Male right side		Male deviated side		Male non-deviated side	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
PFI ( ° )	34.59	3.42	33.28	3.98	36.95	2.81	36.01	3.52
FD (mm)	11.82	1.25	12.01	1.17	11.72	0.67	11.68	0.95
CH (mm)	11.47	2.24	10.81	1.67	13.31	3.29	9.90	2.57
CW (mm)	18.89	2.21	19.30	1.62	20.53	3.22	21.24	3.82
RH (mm)	39.26	6.03	41.63	5.56	41.25	3.34	42.27	3.53
RW (mm)	31.26	4.31	30.69	3.60	33.09	4.46	32.72	3.74
MH (mm)	62.04	7.70	62.85	7.91	64.09	6.34	67.03	4.22
GO ( ° )	130.69	6.88	129.56	5.07	130.00	4.85	132.76	7.89
Li (mm)	21.60	3.60	22.88	4.08	22.27	2.07	21.93	2.17

SD indicates standard deviation

**Table 3** Mean and standard deviation (SD) value of the TMJ and mandibular measurements in females

Measurements	Group 5		Group 6		Group 7		Group 8	
	Female left side		Female right side		Female deviated side		Female non-deviated side	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ML (mm)	17.54	1.34	17.12	1.75	17.17	2.00	17.48	1.77
AP (mm)	7.58	0.89	7.46	0.76	7.43	1.16	7.65	1.07
CoH (mm)	18.91	3.93	19.58	4.32	17.57	3.36	21.71	2.71
CoA ( ° )	69.31	6.52	69.29	7.44	68.67	9.32	72.28	7.36
Cor ( ° )	125.23	10.23	122.61	16.30	115.41	8.96	114.57	6.58
Sag ( ° )	106.27	8.87	105.04	8.34	106.44	8.98	110.50	5.03
SS (mm)	1.80	0.68	1.86	0.67	1.88	0.56	1.60	0.36
AS (mm)	2.45	0.62	2.36	0.39	2.09	0.57	1.76	0.36
PS (mm)	2.34	0.60	2.45	0.45	1.82	0.57	1.86	0.55
AFI ( ° )	50.94	6.88	52.51	7.10	53.51	3.51	51.73	4.16
PFI ( ° )	37.01	5.08	34.96	3.42	35.70	2.68	35.79	1.75
FD (mm)	10.47	1.19	11.36	1.27	11.16	0.78	11.25	1.10
CH (mm)	10.17	1.77	10.36	2.36	12.33	3.00	11.24	3.84
CW (mm)	16.71	2.58	16.90	1.98	18.26	2.16	17.74	2.03
RH (mm)	36.56	4.51	36.05	4.27	37.77	3.34	37.71	4.17
RW (mm)	29.15	1.98	29.18	2.20	29.30	2.60	29.08	2.74
MH (mm)	56.62	4.33	57.10	3.86	57.87	4.36	63.15	3.73
GO ( ° )	127.79	5.67	128.07	6.06	128.42	6.46	130.32	5.23
Li (mm)	21.55	3.34	20.98	2.56	20.55	2.50	20.80	2.16

SD indicates standard deviation

**Table 4** Comparison of the temporomandibular joint and mandibular measurements

Measurement	Comparison between groups
ML (mm)	1-4 ( $p = 0.003$ ) <sup>‡</sup> , 2-4 ( $p = 0.009$ ) <sup>‡</sup> , 4-5 ( $p = 0.006$ ) <sup>‡</sup> , 4-6 ( $p = 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-7 ( $p = 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-8 ( $p = 0.004$ ) <sup>‡</sup>
AP (mm)	1-4 ( $p = 0.016$ ) <sup>‡</sup> , 2-4 ( $p < 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 3-4 ( $p = 0.024$ ) <sup>‡</sup> , 4-5 ( $p = 0.002$ ) <sup>‡</sup> , 4-6 ( $p = 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-7 ( $p < 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-8 ( $p = 0.003$ ) <sup>‡</sup>
CoH (mm)	NS
CoA ( ° )	NS
Cor ( ° )	3-5 ( $p = 0.039$ ) <sup>††</sup>
Sag ( ° )	NS
SS (mm)	NS
AS (mm)	NS
PS (mm)	NS
AFI ( ° )	NS
PFI ( ° )	NS
FD (mm)	NS
CH (mm)	NS
CW (mm)	NS
RH (mm)	2-5 ( $p = 0.013$ ) <sup>‡</sup> , 2-6 ( $p = 0.006$ ) <sup>‡</sup> , 2-8 ( $p = 0.048$ ) <sup>‡</sup> , 3-5 ( $p = 0.025$ ) <sup>‡</sup> , 3-6 ( $p = 0.014$ ) <sup>‡</sup> , 4-5 ( $p = 0.007$ ) <sup>‡</sup> , 4-6 ( $p = 0.003$ ) <sup>‡</sup> , 4-7 ( $p = 0.029$ ) <sup>‡</sup> , 4-8 ( $p = 0.027$ ) <sup>‡</sup>
RW (mm)	3-5 ( $p = 0.010$ ) <sup>‡</sup> , 3-6 ( $p = 0.011$ ) <sup>‡</sup> , 3-7 ( $p = 0.012$ ) <sup>‡</sup> , 3-8 ( $p = 0.008$ ) <sup>‡</sup> , 4-5 ( $p = 0.019$ ) <sup>‡</sup> , 4-6 ( $p = 0.020$ ) <sup>‡</sup> , 4-7 ( $p = 0.022$ ) <sup>‡</sup> , 4-8 ( $p = 0.015$ ) <sup>‡</sup>
MH (mm)	1-5 ( $p = 0.028$ ) <sup>‡</sup> , 1-6 ( $p = 0.045$ ) <sup>‡</sup> , 2-5 ( $p = 0.012$ ) <sup>‡</sup> , 2-6 ( $p = 0.020$ ) <sup>‡</sup> , 2-7 ( $p = 0.039$ ) <sup>‡</sup> , 3-5 ( $p = 0.004$ ) <sup>‡</sup> , 3-6 ( $p = 0.007$ ) <sup>‡</sup> , 3-7 ( $p = 0.013$ ) <sup>‡</sup> , 4-5 ( $p < 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-6 ( $p < 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 4-7 ( $p < 0.001$ ) <sup>‡</sup> , 5-8 ( $p = 0.005$ ) <sup>‡</sup> , 6-8 ( $p = 0.009$ ) <sup>‡</sup> , 7-8 ( $p = 0.019$ ) <sup>‡</sup>
GO ( ° )	NS
Li (mm)	NS

Group 1, male left side; Group 2, male right side; Group 3, male deviated side; Group 4, male non-deviated side;

Group 5, female left side; Group 6, female right side; Group 7, female deviated side; Group 8, female non-deviated side

<sup>‡</sup>Significant difference between groups ( $p < 0.05$ , ANOVA, LSD test)

<sup>††</sup>Significant difference between groups ( $p < 0.05$ , Kruskal Wallis H test)

NS, No significant group differences at .05 level

The correlation of the temporomandibular joint and mandibular measurements in skeletal Class III symmetry revealed that the lingula position was highly correlated with the ramus height ( $r = .743$ ). The mandibular

height of the skeletal Class III symmetry showed a high correlation with the ramus width ( $p = 0.798$ ) and height ( $p = 0.740$ ). (Table 5).

**Table 5** Correlation of the TMJ and mandibular measurements of Skeletal Class III symmetry patients

Measurement	RH	MH	Li	SS	AS	PS
ML (mm)	.216 <sup>‡</sup>	.226 <sup>‡</sup>	-.186 <sup>‡</sup>	.081 <sup>‡</sup>	.211 <sup>‡</sup>	.040 <sup>‡</sup>
AP (mm)	.303 <sup>‡</sup>	.279 <sup>‡</sup>	.136 <sup>‡</sup>	.175 <sup>‡</sup>	-.017 <sup>‡</sup>	.269 <sup>‡</sup>
CoH (mm)	-.158 <sup>‡</sup>	.418 <sup>‡</sup>	-.453 <sup>‡</sup>	-.521 <sup>‡</sup>	.319 <sup>‡</sup>	-.075 <sup>‡</sup>
CoA ( ° )	.026 <sup>‡</sup>	.076 <sup>‡</sup>	.372 <sup>‡</sup>	-.054 <sup>‡</sup>	.002 <sup>‡</sup>	-.089 <sup>‡</sup>
Cor ( ° )	-.196 <sup>‡</sup>	-.475 <sup>‡</sup>	-.038 <sup>‡</sup>	.377 <sup>‡</sup>	-.158 <sup>‡</sup>	.291 <sup>‡</sup>
Sag ( ° )	-.243 <sup>‡</sup>	-.175 <sup>‡</sup>	.555 <sup>‡</sup>	-.305 <sup>‡</sup>	-.039 <sup>‡</sup>	.135 <sup>‡</sup>
SS (mm)	.288 <sup>‡</sup>	.054 <sup>‡</sup>	.139 <sup>‡</sup>	1 <sup>‡</sup>	.179 <sup>‡</sup>	.189 <sup>‡</sup>
AS (mm)	.024 <sup>‡</sup>	.367 <sup>‡</sup>	-.287 <sup>‡</sup>	.179 <sup>‡</sup>	1 <sup>‡</sup>	.210 <sup>‡</sup>

**Table 5** Correlation of the TMJ and mandibular measurements of Skeletal Class III symmetry patients (cont.)

Measurement	RH	MH	Li	SS	AS	PS
PS (mm)	-.198 <sup>‡</sup>	-.134 <sup>‡</sup>	.320 <sup>‡</sup>	.189 <sup>t</sup>	.210 <sup>t</sup>	1 <sup>‡</sup>
AFI ( ° )	.289 <sup>t</sup>	.299 <sup>t</sup>	.249 <sup>t</sup>	.324 <sup>t</sup>	.255 <sup>t</sup>	-.224 <sup>t</sup>
PFI ( ° )	.036 <sup>‡</sup>	-.071 <sup>t</sup>	.602 <sup>‡</sup>	.050 <sup>t</sup>	-.174 <sup>t</sup>	-.281 <sup>‡</sup>
FD (mm)	.555 <sup>‡</sup>	.581 <sup>t</sup>	.337 <sup>‡</sup>	.029 <sup>t</sup>	.174 <sup>t</sup>	-.258 <sup>‡</sup>
CH (mm)	.064 <sup>‡</sup>	-.031 <sup>t</sup>	.558 <sup>‡</sup>	.006 <sup>t</sup>	-.283 <sup>t</sup>	-.013 <sup>‡</sup>
CW (mm)	.541 <sup>t</sup>	.548 <sup>t</sup>	.158 <sup>t</sup>	.148 <sup>t</sup>	.287 <sup>t</sup>	-.130 <sup>t</sup>
RH (mm)	1 <sup>‡</sup>	.740 <sup>t</sup>	.743 <sup>‡</sup>	.288 <sup>t</sup>	.024 <sup>t</sup>	-.198 <sup>‡</sup>
RW (mm)	.411 <sup>‡</sup>	.798 <sup>t</sup>	.639 <sup>‡</sup>	.010 <sup>t</sup>	.465 <sup>t</sup>	-.081 <sup>‡</sup>
MH (mm)	.740 <sup>t</sup>	1 <sup>t</sup>	.041 <sup>t</sup>	.054 <sup>t</sup>	.367 <sup>t</sup>	-.134 <sup>t</sup>
GO ( ° )	-.315 <sup>‡</sup>	-.475 <sup>t</sup>	-.086 <sup>‡</sup>	-.032 <sup>t</sup>	-.292 <sup>t</sup>	-.038 <sup>‡</sup>
Li (mm)	.743 <sup>‡</sup>	.041 <sup>t</sup>	1 <sup>‡</sup>	.139 <sup>t</sup>	-.287 <sup>t</sup>	.320 <sup>‡</sup>

The positive value is positive correlation; The negative value is a negative correlation

<sup>‡</sup>Pearson correlation; <sup>t</sup>Spearman correlation

## Discussion

This study compared the TMJ and mandible dimensions and angles between skeletal Class III patients with skeletal symmetry and asymmetry using CBCT. The intra-examiner and inter-examiner reliabilities were good-excellent in all parameters, indicating that the measurements were reliable. To explain the cause of the skeletal asymmetry, genetic factors play an important role. The expression of genes, such as NFATC1, SOX5, NBAS, and TCF7L1, was found to be associated with facial asymmetry phenotypes.<sup>13</sup> From an epidemiological perspective, patients with Skeletal Class III often exhibit greater skeletal asymmetry compared with those with Skeletal Class I or Class II.<sup>14</sup> The incidence of Class III malocclusion was higher in an Asian population compared with a Caucasian population and an African population.<sup>15,16</sup>

Focusing on the measurements, the comparison of the mediolateral condylar width across the different groups revealed that the mediolateral condylar width of the male non-deviated side was significantly higher compared with other groups, which coincides with a Taiwanese study.<sup>17</sup> Moreover, the anteroposterior condylar width was similar to the mediolateral condylar width. These findings suggested that the non-deviated side of the condylar head of males with skeletal Class III was the largest. However, a Turkish study found that there

was no relationship between condylar shape and sex.<sup>18</sup>

The coronal condylar angle of the male deviated side was significantly lower compared with the female left side. However, a Chinese study found no significant difference in coronal condylar shape between sexes.<sup>19</sup>

In the present study, there was no significant difference between groups in the anterior space, posterior space, and superior joint space, which corresponded with study of Taiwanese skeletal Class III patients.<sup>17</sup>

A study of the joint spaces in Egyptian patients found that skeletal Class III had a significantly lower superior joint space compared with skeletal Class I and Class II.<sup>2</sup> The condylar axis in our study showed no significant difference, which agrees with a Korean study.<sup>7</sup> However, the Taiwanese study found that the condylar axis of the non-deviated side was significantly higher compared with the symmetrical patients.<sup>17</sup> The ramus width in females was significantly lower compared with the male deviated and non-deviated sides, which corresponded with an Indian study, which reported that the ramus width was larger in males compared with females.<sup>20</sup> It was found that the ramus height of the male non-deviated side was significantly higher compared with the female groups. The ramus height in a Korean study aligned with our findings that the ramus height on the non-deviated side of

skeletal Class III asymmetric patients was higher compared with the deviated side.<sup>21</sup> This finding was similar to the Turkish study, which found that ramus height in males was higher than females.<sup>22</sup> In this investigation, a decrease in mandibular height in females without asymmetry compared with males was observed. This finding aligned with a previous study conducted on adult Egyptians that found a significant difference between sexes, indicating that ramus height in males was higher compared with females.<sup>23</sup> In a Korean adult female skeletal Class III report, there was a significantly shorter ramus height on the deviated side compared with the non-deviated side.<sup>24</sup> The condylar height from a Korean study showed that the condylar height was higher on the non-deviated side compared with the deviated side. Moreover, the condylar height between the left and right sides of skeletal Class I was significantly different was reported.<sup>21</sup> However, our study found no significant differences.

The results demonstrated that the correlation between the ramus height and lingula position in skeletal Class III symmetry patients was strong ( $r = .743$ ), indicating a relationship between the lingula vertical position and the ramus height. The joint space analysis results were similar to a previous study that found there was no correlation between the anterior, superior, and posterior joint spaces in Chinese skeletal Class I.<sup>25</sup> The present study provides reference data for evaluating the temporomandibular area and characteristics of the mandible in skeletal Class III patients. The skeletal morphology in Class III symmetry and asymmetry patients can be used for orthodontics-orthognathic surgery treatment planning and evaluating surgical outcomes. The limitation of the TMJ study using CBCT was the articular disc in case that the CBCT could not evaluate the soft tissue precisely as the MRI could. The further study should be performed using MRI and CBCT to evaluate the bony structures and the articular disc.

## Conclusions

Comparing the TMJ and mandible of Thai skeletal Class III patients with symmetry and asymmetry revealed

that the male non-deviated side exhibited the greatest mediolateral and anteroposterior condylar width, as well as the ramus height and the mandibular height. Thai skeletal Class III symmetry patients demonstrated a significant correlation between the lingula position and the ramus height, as well as between the mandibular height and the ramus height and between the mandibular height and the ramus width. This information can be useful to create the diagnostic criteria for TMJ and mandible dimensions among Thai skeletal Class III patients. The variability in TMJ and mandibular dimensions found in this study may be clinically important in orthodontic treatment planning and orthognathic surgery.

## Acknowledgements

We are grateful to Dr. Kevin Tompkins for his critical review and language revision of this manuscript. Funding resources

Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
Disclosure

The authors have no conflicts of interest regarding this study.

## References

1. Al-koshab M, Nambiar P, John J. Assessment of condyle and glenoid fossa morphology using CBCT in South-East Asians. *PLoS One* 2015;10(3):e0121682.
2. Alhammadi MS, Fayed MS, Labib A. Three-dimensional assessment of temporomandibular joints in skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusions: Cone beam computed tomography analysis. *J World Fed Orthod* 2016;5(3):80-86.
3. Neto J EC, Bueno M, Guedes O, Porto O, Pécora J. Mandibular condyle dimensional changes in subjects from 3 to 20 years of age using Cone-Beam Computed Tomography A preliminary study. *Dental Press J Orthod* 2010;15(5):172-81.
4. Karlo CA, Stolzmann P, Habernig S, et al. Size, shape and age-related changes of the mandibular condyle during childhood. *Eur Radiol* 2010;20(10):2512-7.
5. Hadjidakis DJ, Androulakis, II. Bone remodeling. *Ann N Y Acad Sci* 2006;1092:385-96.
6. Gomes AF, Nejaim Y, Brasil DM, et al. Assessment of Volume and Height of the Coronoid Process in Patients With Different Facial Types and Skeletal Classes: A Cone-Beam Computed Tomography Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73(7):1395 e1-5.

7. Kim HO, Lee W, Kook YA, Kim Y. Comparison of the condyle-fossa relationship between skeletal class III malocclusion patients with and without asymmetry: a retrospective three-dimensional cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod* 2013;43(5):209-17.
8. Larsen MK. Indications for orthognathic surgery-a review. *OHDM* 2017;16(2):1-13.
9. Crespo Trujillo AZ, López AF. Skeletal class III with laterognathia and lower facial third asymmetry. Surgical-orthodontic treatment. *Revista Mexicana de Ortodoncia* 2017;5(2):e120-e26.
10. Dahlstrom L, Lindvall AM. Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: reliability and validity in relation to tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1996;25(4):197-201.
11. Hintze H, Wiese M, Wenzel A. Cone beam CT and conventional tomography for the detection of morphological temporomandibular joint changes. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(4):192-7.
12. Honda K, Arai Y, Kashima M, et al. Evaluation of the usefulness of the limited cone-beam CT (3DX) in the assessment of the thickness of the roof of the glenoid fossa of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(6):391-95.
13. Rolfe S, Lee SI, Shapiro L. Associations Between Genetic Data and Quantitative Assessment of Normal Facial Asymmetry. *Front Genet* 2018;9:659.
14. Evangelista K, Teodoro AB, Bianchi J, et al. Prevalence of mandibular asymmetry in different skeletal sagittal patterns. *Angle Orthod* 2022;92(1):118-26.
15. Kapadia RM, Shah AP, Diyora SD, Rathva VJ. Non-surgical treatment of skeletal class III malocclusion. *BMJ Case Rep* 2014;2014.
16. Hardy DK, Cubas YP, Orellana MF. Prevalence of angle class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Open Journal of Epidemiology* 2012;02(04):75-82.
17. Chou ST, Wang JL, Chen SC, et al. Correlation between facial asymmetry of skeletal class III jaw relationship and morphology of the temporomandibular joint: A cone beam computed tomography study. *J Dent Sci* 2023;18(3):1031-41.
18. Tassoker M KA, Akin D, Sener S. evaluation of mandibular notch coronoid process and mandibular condyle configurations with cone beam computed tomography. *J Biomed Res* 2017;28(19):8327-35.
19. Mohsen AM, Ye J, Al-Nasri A, et al. Three-dimensional evaluation of the mandibular condyle in adults with various skeletal patterns. *Korean J Orthod* 2023;53(2):67-76.
20. Sairam V, Geetha Malika MV, Kumar PB, Naresh G, Raju GP. Determination of sexual dimorphism in humans by measurements of mandible on digital panoramic radiographs. *Contemp Clin Dent* 2016;7(4):434-39.
21. Lee H, Bayome M, Kim SH, et al. Mandibular dimensions of subjects with asymmetric skeletal class III malocclusion and normal occlusion compared with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(2):179-85.
22. Okkesim A, Sezen Erhamza T. Assessment of mandibular ramus for sex determination: Retrospective study. *J Oral Biol Craniofac Res* 2020;10(4):569-72.
23. Motawei SM, Helaly AMN, Aboelmaaty WM, et al. Length of the ramus of the mandible as an indicator of chronological age and sex: A study in a group of Egyptians. *Forensic Sci Int* 2020;2.
24. Baek S-H, Cho I-S, Chang Y-I, Kim M-J. Skeletodental factors affecting chin point deviation in female patients with class III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(5):628-39.
25. Abdulqader AA, Ren L, Alhammadi M, Abdu ZA, Mohamed AAS. Three-dimensional analysis of temporomandibular joint in Chinese adults with normal occlusion and harmonious skeleton. *Oral Radiol* 2020;36(4):371-82.

## ความเที่ยงตรงในการใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ที่สร้างจากการพิมพ์สามมิติ: การศึกษาในมนุษย์

### Usage accuracy of the Newly Developed 3D-printed Intraoral Surveyor: An *In Vivo* Study

ธนาภรณ์ มหาสุรชัยกุล<sup>1</sup> และ สุพาณี บุรณธรรม<sup>1</sup>

Tanaporn Mahasurachaiikul<sup>1</sup> and Supanee Buranadham<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา ประเทศไทย

<sup>1</sup>Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงในการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในปาก โดยเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ที่ทำการปรับปรุงและพัฒนาจากเครื่องมือของ Dountraiphop และคณะ สร้างขึ้นหล່อบนและล่างจากอาสาสมัคร จำนวน 3 ราย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาทันตกรรมประดิษฐ์จำนวน 1 คน ทำการวาดเส้นสำรวจบนซี่ฟันที่กำหนดตามแนวการสำรวจที่กำหนดไว้ ด้วยเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมของเนย์ ได้เส้นสำรวจอ้างอิง (Sr) และทำการสแกนขึ้นหล่อทั้ง 6 ซี่นเป็นไฟล์อ้างอิง ให้นักศึกษาทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาทันตกรรมประดิษฐ์อาสาสมัครจำนวน 3 คน ใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ตามแนวการสำรวจที่กำหนดไว้ ทำการสำรวจฟันในช่องปากอาสาสมัครได้เส้นสำรวจในปาก (Si) เมื่อเสร็จสิ้นการสำรวจ ทำการสแกนฟันที่มีเส้นสำรวจด้วยเครื่องพิมพ์แบบสามมิติ ทำความสะอาดฟันอาสาสมัครเมื่อเปลี่ยนทันตแพทย์อาสาสมัครผู้ใช้เครื่อง จับคู่ซ้อนทับไฟล์สแกนในช่องปากกับไฟล์อ้างอิงและทำการจับภาพหน้าจอ นำภาพวิเคราะห์ความสอดคล้องของเส้นสำรวจ Si และ Sr ในแต่ละด้านศึกษา ผลการศึกษาพบเส้นสำรวจที่ไม่ซัด ร้อยละ 3.01 ของด้านศึกษาทั้งหมด พบการซ้อนทับของเส้น Si และ Sr อย่างสมบูรณ์ตลอดเส้น ร้อยละ 80.56 ของด้านศึกษาทั้งหมด และค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นของเส้น Si และ Sr เท่ากับ 0.949 แสดงให้เห็นว่าเส้นสำรวจที่ได้จากการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่มีความสอดคล้องกับเส้นสำรวจที่ได้จากการใช้เครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมในระดับดีมาก ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้สรุปได้ว่า เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่มีความเที่ยงตรงอยู่ในระดับสูง และให้ลักษณะเส้นสำรวจในปากที่ใกล้เคียงกับเส้นสำรวจที่ได้จากเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิม

**คำสำคัญ :** เครื่องสำรวจความขนาน, เครื่องสำรวจความขนานในปาก, ความเที่ยงตรงของเส้นสำรวจ

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the *in vivo* accuracy of a newly developed 3D-printed intraoral surveyor, initially proposed by Dountraiphop et al. The surveyor had been modified to enhance its functionality. For each of the three subjects, a set of upper and lower study models was created. A prosthodontist was asked to use a Ney surveyor to draw survey lines (Sr) on designated teeth in each model at a predetermined path. All models were digitally scanned to serve as reference files. Three prosthodontic graduate students then used the intraoral surveyor to draw survey lines (Si) on the assigned tooth surfaces along the same path for each subject. Both arches were scanned with an intraoral scanner immediately after each student's surveying procedure, and the teeth were cleaned with pumice before another operator conducted the next surveying procedure. Each digitally scanned file was superimposed onto its corresponding reference file in the same position. Images of the studied surfaces were captured to evaluate the agreement between Si and Sr lines on each assigned tooth surface. The study found



that ill-defined Si lines appeared on 3.01 percent of the studied tooth surfaces, while complete overlapping of Si and Sr lines was observed on 80.56 percent of the surfaces. The agreement between Si and Sr lines was excellent, with an intraclass correlation coefficient of 0.949. Within the study's limitations, it was concluded that the newly developed intraoral surveyor was highly accurate in creating survey lines intra-orally, providing similar results to those of a conventional surveyor.

**Keywords:** Surveyor, Intraoral surveyor, Survey line validity

Received date: July 29, 2024

Revised date: Oct 23, 2024

Accepted date: Oct 30, 2024

Doi: 10.14456/jdat.2025.4

#### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สุพานี บุรณธรรม, สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90112 ประเทศไทย โทรศัพท์: 086-821-0824 โทรสาร: 074-429874 อีเมล: bsupanee@hotmail.com

#### Correspondence to:

Supanee Buranadham, Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90112 Thailand. Tel: 086-821-0824 Fax: 074429874 Email: bsupanee@hotmail.com

## บทนำ

การทำฟันเทียมบางส่วนถอดได้ จำเป็นต้องมีการหล่อฟันธรรมชาติเพื่อให้ได้เค้ารูปฟันหลักที่เหมาะสมในการรองรับส่วนประกอบต่าง ๆ ของฟันเทียม เพื่อให้ได้วิถีการใส่ฟันเทียม (path of insertion) ตามที่วางแผนและได้ฟันเทียมที่มีประสิทธิภาพ บ่อยครั้งที่ทันตแพทย์กรอปรับรูปร่างฟันได้ไม่สอดคล้องตามที่วางแผน ทำให้ช่างทันตกรรมไม่สามารถวางส่วนประกอบต่าง ๆ ในตำแหน่งที่เหมาะสมได้ ส่งผลให้ฟันเทียมไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร วิธีหนึ่งที่ทันตแพทย์นิยมใช้ในการตรวจสอบขั้นตอนดังกล่าว คือ การพิมพ์แบบเพื่อนำไปขึ้นหล่อ (cast) มาสำรวจด้วยเครื่องสำรวจความขนานนอกปาก<sup>1</sup> หรือในปัจจุบันใช้เครื่องพิมพ์แบบดิจิทัลสร้างรอยพิมพ์แบบดิจิทัลที่สามารถตรวจสอบโดยใช้ซอฟต์แวร์ในคอมพิวเตอร์<sup>2-4</sup> เมื่อพบว่าลักษณะเส้นสำรวจที่ได้อาจไม่เหมาะสม ทันตแพทย์ต้องนัดผู้ป่วยมาทำการกรอปรับแต่งฟันเพิ่มเติม<sup>5</sup> อย่างไรก็ตามในคลินิกส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องสำรวจความขนานนอกช่องปากให้ใช้งาน ส่วนเครื่องพิมพ์แบบดิจิทัลยังมีการใช้งานจำกัดเนื่องจากมีราคาสูง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการศึกษาและออกแบบเครื่องมือช่วยในการสร้างแนวขนานในปาก (intraoral paralleling device) และเครื่องสำรวจความขนานในปาก (intraoral surveyor) เพื่อช่วยในการเตรียมฟันในบางฟันเทียมบางส่วนติดแน่น หรือฟันเทียมบางส่วนถอดได้ โดยวัตถุประสงค์ของเครื่องมือใช้เป็นแนวทางสำหรับกรอแต่งฟัน<sup>5-13</sup> ใช้ยึดกับเครื่องมือกรอแต่งฟันเพื่อให้สามารถกรอแต่งรูปร่างได้โดยตรงตามแนวที่วางแผน<sup>14-16</sup> หรือใช้สร้างเส้นสำรวจบนตัวฟันโดยตรง<sup>17-20</sup> กลุ่มเครื่องมือที่สามารถใช้สร้างเส้นสำรวจ

บนตัวฟันโดยตรง มีการนำด้ามแปร่งต่าง ๆ มาดัดแปลงใช้งานแบบง่าย ๆ เช่น ประยุกต์ใช้ด้ามแปร่งชอกฟันกับไส้ดินสอดสี<sup>19</sup> หรือใช้ด้ามแปร่งสีฟันร่วมกับไส้ดินสอด (intraoral recontouring aid, IRA)<sup>18</sup> ถ่ายทอดความสัมพันธ์ของฟันหลักในชั้นหล่อไปยังฟันหลักในปาก ซึ่งจะได้วิถีการใส่ฟันเทียมโดยประมาณจากทิศทางการวางมือ

Doungtraiphop และคณะ<sup>17</sup> ทดสอบความแม่นยำ (precision) ของการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในหัวหุ่นจำลอง โดยเปรียบเทียบลักษณะเส้นสำรวจบนชั้นหล่อที่ได้จากเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่และที่ได้จากเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมของเนย์ พบว่าการทำงานของอาสาสมัครแต่ละคน ให้ค่าความแม่นยำของเครื่องมือในระดับดีมาก โดยพบว่าเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่สามารถใช้สำรวจความป่องนูนของฟันในทุกด้านได้ไม่แตกต่างจากเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมเมื่ออยู่ในแนวสำรวจเดียวกัน สามารถใช้งานได้ครอบคลุมบริเวณต่าง ๆ ในปาก ทั้งในขากรรไกรบนและล่าง และสามารถใช้งานได้โดยผู้ใช้ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้รายงานถึงปัญหาต่าง ๆ ที่พบในการใช้งาน เช่น ไส้ดินสอดหักขณะใช้งาน และข้อต่อต่าง ๆ ที่ทำจากเรซินไม่แข็งแรง เป็นต้น นอกจากนี้ยังไม่มี การทดสอบการใช้งานจริงในมนุษย์

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพัฒนาเครื่องสำรวจความขนานของ Doungtraiphop และคณะ<sup>17</sup> และทดสอบการใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ที่ปรับปรุงแล้วในมนุษย์ โดยเปรียบเทียบเส้นสำรวจที่วาดโดยตรงในปาก กับเส้น

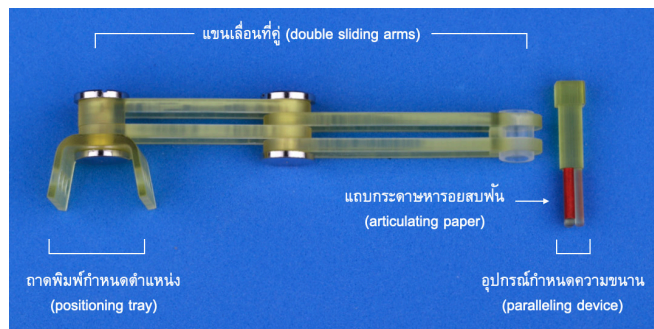
สำรวจที่วาดด้วยเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมบนชิ้นหล่อในแนวสำรวจเดียวกัน สมมติฐานของงานวิจัยนี้คือ เส้นสำรวจบนซี่ฟันในปากจากการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ไม่แตกต่างจากเส้นสำรวจบนชิ้นหล่อจากการใช้เครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมของเนย์

## วัสดุและวิธีการ

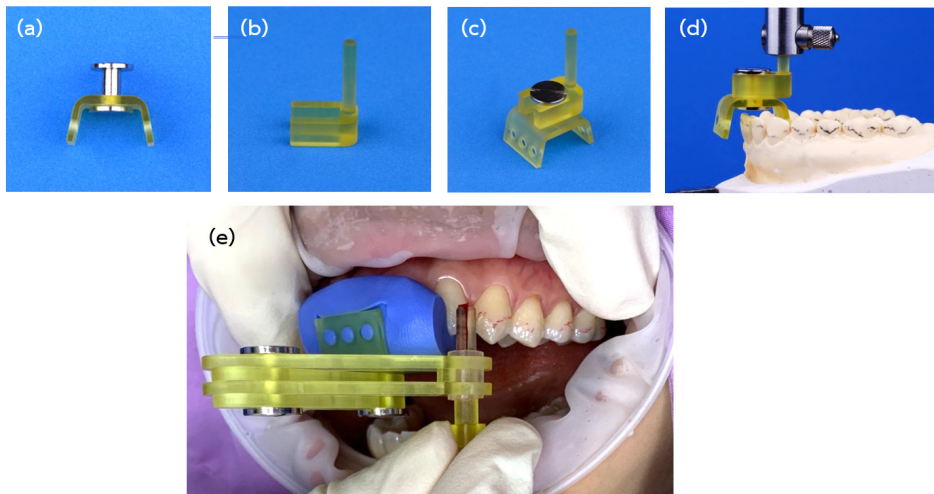
งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เลขที่ EC6603-014

การปรับปรุงและการสร้างเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่นี้ปรับปรุงจากเครื่องสำรวจความขนานของ Doungraiphop และคณะ<sup>17</sup> โดยประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ส่วน ได้แก่ ถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง (positioning tray) แขนเลื่อนที่คู่ (double sliding arms) และอุปกรณ์กำหนดความขนาน (paralleling device) โดยเปลี่ยนอุปกรณ์

กำหนดความขนานจากการใช้ไส้ดินสอด่เป็นที่ยึดจับกระดาษกัดสบ (articulating paper) ทำการปรับและเขียนแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงานด้วยแอปพลิเคชัน Shapr3D (Shapr3DZrt., István Csanády, Budapest, Hungary) เป็นไฟล์สามมิติ นำไปพิมพ์ขึ้นรูปด้วยวัสดุเรซิน (HT100 Heat-resistance Resin, Resione<sup>®</sup>, Dongguan Godsaid Technology Co., Guangdong, China) โดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ (ASIGA MAX, Sydney, Australia) ประกอบชิ้นส่วนเข้ากับนอตโลหะ พร้อมใช้งานจะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1 และมีอุปกรณ์กำหนดความขนานจากเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิม เรียกว่า เครื่องมือถ่ายโอน (transferring tool) ใช้ร่วมกับถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง โดยใช้วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดพุดดี (Siligum-Putty impression material, DMG Chemisch-Pharmazeutische Corp., Hamburg, Germany) เมื่อนำไปยึดกับฟันในช่องปากจะควบคุมให้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ อยู่ในแนวที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่  
Figure 1 Components of the newly developed intraoral surveyor



รูปที่ 2 การใช้ถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งและเครื่องมือถ่ายโอน; (a) ถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งยึดกับนอตโลหะ (b) เครื่องมือถ่ายโอน (c) ถาดพิมพ์ถ่ายโอน (d) ถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งยึดกับแขนแนวตั้งของเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิม โดยอยู่ในแนวตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน (e) การใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในปาก

Figure 2 Method to use positioning tray and transferring tool; (a) The positioning tray being attached to metal screw and nut, (b) The transferring tool, (c) The transferring tool being attached to the positioning tray, (d) The positioning tray attached to a vertical arm of a dental surveyor, perpendicularly to the occlusal plane, (e) Intraoral usage of the newly developed intraoral surveyor

## การศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในมนุษย์

อาสาสมัครจำนวน 3 คน ที่มีฟันธรรมชาติทั้งปากหรือหายไปบางส่วน โดยฟันไม่มีลักษณะการสึกที่ผิดปกติทั้งด้านบดเคี้ยวและด้านข้างโดยรอบของฟัน ลักษณะฟันมีความป่อง (เส้นสำรวจอยู่บนตัวฟันหรือห่างจากคอฟันอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร) สามารถอ้าปากได้ปกติ ไม่มีปัญหาข้อต่อขากรรไกร พิมพ์แบบฟันบนและล่างของอาสาสมัครทั้ง 3 คน ด้วยอัลจินเนต (Alginate, Alginoplast<sup>®</sup>, Kulzer, Hanau, Germany) และเทขึ้นหล่อด้วยพลาสติกหินชนิดที่ 4 (Gypsum stone type IV, Atlas, Pink, Thailand) จำนวน 1 ชุดต่อคน นำขึ้นหล่อของอาสาสมัครแต่ละคนมาติดตั้งบนเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมของเนย์กำหนดวิธีการสำรวจ (surveying

path) ให้ตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน (occlusal plane) ให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาทันตกรรมประดิษฐ์ 1 คน ใช้เครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมวาดเส้นสำรวจฟันบนขึ้นหล่อทั้ง 6 ชั้นด้วยไส้ดินสอดำ จากนั้นสร้างดัชนี (index) บนถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง จำนวน 3 ชั้นต่อขากรรไกรตามแนวการสำรวจ (1 ชั้นสำหรับทันตแพทย์แต่ละราย) โดยกำหนดตำแหน่งการวางถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง และชี้ฟันที่วาดเส้นสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 1 และนำขึ้นหล่อทั้งหมดไปสแกนด้วยเครื่องสแกนสามมิติทางห้องปฏิบัติการ (E4 lab scanner; Trios<sup>®</sup>, 3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) เป็นไฟล์ภาพสามมิตินามสกุล .dcm เส้นสำรวจที่วาดบนขึ้นหล่อ เรียกว่าเส้นสำรวจอ้างอิง (reference survey line, Sr)

ตารางที่ 1 ตำแหน่งการวางถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง และด้านสำรวจบนซี่ฟันที่กำหนดในอาสาสมัครแต่ละราย

Table 1 Tray positions and studied surfaces of assigned teeth in each subject

Subject	Arches	Tray position	Assigned teeth		Total number of surfaces
			Buccal and lingual surfaces	Labial surfaces	
1	Ui	Incisal region	17, 16, 15, 14, 24, 25, 26	13, 23	16
	Li	Incisal region	37, 36, 35, 44, 45, 46, 47	33	15
2	Up	Canine-Premolar region	17, 16, 23, 25, 26, 27	11, 21, 22	15
	Lp	Canine-Premolar region	37, 36, 43, 45, 46, 47	41, 42	14
3	Um	Molar region	17, 16, 15, 14, 13, 23, 24	12, 11, 21, 22	18
	Lm	Molar region	37, 36, 35, 34, 33, 43, 44	32, 31, 41, 42	18

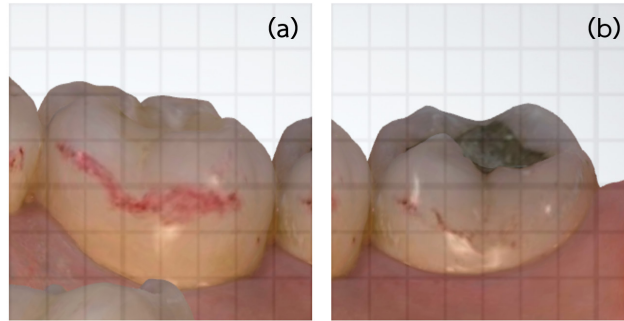
นักศึกษาทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาทันตกรรมประดิษฐ์อาสาสมัครจำนวน 3 คน ได้รับเอกสารประกอบการสาธิตวิธีการใช้งาน และฝึกใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในโมเดลฟัน (dentoforn) ก่อนทำในอาสาสมัคร ในการศึกษาจะสร้างเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ 1 เครื่องสำหรับอาสาสมัครแต่ละราย ก่อนเริ่มการสำรวจซี่ฟันทำความสะอาดฟันอาสาสมัครเป่าลม และดูดน้ำลายให้บริเวณที่สำรวจแห้ง ติดตั้งแถบกระดาษทรายอบฟัน (Bausch Arti-fo<sup>®</sup>, Nashua, USA) เข้กากับอุปกรณ์กำหนดความขนานกำหนดให้หันด้านสีแดงออก ในการสำรวจจะให้ทันตแพทย์อาสาสมัครสวมดัชนีบนถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งที่ได้รับสำหรับอาสาสมัครแต่ละรายให้เข้ากับฟัน และทำการสำรวจฟันในบริเวณที่กำหนดตามเอกสารชี้แจงที่ได้รับ เมื่อเสร็จสิ้นการสำรวจ ผู้วิจัยใช้เครื่องพิมพ์แบบสามมิติ (Trios<sup>®</sup>, 3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) สแกนขากรรไกรตามคำแนะนำของบริษัท เป็นไฟล์ภาพสามมิตินามสกุล .dcm โดยเส้นสำรวจที่วาดบนฟันโดยทันตแพทย์อาสาสมัครจะ เรียกว่า เส้นสำรวจในปาก (intra-oral survey line, Si) หลังจากนั้นผู้วิจัยทำความสะอาดฟันเซตเส้นสำรวจออก เปลี่ยนทันตแพทย์อาสาสมัครคนต่อไปโดย

ดำเนินกระบวนการเช่นเดิม หลังเสร็จสิ้นการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ให้ทันตแพทย์อาสาสมัครและอาสาสมัครทำแบบสอบถามความพึงพอใจและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานการบันทึกข้อมูล

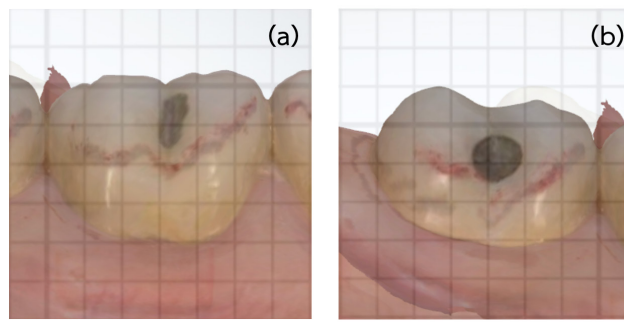
ใช้โปรแกรม 3Shape Dental System (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) จับคู่ระหว่างไฟล์ขึ้นหล่อและไฟล์สแกนในปากให้ซ้อนทับ (superimposed) กันสมบูรณ์ โดยปรับหมุนให้อยู่ในด้านที่ต้องการ จากนั้นนำภาพกริด (grid) ในรูปแบบไฟล์ .jpg มาซ้อนทับโดยใช้โปรแกรม Overlay2-1 (Colin Thomas Photography Ltd., London, United Kingdom) ปรับขนาดภาพกริดให้แบ่งฟันที่ศึกษาเป็น 6 ส่วนอย่างเท่ากันในแนวใกล้กลางไกลกลาง (mesio-distal) จับภาพหน้าจอ (screen capture) ได้ภาพสองมิติในรูปแบบไฟล์ .jpg โดยทุกภาพของแต่ละด้านที่มีเส้นสำรวจจะมีลักษณะเดียวกันและมีขนาดเท่ากัน นำภาพสองมิติไปวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ImageJ (Rasband, W.S., U.S. National Institute of Health, Bethesda, Maryland, USA) ดังนี้ 1) ตรวจสอบความชัดของเส้นสำรวจในแต่ละด้านศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3 โดยลักษณะของเส้นที่ชัดคือ สามารถมองเห็นขอบเขตความหนาของ

เส้นโดยไม่ต้องทำการขยายภาพ 2) ตรวจสอบลักษณะการซ้อนทับของเส้น Si และ Sr ในแต่ละด้านศึกษาตั้งแต่แสดงในรูปที่ 4 โดยกำหนดว่าลักษณะของเส้นที่มีการซ้อนทับคือ จุดกึ่งกลางความหนาของเส้นห่างกันในแนวตั้งไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร 3) วัดระยะในแนวตั้ง

จากจุดอ้างอิงปลายฟันด้านบดเคี้ยวไปยังจุดกึ่งกลางความหนาของเส้น Si และ Sr ในตำแหน่งใกล้กลาง (M) กึ่งกลาง (Mid) และไกลกลาง (D) ของฟันตามแนวภาพกริดดังแสดงในรูปที่ 5

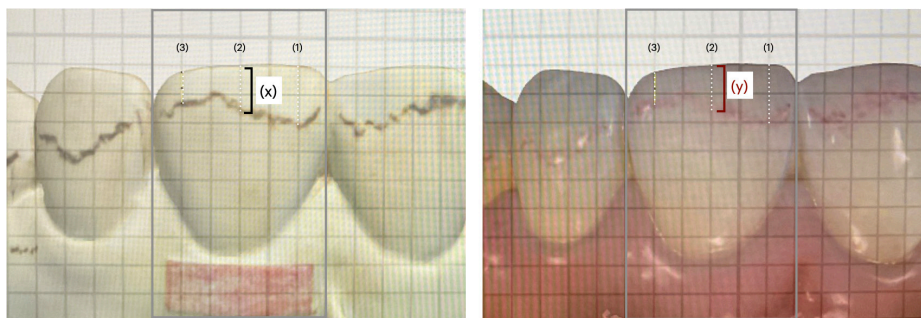


รูปที่ 3 ตัวอย่างเส้นสำรวจ Si บนพื้นทางด้านลิ้น; (a) มีความชัดของเส้นสำรวจตลอดทั้งเส้นและ (b) มีเส้นสำรวจที่ไม่ชัด บริเวณกึ่งกลางและไกลกลาง 1/3  
Figure 3 Examples of Si line on lingual surface of a tooth; (a) well-defined line, (b) ill-defined line in middle and distal 1/3 regions



รูปที่ 4 ตัวอย่างการซ้อนทับของเส้น Si (แดง) และ Sr (ดำ) บนพื้นทางด้านแก้ม; (a) มีการซ้อนทับอย่างสมบูรณ์และ (b) มีการซ้อนทับไม่สมบูรณ์ โดยเส้น Si อยู่เหนือเส้น Sr บริเวณกึ่งกลางและไกลกลาง 1/3

Figure 4 Examples of Si (red) and Sr (black) lines overlapping on buccal surface of a tooth; (a) complete overlapping, (b) incomplete overlapping with Si line located above Sr line in middle and distal 1/3 regions



รูปที่ 5 การวัดระยะในแนวตั้งของเส้นสำรวจบนชิ้นหล่อและฟันของอาสาสมัคร โดยจุดอ้างอิง (1), (2), และ (3) คือจุดอ้างอิงปลายฟันด้านบดเคี้ยวที่ใช้ในการวัดตำแหน่งใกล้กลาง กึ่งกลาง และไกลกลาง ตามลำดับ และระยะ (x) และ (y) คือระยะจากจุดอ้างอิงถึงกึ่งกลางเส้น Sr (ดำ) และ Si (แดง) ตามลำดับ

Figure 5 The vertical distance measurements of a survey line on a study model and a subject: (1), (2), and (3) are the reference points used to measure the distance at mesial, middle and distal regions, respectively. (x) and (y) are the vertical distances of Sr (black) and Si (red) lines, respectively

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

รายงานความถี่ของเส้นสำรวจที่ไม่ชัด วิเคราะห์การซ้อนทับของเส้นสำรวจจากอัตราส่วนความยาวเส้น Si และ Sr ที่ซ้อนทับและความยาวทั้งหมดของเส้น Sr และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของ

เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่กับเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิม จากการเปรียบเทียบระยะแนวตั้งจากจุดอ้างอิงปลายฟันด้านบดเคี้ยวไปยังเส้น Si และ Sr ในตำแหน่งต่าง ๆ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation: ICC) ที่ระดับ

ความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 หากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ต่ำกว่า 0.50 ถือว่าความสอดคล้องในระดับต่ำ และตั้งแต่ 0.50 0.75 และ 0.90 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องกันในระดับพอใช้ดี และดีมากตามลำดับ<sup>21</sup>

## ผลการศึกษา

พบเส้นสำรวจที่ไม่ชัด ร้อยละ 3.01 ของด้านศึกษาทั้งหมด 864 ด้าน โดยพบในขากรรไกรล่างมากกว่าขากรรไกรบน การวางถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งที่ฟันกรามน้อยพบเส้นสำรวจที่ไม่ชัดมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

จากด้านศึกษาทั้งหมด 864 ด้าน พบการซ้อนทับของเส้น Si และ Sr อย่างสมบูรณ์ตลอดเส้น 696 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ของด้านศึกษาทั้งหมด ในด้านที่มีการซ้อนทับไม่สมบูรณ์พบว่า เส้น Si อยู่สูงกว่าเส้น Sr ไปทางด้านบนเคี้ยว ร้อยละ 85.12

ลักษณะที่มีการซ้อนทับไม่สมบูรณ์พบในขากรรไกรบนมากกว่าขากรรไกรล่าง การวางถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งที่ฟันกรามน้อยพบการซ้อนทับไม่สมบูรณ์มากที่สุด เมื่อพิจารณาตามทันตแพทย์ผู้ใช้เครื่องมือ พบการซ้อนทับไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 15.63 ถึง 23.61 ดังแสดงในตารางที่ 3

การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของเส้นสำรวจที่ได้จากเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่เทียบกับเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมในทุกขากรรไกรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ภายในชั้น ได้ค่า ICC เท่ากับ 0.949 โดยขากรรไกรบนและล่างมีค่า ICC เท่ากับ 0.944 และเท่ากับ 0.959 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ตามถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งที่ฟันหน้า ฟันกรามน้อยและฟันหลัง พบว่ามีค่า ICC เท่ากับ 0.936, 0.968 และ 0.947 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ตามผู้ใช้เครื่องมือ พบว่ามีค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.939 ถึง 0.960 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นของเส้น Si และ Sr และค่าร้อยละของเส้น Si ไม่ชัด

Table 2 Intraclass correlation coefficient (ICC) of Si and Sr lines and number of surfaces with ill-defined Si lines

Categories		Number of surfaces	Number of measurements	ICC (95% CI)	Ill-defined line (%)
Arches	Ui	48	144	0.922 (0.878-0.948)	2.78
	Li	45	135	0.952 (0.893-0.974)	3.70
	Up	45	135	0.983 (0.954-0.992)	0.74
	Lp	42	126	0.938 (0.898-0.961)	10.32
	Um	54	162	0.909 (0.832-0.945)	0
	Lm	54	162	0.969 (0.935-0.982)	1.85
Type of arches	Upper	147	441	0.944 (0.906-0.964)	1.13
	Lower	141	423	0.959 (0.926-0.975)	4.96
Tray position	Incisal region	93	279	0.936 (0.894-0.958)	3.23
	Canine-Premolar region	87	261	0.968 (0.942-0.981)	5.36
	Molar region	108	324	0.947 (0.902-0.968)	0.93
Operator	1	96	288	0.960 (0.916-0.977)	3.47
	2	96	288	0.955 (0.923-0.971)	2.78
	3	96	288	0.939 (0.901-0.960)	2.78
Overall		288	864	0.949 (0.907-0.968)	3.01

Average measures, two-way mixed effects model, absolute agreement

ICC = intraclass correlation coefficient, CI = confidential interval, p-value < 0.01

U and L indicated upper, lower arch

i, p, m indicated locations of positioning tray on incisal, canine-premolar and molar region, respectively

ตารางที่ 3 แจกแจงจำนวนด้านตามลักษณะการซ้อนทับของเส้น Si และ Sr

Table 3 Number of surfaces with complete and incomplete overlapping of Si and Sr lines

Categories	Incomplete survey lines overlapping (surfaces)														Total surfaces	
	Complete survey lines overlapping				Buccal				Lingual				Total	%		
	M	Mid	D	M	Above	Below	M	Mid	D	M	Above	Below				M
Arches	Uj	4	10	3	3	4	1	1	3	3	3	3	3	28	19.44	144
	Li	1	7	2	2	2			2	2	2	2	2	16	11.85	135
	Up	2	7	3	1	3	1	1	3	6	2	2	2	28	20.74	135
	Lp	4	10	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	30	23.81	126
	Um	11	14	8		1			1	2	1	1	1	37	22.84	162
	Lm	4	11	3	1	2	2	2	4	2	2	2	2	29	17.90	162
Type of arches	U	17	31	14	1	8	2	2	8	10	2	2	2	93	21.09	441
	L	9	28	7	3	6	1	1	8	9	2	2	2	75	17.73	423
Tray position	i	5	17	5		6	1	1	5	5	5	5	5	44	15.77	279
	p	6	17	5	3	5	2	2	5	11	4	4	4	58	22.22	261
	m	15	25	11	1	3			6	3	2	6	3	66	20.73	324
Subject	1	7	24	5	1	5	1	1	5	5	1	1	1	55	19.10	288
	2	10	12	7		4	1	1	4	4	1	2	2	45	15.63	288
	3	9	23	9	3	5	1	1	7	10	1	1	1	68	23.61	288
Total		26	59	21	4	14	3	3	16	19	4	4	4	168	19.44	864

U and L indicated upper, lower arch

i, p, m indicated locations of positioning tray on incisal, canine-premolar and molar region, respectively

Above, Below indicated the position of Si as related to Sr line, towards occlusal surfaces.

M, Mid, D indicated the location on each surface where mesial 1/3, middle 1/3 and distal 1/3, respectively

## บทวิจารณ์

การปรับปรุงและทดสอบเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ เพื่อใช้ประเมินความขนานผิวฟันและเค้ารูปฟัน ช่วยในการเตรียมฟันหลักในงานฟันเทียมบางส่วนถอดได้ เครื่องมือที่ใช้ต้องมีขนาดเล็ก มีความแข็ง (rigidity) เพื่อไม่ให้บิดงอขณะใช้งาน และราคาไม่แพง โดยปรับปรุงเครื่องสำรวจความขนานในปาก ซึ่งออกแบบโดย Doungtraiphop และคณะ<sup>17</sup> และนำไปทดสอบใช้งานจริงในอาสาสมัคร โดยเปลี่ยนส่วนข้อต่อทั้งหมดเป็นนอตโลหะ ทำให้บริเวณข้อต่อมีความแข็งแรงมากขึ้นและใช้งานสั้นขึ้น สร้างอุปกรณ์กำหนดความขนานแบบใหม่ที่สามารถยึดจับแถบกระดาษหารอยสบฟัน แทนการใช้ไส้ดินสอดที่หักง่ายและไม่ค่อยติดสีที่ฟัน ทำให้สามารถวาดเส้นบนฟันธรรมชาติได้ง่ายและมีความแข็งแรง ซึ่งสามารถใช้กับแถบกระดาษหารอยสบฟันทั่วไปที่มีใช้ในคลินิก อย่างไรก็ตามควรทำให้บริเวณซี่ฟันสะอาดและแห้งก่อนทำการสำรวจความขนานเพื่อให้ติดสีได้ง่ายและได้เส้นสำรวจที่ชัด และผู้ใช้เครื่องสามารถเปลี่ยนแถบกระดาษหารอยสบฟันได้ตลอดการใช้งาน ทำการดัดแปลงแบบเพื่อให้พอดีกับชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลง และสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติม ได้แก่ เครื่องมือถ่ายโอนใช้ถ่ายทอดแนวจากเครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมไปยังฟันในปาก และสร้างแถบกำหนดตำแหน่ง 3 ขนาดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ มีข้อดี คือ ทำให้สามารถเลือกขนาดได้เหมาะกับฟันและขากรรไกรของผู้ป่วย เพื่อให้เครื่องมือมีขนาดเล็กที่สุดแต่สามารถยึดจับบนฟันได้ดีและเห็นพื้นที่ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแนะนำให้ผู้ใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ตรวจสอบตำแหน่งของแถบกำหนดตำแหน่งที่ยึดกับฟันให้เข้าที่ทุกครั้งก่อนเริ่มการสำรวจ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของเส้นสำรวจ นอกจากนี้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ยังสามารถนำไปใช้สำรวจขึ้นหล่อได้เช่นเดียวกับเครื่องสำรวจความขนานนอกช่องปาก

การสร้างเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ด้วยเครื่องมือสามมิติด้วยวัสดุเรซิน มีข้อดี คือ สร้างขึ้นงานได้ง่าย มีน้ำหนักเบา ราคาถูก เมื่อเทียบกับวัสดุโลหะ แต่มีข้อจำกัดคือความแข็งแรงขึ้นกับน้ำยาเรซินที่ใช้ โดยวัสดุเป็นโพลีเมอร์ทำให้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงจะทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวได้ อย่างไรก็ตามเมื่ออ้างอิงตามแนวทางในการทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้อ<sup>22</sup> ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลาง (semi-critical items) ที่ไม่มีการรุกรานเข้าไปในเนื้อเยื่อในช่องปาก วัสดุดังกล่าวสามารถฆ่าเชื้อโดยใช้ยาฆ่าเชื้อ (disinfection) ในกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์, ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และเอทิลแอลกอฮอล์ได้ ในการศึกษาทำให้ผู้ใช้เครื่องมือศึกษามีวิธีการใช้ได้รับการสาธิตวิธีการใช้ และมีการฝึกใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่

ในโมเดลฟันก่อนการปฏิบัติจริงในอาสาสมัคร เพื่อให้ผู้วิจัยวิธีการทำงานของเครื่องสำรวจความขนานและสามารถใช้งานได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดของการใช้เครื่องมือ เช่น อ้าปากได้ปกติ และไม่มีการซ้อนของฟันในระดับรุนแรงเพื่อให้สามารถติดตั้งแถบกำหนดตำแหน่งได้เสถียร โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย เพื่อลดปัจจัยรบกวนจากข้อจำกัดของเครื่องมือ สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลเส้นสำรวจในการศึกษานี้ใช้เครื่องมือแบบสามมิติและเครื่องสแกนสามมิติทางห้องปฏิบัติการซึ่งมีความเที่ยงตรงและแม่นยำเพียงพอต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์<sup>23</sup>

การใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในขากรรไกรบนและวางแถบกำหนดตำแหน่งที่ฟันหลัง มีความชัดของเส้นอย่างสมบูรณ์ในทุกด้าน ส่วนเส้นสำรวจที่ไม่ชัดคิดเป็นร้อยละ 3.01 ของด้านศึกษาทั้งหมด พบในขากรรไกรล่างและวางแถบกำหนดตำแหน่งที่ฟันกรามน้อยมากที่สุด ซึ่งสาเหตุความไม่ชัดของเส้นสำรวจอาจเกิดจากความยากง่ายของการใช้เครื่องมือในตำแหน่งฟันกรามน้อยที่อยู่กึ่งกลางขากรรไกรทำให้การใช้งานยากกว่าการวางเครื่องมือไปด้านใดด้านหนึ่ง ส่วนขากรรไกรล่างเป็นตำแหน่งใกล้เคียง ซึ่งอาจควบคุมการใช้เครื่องมือได้ยาก และในบริเวณที่มีน้ำลายมาก จะทำให้การติดสีของแถบกระดาษหารอยสบฟันไม่ชัดเจน นำการดูน้ำลายบ่อย ๆ และเป่าฟันให้แห้งก่อนการสร้างเส้นสำรวจ ซึ่งการปรับปรุงปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น และใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในบริเวณดังกล่าวจะทำให้ได้เส้นสำรวจที่ชัดขึ้น

การวิเคราะห์การซ้อนทับของเส้นสำรวจในปากและเส้นสำรวจอ้างอิง พบการซ้อนทับไม่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 19.44 ของด้านศึกษาทั้งหมด โดยส่วนใหญ่พบลักษณะของเส้น Si อยู่สูงกว่าเส้น Sr ไปทางด้านบนเดี่ยวน ซึ่งสาเหตุความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากหลายปัจจัย กล่าวคือ 1) ปัจจัยด้านวัสดุที่ใช้ทำเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ทำมาจากเรซิน ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เล็กน้อยเมื่อมีแรงมากระทำ สามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ให้มีความแข็งแรงขึ้น เช่น ใช้โลหะ เป็นต้น 2) ปัจจัยด้านการใช้งาน นำอุปกรณ์กำหนดความขนานเข้าใกล้ฟันก่อน ทำให้แถบกระดาษหารอยสบฟันบนอุปกรณ์กำหนดความขนานสัมผัสกับฟันที่อยู่เหนือส่วนป้องกัน สามารถป้องกันได้โดยเน้นย้ำการใช้งาน โดยเริ่มจากตำแหน่งที่อุปกรณ์กำหนดความขนานอยู่ในระนาบเดียวกับฟันก่อนแล้วค่อยเคลื่อนเข้าหาฟัน เพื่อให้ติดสีบริเวณส่วนป้องกันของฟัน 3) ปัจจัยความยืดหยุ่นของวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดพุดตีที่ใช้ร่วมกับแถบกำหนดตำแหน่ง ในการยึดจับฟันหลักเพื่อควบคุมให้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่อยู่ในแนวที่

กำหนด สามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนไปใช้วัสดุที่มีความแข็ง (rigid) มากขึ้น หรือยืดหยุ่นลดลง เช่น แพทเทินเรซิน (pattern resin) แต่การใช้แพทเทินเรซินจะมีข้อจำกัดคือ การเอาออกจากถาดพิมพ์ กำหนดตำแหน่ง ทำได้โดยการกรอหรือการเผาวัสดุออก ซึ่งอาจมีผลต่อถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งที่ทำจากเรซินได้ อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดพุดดีที่มีความหนาเพียงพอจะมีความแข็ง (rigid) มากขึ้น ยืดหยุ่นลดลง และแนะนำให้ตรวจสอบความแนบของถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่งก่อนและขณะการใช้งานทุกครั้ง จากข้างต้น ความคลาดเคลื่อนของเส้นสำรวจที่เกิดขึ้นในลักษณะดังกล่าว เมื่อนำเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ไปใช้ในขั้นตอนการเตรียมฟัน อาจทำให้ทันตแพทย์เข้าใจว่าความป่องของฟันอยู่สูงและอาจกรอฟันเพิ่มโดยไม่จำเป็น แต่อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนดังกล่าวพบน้อย และสามารถลดได้ถ้าปรับปรุงปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น

จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของเส้นสำรวจ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์ภายในชั้น พบว่าอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่สามารถใช้สำรวจความนูนป่องของฟันได้ไม่แตกต่างจากการใช้เครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมที่ใช้นอกปากเมื่ออยู่ในวิถีสำรวจเดียวกัน และเมื่อจำแนกการวิเคราะห์ตามขากรรไกรบนและล่าง หรือตามการวางถาดพิมพ์กำหนดตำแหน่ง รวมทั้งการใช้งานของทันตแพทย์แต่ละคน พบว่ามีความเที่ยงตรงอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่สามารถใช้งานได้ครอบคลุมบริเวณต่าง ๆ ในช่องปากทั้งขากรรไกรบนและล่าง รวมทั้งฟันหน้าและฟันหลัง และสามารถใช้งานได้โดยผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาปัญหาและข้อเสนอแนะในการออกแบบสอบถาดหลังการใช้เครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ของทันตแพทย์อาสาสมัครและอาสาสมัคร พบปัญหาการใช้งานยากในบริเวณฟันหลัง แม้ว่าเครื่องมือจะมีขนาดเล็กแต่บริเวณฟันหลังที่พื้นที่จำกัด การใช้นิ้วมือจับอุปกรณ์กำหนดความขนานเพื่อสร้างเส้นสำรวจจึงทำได้ยาก มีคำแนะนำในการออกแบบเครื่องมือจากผู้ใช้ คือเพิ่มแกนจับ หรือใช้ปากคีบ (forceps) ในการจับอุปกรณ์ กำหนดความขนาน หรือลดความยาวของอุปกรณ์กำหนดความขนาน เพื่อให้สามารถเข้าสำรวจในบริเวณฟันหลังได้ง่ายขึ้น จึงมีแนวทางการแก้ไขหรือปรับปรุงเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ด้วยการสร้างอุปกรณ์กำหนดความขนานที่มีหลายขนาด โดยอาจมีขนาดที่สั้นลงอีกสำหรับการใช้สร้างเส้นสำรวจในฟันหลัง และออกแบบบริเวณที่จับของอุปกรณ์กำหนดความขนานให้มีลักษณะเป็นร่องเล็กน้อย เพื่อให้สามารถใช้ปากคีบในการช่วยจับได้สะดวกมากขึ้น ในอาสาสมัครพบปัญหาเรื่องเจ็บเหงือกในตำแหน่งฟันหลังสุดจากการใช้เครื่องมือที่ผู้ใช้อาจมองไม่ชัด และการใช้งานในผู้ป่วยที่อ้าปากได้น้อยหรือขากรรไกรล่างที่มีน้ำลายเยอะ การพิมพ์แบบและเทขึ้นหล่อเพื่อไป

ใช้เครื่องสำรวจความขนานนอกปากอาจเป็นวิธีที่ง่ายกว่า ข้อจำกัดของการใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ คือ ไม่สามารถตรวจสอบส่วนคอดเนื้อเยื่อ (tissue undercut) ได้

## บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้งานเครื่องสำรวจความขนานในปากชนิดใหม่ในปากให้ลักษณะเส้นสำรวจบนฟันที่มีความเที่ยงตรงไม่แตกต่างจากเส้นสำรวจบนชั้นหลังจากการใช้เครื่องสำรวจความขนานแบบดั้งเดิมของเนย์เมื่ออยู่ในแนวหน้าเดียวกัน

## เอกสารอ้างอิง

1. Bezzon OL, Mattos MGC, Ribero RF. Surveying removable partial dentures: the importance of guiding planes and path of insertion for stability. *J Prosthet Dent* 1997;78(4):412-8.
2. Carbajal Mejia JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent* 2017;118(3):392-9.
3. Loney RW, Lee CJ, Michaud PL. Digital scanning to aid guiding plane and rest seat preparations for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 2017;118(5):581-583.
4. Bai H, Ye H, Chen H, Wang Y, Zhou Y, Sun Y. Preparing guiding planes for removable partial dentures: an *in vitro* comparison between assisted CAD-CAM template procedure and freehand preparation. *J Dent* 2022;123:104166.
5. Vitsentzos SI. A new device to directly examine parallelism of abutment teeth. *J Prosthet Dent* 1989;61(5):531-4.
6. Canning T, O'Sullivan M. Acrylic resin jigs as an aid to parallel guiding plane preparation. *J Prosthet Dent* 2008;99(2):162-4.
7. Waghorn S, Kuzmanovic DV. Technique for preparation of parallel guiding planes for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 2004;92(2):200-1.
8. Haeberle CB, Abreu A, Metzler K. A Technique to Facilitate Tooth Modification for Removable Partial Denture Prosthesis Guide Planes: A Method of Tooth Modification for Guide Planes. *J Prosthodont* 2016;25(5):414-7.
9. Bass EV, Kafalias MC. Controlled tooth and mouth preparation for fixed and removable prostheses. *J Prosthet Dent* 1988;59(3):276-80.
10. O'Meehan PD, Behrend DA. The guide pin technique for paralleling abutment preparations. *J Prosthet Dent* 1983;50(6):780-3.
11. McCarthy MF. An intraoral surveyor. *J Prosthet Dent* 1989;61(4):462-4.
12. Patil P. Modified measuring compass as an intraoral paralleling device. *Indian J Dent Res* 2010;21(3):452-3.
13. Moschèn I, Berger P, Falk M, Hörl R, Hörl M, Gausch K. Comparison



of resin-bonded prosthesis groove parallelism with the use of four tooth preparation methods. *J Prosthet Dent* 1999;82(4):398-409.

14. Kopsiaftis CP. An intraoral paralleling instrument. *J Prosthet Dent* 1966;16(5):973-7.

15. Der Weg zur Perfektion und zufriedenen Patienten. Intraorale Parallelometer [Internet]. 2010 [cited 2022 Oct 17]. Available from: <https://www.ipm-2010.com/downloads/literatur>

16. Borges AB, Borges ALS, Uemura ES, de Arruda Paes-Júnior TJ, Tango RN, de Araújo JEJ, *et al.* Evaluation of a New Intraoral Paralleling Device for Creating Guiding Planes: A Pilot Study. *J Contemp Dent Pract* 2010;11(1):65-72.

17. Doungtraiphop K, Buranadham S, Daosodsai P. Comparison of Survey Lines Obtained from the Newly Developed Intra-oral Surveyor and A Convention Dental Surveyor: An *in vitro* study. *J Dent Assoc Thai* 2022;72(2):363-72.

18. Ivanhoe JR, Koka S. Intraoral recontouring aid. *J Prosthet Dent* 1996;75(4):443-5.

19. Netti CA, Skirvin DR, Phelan PR, Jones TK. A simplified intraoral surveying device. *J Prosthet Dent* 1992;67(6):870-2.

20. Sakornram R, Puasiri S, Aerarunchot S. Evaluation of the Survey Line Validity and Satisfaction When Using the Intraoral Surveyor Model II on the Customized Model. *Khon Kaen Dent J* 2019;22(2):89-100.

21. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med* 2016;15(2):155-63.

22. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and Sterilization in Health Care Facilities. *Infect Dis Clin North Am* 2016;30(3):609-37.

23. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *J Dent* 2018;69:110-8.

## บทวิทยากร

# การบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกสุขภาพเด็กดีและความสัมพันธ์ของ สภาวะฟันผุ การเจริญเติบโต และพัฒนาการ ในเด็ก 0 - 5 ปี

## Oral health Promotion Services in Well Child Clinics and an Association of Dental Caries, Growth and Development in 0 - 5 Years Old Children

วรรณพงษ์ ชลนภาสติชัย<sup>1,2</sup>, ทรงชัย ฐิติโสภณกุล<sup>3</sup>, สุกัญญา เขียววิวัฒน์<sup>3</sup>

Wannapong Chonnapasatid<sup>1,2</sup>, Songchai Thitasomakul<sup>3</sup>, Sukanya Tianviwat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพทันตกรรม สาขาทันตสาธารณสุข คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ประเทศไทย

<sup>1</sup>Residency Training Program in Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand

<sup>2</sup>สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสมุทรปราการ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ประเทศไทย

<sup>2</sup>Samutprakan Provincial Health Office, Muang, Samutprakan, Thailand

<sup>3</sup>สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ประเทศไทย

<sup>3</sup>Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฟันผุ (dmft) การเจริญเติบโตและ พัฒนาการของเด็ก 0-5 ปี จากฐานข้อมูลสุขภาพกระทรวงสาธารณสุข (Health Data Center, HDC) จังหวัดสมุทรปราการ วิธีการศึกษา ข้อมูลเด็กไทยอายุ 0-5 ปี ที่ได้รับบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟัน การประเมินการเจริญเติบโตและพัฒนาการในคลินิกสุขภาพเด็กดี ตั้งแต่ 1 ม.ค. 2561- 31 ธ.ค. 2563 ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) 54 แห่ง ใน 6 อำเภอของจังหวัดสมุทรปราการ จากแฟ้มข้อมูล 1. PERSON 2. DENTAL 3. PROCEDURE\_OPD 4. NUTRITION ที่เชื่อมโยงข้อมูลกันด้วยรหัสเลขบัตรประชาชน ประกอบด้วยตัวแปรการตรวจฟัน การสอนแปรงฟัน ความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์ การทาฟลูออไรด์วาร์นิช น้ำหนัก ส่วนสูง การประเมินพัฒนาการ ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์สภาวะฟันผุ (ค่าเฉลี่ย dmft) การได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก การเจริญเติบโต (ความสมส่วน) และพัฒนาการ ด้วยสถิติพรรณนา เป็นความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากกับค่าเฉลี่ย dmft ด้วยสถิติ Independent sample t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนฟันผุ (decay, d) ในกลุ่มเด็กที่มีพัฒนาการปกติ กลุ่มสงสัยช้ากว่าปกติ และกลุ่มพัฒนาการช้ากว่าปกติ ด้วยสถิติ ANOVA และหาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากกับสภาวะฟันผุ ในกลุ่มที่ปราศจากฟันผุ (dmft=0) และกลุ่มที่มีฟันผุ (dmft≥1) ด้วย Peason's chi-square test วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายสภาวะฟันผุด้วยการวิเคราะห์ถดถอย ลอจิสติกแบบ 2 กลุ่ม (Binary Logistic Regression) ทุกการวิเคราะห์กำหนดระดับช่วงความเชื่อมั่นที่  $\alpha < 0.05$  ผลการศึกษา มีเด็ก 34,678 คน พบเด็กฟันผุร้อยละ 31 มี dmft เฉลี่ย  $1.89 \pm 3.8$  ซึ่งต่อคน เด็กมีน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ ส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ รูปร่างสมส่วน และพัฒนาการปกติ ร้อยละ 65.8, 60.2, 62.2 และ 98.8 ตามลำดับ การบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากพบว่า โดยส่วนใหญ่ผู้ปกครองของเด็กที่มีอายุตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปีจะได้รับการสอนวิธีการแปรงฟันให้กับเด็ก และเด็กจะได้รับการทาฟลูออไรด์วาร์นิชในช่วงอายุ 1-2 ปี พบว่าเด็กที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากมีสภาวะฟันผุน้อยกว่า (ทั้งค่าเฉลี่ย dmft ที่น้อยและร้อยละของเด็กที่ปราศจากฟันผุที่สูงกว่าอีกกลุ่ม ( $p < 0.01$ ) อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าเด็กสูงมีสัดส่วนของฟันผุน้อยกว่า และเด็กที่มีน้ำหนักปกติตามเกณฑ์อายุและเด็กที่มีรูปร่างสมส่วนจะมีฟันผุน้อยกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักน้อยหรือมากกว่าเกณฑ์อายุ และรูปร่างผอมหรืออ้วน ( $p < 0.01$ ) การวิเคราะห์ถดถอยลอจิสติกให้ค่าสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของสองตัวแปร คือ เพศ การได้รับการสอนแปรงฟัน การทาฟลูออไรด์วาร์นิช อายุ

และรูปร่างของเด็ก มีความสัมพันธ์กับสภาวะฟันผุ สรุปได้ว่าเด็กที่ได้รับบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก ด้วยการได้รับการทาฟลูออไรด์ วาร์นิช และผู้ปกครองได้รับการสอนวิธีการแปรงฟันให้กับเด็ก ร่วมกับการเจริญเติบโตตามเกณฑ์ มีค่าเฉลี่ยฟันผุน้อยกว่า ดังนั้นการส่งเสริมสุขภาพช่องปากก็การส่งเสริมพัฒนาการและโภชนาการ ควรทำอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง

**คำสำคัญ :** การเจริญเติบโต, การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก, คลินิกเด็กดี, เด็กปฐมวัย, พัฒนาการ, ฟันผุ

## Abstract

To investigate the prevalence of dental caries (dmft), growth, and development of children aged 0-5 years, oral health promotion services, and the associations of dental caries status, growth and development, using data retrieved from the Health Data Center (HDC) of The Ministry of Public Health in Samut Prakan Province. Data of Thai children aged 0–5 years who received oral health promotion services and dental examinations, as well as growth and development assessments in Well Child Clinics from 1st January 2018 to 31st December 2020 were retrieved. These children were registered in 54 health-promoting sub-district hospitals across six districts in Samut Prakan province. The variables included dental examinations, tooth brushing instructions, need of fluoride, fluoride vanish applications, weight, height and developmental assessments, which were retrieved from 4 folders that is 1.PERSON 2.DENTAL 3.OPD\_PROCEDURE and 4. NUTRITION. These data were linked by personal identification number (PID). The correctness and completeness of the data were checked. Dental caries status (mean dmft), the receipt of oral health promotion services, growth (proportionality), and developmental assessments were analyzed using descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, and standard deviation. The relationship between oral health promotion and mean dmft was tested using the Independent Sample *t*-test. ANOVA was used to compare the number of decayed teeth (d) among children with normal development, suspected delayed development, and delayed development. The relationship between growth, as well as the receipt of oral health promotion, and dental caries in caries-free children (dmft=0) and those with caries (dmft≥1) was analyzed using Pearson's chi-square test. Binary logistic regression analysis was conducted to identify caries risk factors. All test were set at a significance level of  $\alpha < 0.05$ . 34,678 children were enrolled, 31% of whom had caries, with an average dmft=1.89±3.8. Normal weight for age, normal height for age, normal weight for height and normal development accounted for 65.8%, 60.2%, 62.2%, and 98.8%, respectively. Most parents of children between the ages of birth and 2 years received tooth brushing instruction, and children received fluoride varnish application between 1-2 years old. Children who received oral health promotion had significantly lower dental caries (both lower mean dmft and higher percentage of caries-free children,  $p < 0.01$ ). It was found that taller children had a lower proportion of dental caries. Furthermore, Children with normal weight for age and normal weight for height (proportionality body shape) had less dental caries than those who were underweight, overweight, thin or obese body shape ( $p < 0.01$ ). Binary logistic regression analysis gave a consistent result with bivariate analysis: gender, receiving tooth brushing instruction, fluoride varnish application, age, and the child's body shape, all of which were found to be associated with the dental caries status. Lower dmft children were found associated with oral health promotion services, including fluoride varnish application and tooth brushing instruction to their parent, as well as normal growth. Therefore, oral health promotion, development, along with nutrition promotion, should be integrated and continued.

**Keywords:** Growth, Oral health promotion, Well child clinics, Early childhood caries, Development

**ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:**

ทรงชัย ลีตโสมกุล, สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 ประเทศไทย  
โทรศัพท์: 074-287601 อีเมล: songchai.t@psu.ac.th

**Correspondence to:**

Songchai Thitasomakul, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat yai, Songkhla, 90110 Thailand. Tel: 074-287601 อีเมล: songchai.t@psu.ac.th

## บทนำ

จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดปริมณฑลที่เป็นเมืองอุตสาหกรรม มีประชากรวัยทำงานและมีเด็กปฐมวัย (อายุ 0-5ปี) อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก การสร้างเสริมสุขภาพให้เด็กมีร่างกายแข็งแรง โภชนาการที่ดี จะทำให้เด็กเติบโตมาเป็นประชากรที่มีคุณภาพ กระทรวงสาธารณสุขดูแลสุขภาพประชากรตั้งแต่การฝากครรภ์ กำหนดให้มีการตรวจสุขภาพช่องปากและให้ทันตสุขศึกษาแก่หญิงตั้งครรภ์ที่มาฝากครรภ์ในหน่วยบริการของรัฐให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพช่องปากด้วยมาตรการป้องกันฟันผุในเด็กเล็ก ที่เริ่มมีมาตั้งแต่แผนพัฒนาการสาธารณสุขฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535) การมีระบบหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (พ.ศ.2547) และการพัฒนาระบบบริการด้วยการยกระดับคลินิกเวชชน (EPI clinic) มาเป็นคลินิกสุขภาพเด็กดี (พ.ศ.2556) ในหน่วยบริการปฐมภูมิทุกแห่ง ทำให้ผู้ปกครองและเด็กปฐมวัยเข้าถึงบริการสุขภาพได้ง่ายโดยไม่มีค่าใช้จ่าย มีการให้บริการที่ครอบคลุมการดูแลสุขภาพอย่างเป็นองค์รวม ทั้งการฉีดวัคซีนป้องกันโรค การส่งเสริมโภชนาการ ประเมินการเจริญเติบโตด้วยการชั่งน้ำหนักวัดส่วนสูง ประเมินพัฒนาการตามอายุ การส่งเสริมสุขภาพช่องปากด้วยการตรวจฟัน การสอนแปรงฟันและทาฟลูออไรด์วาร์นิช<sup>1</sup> แต่ผลจากการบริการยังไม่บรรลุตามเป้าหมายของกระทรวงสาธารณสุข ข้อมูลจากฐานข้อมูลสุขภาพกระทรวงสาธารณสุข (Health Data Center, HDC)<sup>2</sup> รายงานข้อมูลสุขภาพในปี 2562 พบว่าเด็กอายุ 0-5 ปี ในจังหวัดสมุทรปราการได้รับการประเมินการเจริญเติบโตจากการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงร้อยละ 61.6 และมีเด็กสูงตีสัดส่วนเพียงร้อยละ 60 มีเด็กได้รับการคัดกรองพัฒนาการร้อยละ 77 พบเด็กพัฒนาการสงสัยล่าช้าร้อยละ 24 สูงกว่าเป้าหมายที่ต้องการไม่เกินร้อยละ 20 และจากการสำรวจสภาวะฟันผุของกลุ่มงานทันตสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสมุทรปราการในปี 2560 พบเด็ก 3 ปี มีค่าเฉลี่ยผุถลอก 3.5 ซี่ต่อคน และเป็น 3.2 ซี่ต่อคน ในปี 2562 ซึ่งใกล้เคียงกับการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติครั้งที่ 8 ปี 2560<sup>3</sup> ซึ่งยังจัดว่ามีฟันผุค่อนข้างสูง โรคฟันผุในเด็กก่อนวัยเรียน ทั้งที่ฟันเริ่มงอกและยังไม่เป็นรูตั้งแต่ 1 ด้านขึ้นไปหรือการมีฟันที่ถลอกไป

เนื่องจากผุ การมีฟันที่ได้รับการอุด ในฟันน้ำนมซี่ใด ๆ ก็ตามในเด็กอายุต่ำกว่า 72 เดือน จัดว่าเป็นโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย (early childhood caries)<sup>4</sup> มีสาเหตุจากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยจากพฤติกรรม การเลี้ยงดู การให้อาหารและนมแก่เด็ก อุบัติเหตุในการทำความสะอาดช่องปากให้กับเด็ก พื้นอารมณ์เด็ก (child temperament)<sup>5</sup> ซึ่งจัดเป็นปัจจัยในระดับบุคคลของเด็กเอง และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมอื่นตามทฤษฎีการสร้างเสริมสุขภาพเชิงนิเวศน์ (Ecological Model of Health Behavior) และกรอบแนวคิดเรื่องตัวกำหนดสุขภาพ (determinant of health) ได้อธิบายการเกิดโรคฟันผุจากพฤติกรรม และตัวกำหนดสุขภาพทางสังคม (social determinant of health)<sup>6</sup> นอกจากพฤติกรรมแล้ว ยังพบว่าโรคฟันผุมีความสัมพันธ์กับโภชนาการ พัฒนาการ พบว่าสภาวะทุพโภชนาการ รวมทั้งการเจริญเติบโตที่ล่าช้าสัมพันธ์กับสภาวะฟันผุในเด็กก่อนวัยเรียน<sup>7-10</sup> เด็กที่มีโภชนาการต่ำกว่าเกณฑ์มีสัดส่วนฟันผุมากกว่าเด็กที่มีโภชนาการปกติ<sup>11</sup> และการศึกษาข้อมูลสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติครั้งที่ 7 ยังพบความสัมพันธ์ของฟันผุกับพัฒนาการของเด็กปฐมวัยคือเด็กที่มีฟันผุน้อยมีพัฒนาการสมวัยในสัดส่วนที่มากกว่าเด็กที่มีฟันผุมากอีกด้วย<sup>12</sup> การบริการส่งเสริมสุขภาพของเด็กปฐมวัยมีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลสุขภาพกระทรวงสาธารณสุขมาอย่างต่อเนื่องหลายปี ข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากยังไม่เคยได้นำมาศึกษา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาการส่งเสริมสุขภาพในคลินิกเด็กดี การเจริญเติบโต และพัฒนาการ สภาวะฟันผุรวมถึงชนิดของบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากที่ได้รับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของสภาวะฟันผุ การเจริญเติบโต และพัฒนาการของเด็ก 0-5 ปี ศึกษาจำนวนผู้เข้าถึงบริการและชนิดของบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกสุขภาพเด็กดีในแต่ละปี และเพื่อหาความสัมพันธ์ของสภาวะฟันผุ กับการส่งเสริมสุขภาพ การเจริญเติบโต และพัฒนาการ ผลของการวิจัยจะสามารถทำให้เกิดความเข้าใจและเป็นข้อมูลพื้นฐานนำสู่การทำงานร่วมกันในสหวิชาชีพ พัฒนาระบบบริการ ประสิทธิภาพงาน และสามารถนำมาปรับปรุงพัฒนาการจัดระบบบริการส่งเสริมสุขภาพในคลินิกเด็กดีให้ดีขึ้นได้

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ขนดิของการศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (cross-sectional study) กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 0-5 ปีทุกคนที่มีมารับบริการส่งเสริมสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปากในคลินิกสุขภาพเด็กดี และเด็กที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563 โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลสุขภาพกระทรวงสาธารณสุข 4 แฟ้มข้อมูล ได้แก่ แฟ้ม PERSON แฟ้ม DENTAL แฟ้ม PROCEDURE\_OPD และ แฟ้ม NUTRITION เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) คือ 1.เด็กไทยที่มีอายุตั้งแต่ 0-5 ปีในวันที่มารับบริการในรพ.สต.ที่มีทันตบุคลากรประจำหรือหมุนเวียน และสามารถดึงข้อมูลจาก HDC ได้ 2. เด็กที่มีข้อมูลระบุตัวตนคือรหัสแทนเลขบัตรประชาชน (ใช้การเข้ารหัสเป็นตัวอักษรและตัวเลข 32 หลักแทนเลขบัตรประชาชน 13 หลัก) เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria) คือเด็กที่มีข้อมูลไม่ครบทั้งสามส่วน คือ ข้อมูลพัฒนาการ น้ำหนัก ส่วนสูง และการตรวจฟัน งานวิจัยนี้ได้รับผลพิจารณาว่าเข้าข่ายยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Exempt Determination) ตามรหัสโครงการ EC6504-020 จากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2565

### 2. การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลและตัวแปรต่าง ๆ จะถูกรวบรวม โดยใช้ข้อมูลจาก 1.แฟ้ม PERSON ได้แก่ รหัสแทนเลขบัตรประชาชน รหัสสถานบริการ เพศ วันเดือนปีเกิด 2.ข้อมูลจากแฟ้ม DENTAL ได้แก่ จำนวนฟันที่มีอยู่ (DTEETH) จำนวนฟันที่ผุ (DCARIES) จำนวนฟันที่ได้รับการอุด (DFILLING) จำนวนฟันที่ได้รับการถอน (DEXTRACT) และข้อมูลความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์ (NEED\_FLUORIDE) 3. ข้อมูลจากแฟ้ม PROCEDURE\_OPD ได้แก่ รหัส ICD10TM ของหัตถการการตรวจฟัน การสอนแปรงฟัน และการทาฟลูออไรด์วานิช เพื่อเป็นข้อมูลการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก 4.ข้อมูลจากแฟ้ม NUTRITION ได้แก่ น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) มาวิเคราะห์การเจริญเติบโตด้วยกราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตเด็กอายุ 0-5 ปี<sup>13</sup> จำนวนทั้งสิ้น 3 กราฟ ซึ่งเป็นค่าเดียวกับเกณฑ์การเจริญเติบโตขององค์การอนามัยโลก (WHO standard growth curve 2006) แบ่งตามเพศชายและหญิง กราฟน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ (weight for age) วัดผลเป็น 1.น้ำหนักค่อนข้างน้อยและน้อยกว่าเกณฑ์ (ต่ำกว่า -1.5SD) 2.น้ำหนักตามเกณฑ์ (median  $\pm$  1.5SD) 3.น้ำหนักค่อนข้างมากและมากกว่าเกณฑ์ (มากกว่า +1.5SD) กราฟส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ (height for age) วัดผลเป็น 1.เตี้ยและค่อนข้างเตี้ย (ต่ำกว่า -1.5SD) 2.ส่วนสูงตามเกณฑ์ (median  $\pm$  1.5SD) 3.ค่อนข้างสูงและสูงกว่า

เกณฑ์ (สูงกว่า +1.5SD) และกราฟน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (weight for height) วัดผลเป็น 1. ผอมและค่อนข้างผอม (ต่ำกว่า -1.5SD) 2. สมส่วน (median  $\pm$  1.5SD) 3. ท้วมและเริ่มอ้วน (+1.5SD ถึง +3SD) 4. อ้วน (มากกว่า +3SD) ในแฟ้ม NUTRITION ยังมีข้อมูลการตรวจพัฒนาการอยู่ด้วย โดยแบ่งเป็นพัฒนาการปกติ พัฒนาการสงสัยช้ากว่าปกติ และพัฒนาการช้ากว่าปกติ

### 3. การจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นต้นข้อมูลที่คัดเข้าจากทั้ง 4 แฟ้ม จะเป็นข้อมูลที่เด็กแต่ละคนได้รับการเป็นรายครั้ง (visit) ที่มารับบริการใน รพ.สต. แต่ละแห่ง เขียนสูตรเพื่อดึงข้อมูลด้วยโปรแกรม Navicat Version 9.0 จากแฟ้ม DENTAL ได้จำนวนฟันน้ำนมที่ผุ (ซี) จำนวนฟันน้ำนมที่ได้รับการอุด (ซี) และจำนวนฟันน้ำนมที่ได้รับการถอน (ซี) และความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์ (จำเป็น, ไม่จำเป็น) ผูกเงื่อนไขกับแฟ้ม PROCEDURE\_OPD ในครั้งนั้น ๆ เพื่อค้นหารหัส 2338610 และรหัส 2377020, 2377021 หากมีรหัสดังกล่าวจะแสดงให้เห็นทราบว่าเด็กคนนั้นได้รับการสอนแปรงฟัน และทาฟลูออไรด์วานิช ตามลำดับ และผูกเงื่อนไขกับแฟ้ม PERSON เพื่อให้ได้ รหัสแทนเลขบัตรประชาชน วันเดือนปีเกิด เพศ ออกมาใช้เป็นข้อมูลชุดหนึ่ง สร้างตัวแปร dmft จากผลรวมของค่าจำนวนฟันน้ำนมที่ผุ (ซี) จำนวนฟันน้ำนมที่ได้รับการอุด (ซี) และจำนวนฟันน้ำนมที่ได้รับการถอน (ซี) จากนั้นเขียนสูตรเพื่อดึงข้อมูลจากแฟ้ม NUTRITION ได้แก่ ข้อมูลน้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) พัฒนาการ (ปกติ, สงสัยช้ากว่าปกติ, ช้ากว่าปกติ) ผูกเงื่อนไขกับแฟ้ม PERSON เพื่อให้ได้รหัสแทนเลขบัตรประชาชน วันเดือนปีเกิด เพศ ออกมาใช้เป็นข้อมูลอีกชุดหนึ่งซึ่งแบ่งตามสถานบริการเช่นเดียวกัน สร้างตัวแปรเพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเด็ก ด้วยสูตรการคำนวณตามกราฟจุดตัดตามเกณฑ์มาตรฐาน WHO standard growth curve ซึ่งเป็นค่าเดียวกับที่แสดงในกราฟของคู่มืออนามัยแม่และเด็กที่ผู้ปกครองใช้ในวันที่พาเด็กมารับบริการ ตามกราฟน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ กราฟส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ และกราฟน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กชายและเด็กหญิง นำข้อมูลชุดนี้ไปผสานกับข้อมูล DENTAL ที่ตั้งต้นไว้ ด้วยคำสั่ง add variable ซึ่งเด็กจะมีรหัสแทนเลขบัตรประชาชน (โดยผู้วิจัยไม่ทราบเลขประชาชนที่แท้จริงของกลุ่มตัวอย่าง แต่สามารถใช้รหัสเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแฟ้มข้อมูลได้) มีการตรวจสอบความถูกต้องของตัวบุคคลจากรหัสแทนเลขบัตรประชาชน วันเดือนปีเกิด และเพศเดียวกัน จึงจัดว่าเป็นเด็กคนเดียวกันซึ่งช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และตัดตัวอย่างข้อมูลที่ผิดปกติออก เช่น ผลรวมของจำนวนฟันที่ผุฟันอุดและฟันถอนมากกว่า 20 ซี จำนวนฟันที่ผุจำนวนฟันอุดจำนวนฟันถอนมากกว่าจำนวนฟันที่มีอยู่ เด็กที่มีวันที่มารับ

บริการมาก่อนวันเกิดเด็ก ค่าน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์อายุที่น้อยหรือมากผิดปกติ ( $\pm 3SD$ ) เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวางจึงยึดข้อมูลการใช้บริการครั้งสุดท้ายของเด็กมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา (ค่าเฉลี่ย ความถี่ และร้อยละ) หาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากกับค่าเฉลี่ยผุถอนอุด (dmft) ด้วยสถิติ Independent sample t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนฟันผุ (decay, d) ในกลุ่มเด็กที่มีพัฒนาการปกติ กลุ่มสงสัยช้ากว่าปกติ และกลุ่มพัฒนาการช้ากว่าปกติ ด้วยสถิติ ANOVA และหาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตโดยรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากกับฟันผุ (ปราศจากฟันผุ dmft=0 กับมีฟันผุ dmft $\geq$ 1) ด้วย Peason's chi-square วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายสถานะฟันผุด้วยการวิเคราะห์ถดถอยลอจิสติกแบบ 2 กลุ่ม (Binary Logistic Regression) ทุกการวิเคราะห์ที่กำหนดระดับช่วงความเชื่อมั่นที่  $\alpha < 0.05$

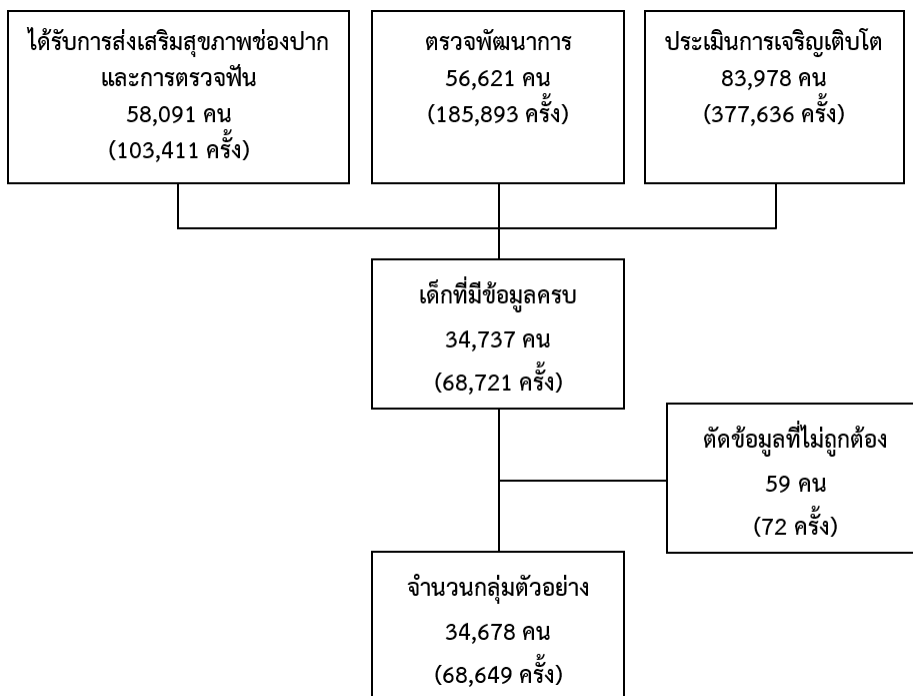
## ผลการศึกษา

### 1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากเกณฑ์การคัดเข้าเป็นเด็กอายุ 0-5 ปี ที่มารับบริการในปี พ.ศ.2561-2563 มีเด็กได้รับการตรวจฟัน การตรวจพัฒนาการ และการเจริญเติบโต เป็นจำนวน 58,091 คน 56,621 คน และ 83,978 คน ตามลำดับ มีเด็กที่มีข้อมูลครบถ้วนทั้งสิ้นจำนวน 34,737 คน ตัดข้อมูลที่ไม่ต้องได้เป็นกลุ่มตัวอย่างสุดท้าย 34,678 คน (รูปที่ 1) เป็นชาย 17,886 คน หญิง 16,792 คน จำแนกข้อมูลตามกลุ่มอายุ

แสดงในตารางที่ 1 เด็กได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟัน 68,649 ครั้ง โดยมีเด็กที่ได้รับการครั้งเดียว จำนวน 16,508 คน (ร้อยละ 47.6) พบเด็กที่ได้รับการตรวจฟัน ตรวจพัฒนาการ และการเจริญเติบโตมากที่สุดถึง 11 ครั้ง

เมื่อพิจารณาตามปีที่ได้รับการ (ตารางที่ 1) พบว่าทั้ง 3 ปี จำนวนเด็กที่ได้รับการตรวจฟันแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเด็กได้รับการตรวจฟันเพิ่มขึ้นกว่า 2.3 เท่า จากปี พ.ศ.2561-2563 แต่ความชุกฟันผุของทั้ง 3 ปี ใกล้เคียงกันที่ระดับร้อยละ 30 และค่าเฉลี่ยผุถอนอุดไม่แตกต่างกัน (ANOVA,  $p=0.53$ ) แม้ว่าร้อยละของเด็กที่ได้รับการทาฟลูออไรด์วานิชเพิ่มมากขึ้น แต่การเข้าถึงการสอนแปรงฟันในระยะเวลา 3 ปีไม่มีแนวโน้มและผันแปรอยู่ระหว่างร้อยละ 65-74 เมื่อพิจารณาการได้รับการตรวจฟันตามช่วงอายุ พบเด็ก 4 ปีและ 5 ปี มีสัดส่วนการรับการตรวจฟันร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับเด็กที่มีอายุน้อยกว่า ที่ได้รับการตรวจฟันประมาณร้อยละ 10-16 เด็กในกลุ่มอายุ 4-5 ปีเป็นช่วงที่เด็กเข้าสถานรับเลี้ยงเด็กหรือศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ส่วนมากเด็กจะได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟันที่ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โดยจะมีการนัดตรวจพัฒนาการทั้ง 5 ด้าน (ด้านการเคลื่อนไหว ด้านสติปัญญา การเข้าใจภาษา การใช้ภาษา และการช่วยเหลือตนเอง และสังคม) โดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง คือที่ช่วงอายุ 48 เดือน และ 60 เดือน และเด็กจะได้รับวัคซีนคอตีบบาดทะยัก ไทริน (OPV5) รวมถึงวัคซีนโปลิโอ (DTP5) เข็มสุดท้าย ก่อนที่จะได้รับวัคซีนเข็มกระตุ้นอีกครั้งในช่วงชั้นประถม



รูปที่ 1 จำนวนตัวอย่างของการศึกษา  
Figure 1 Number of cases in the study

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่าง และลักษณะประชากร

Table 1 The population characteristics

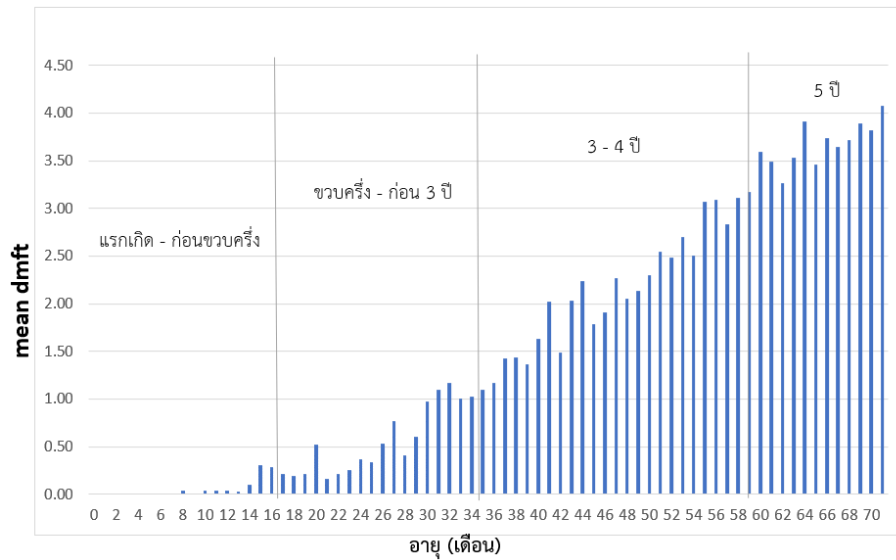
			จำนวน คน (ร้อยละ)		
จำนวนเด็กทั้งหมด			34,678 (100.0)		
เพศ	ชาย		17,886 (51.6)		
	หญิง		16,792 (48.4)		
จำนวนเด็กที่ได้รับการตรวจฟัน พัฒนาการ และการเจริญเติบโต*					
ช่วงอายุ	0 – 11.9 เดือน	(กลุ่ม 0 ปี)	3,553 (10.3)		
	12 – 23.9 เดือน	(กลุ่ม 1 ปี )	5,235 (15.1)		
	24 – 35.9 เดือน	(กลุ่ม 2 ปี )	5,571 (16.1)		
	36 – 47.9 เดือน	(กลุ่ม 3 ปี )	3,622 (10.4)		
	48 – 59.9 เดือน	(กลุ่ม 4 ปี )	7,748 (22.3)		
	60 – 71.9 เดือน	(กลุ่ม 5 ปี )	8,949 (25.8)		
	รวม	34,678 (100.0)			
*คิดจากอายุครั้งสุดท้ายที่มารับบริการ					
แนวโน้มสภาวะฟันผุ และการได้รับการบริการ					
			ปี พ.ศ.2561	ปี พ.ศ.2562	ปี พ.ศ.2563
จำนวนเด็กทั้งหมดที่ได้รับการตรวจฟัน (คน)			7,410	10,148	17,120
ความชุกฟันผุ คน (ร้อยละ)			2,300 (31.0)	3,095 (30.5)	5,343 (31.2)
ค่าเฉลี่ยผุถอนออก (dmft±SD)			1.84±3.72	1.91±3.89	1.89±3.85
การเข้าถึงบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก					
ได้รับการสอนแปรงฟัน คน (ร้อยละ)			4,847 (65.4)	7,531 (74.2)	11,235 (65.6)
ได้รับการทาฟลูออไรด์วาร์นิช คน (ร้อยละ)			3,296 (44.5)	5,828 (57.4)	13,222 (77.2)

2. สภาวะฟันผุและการตรวจฟัน

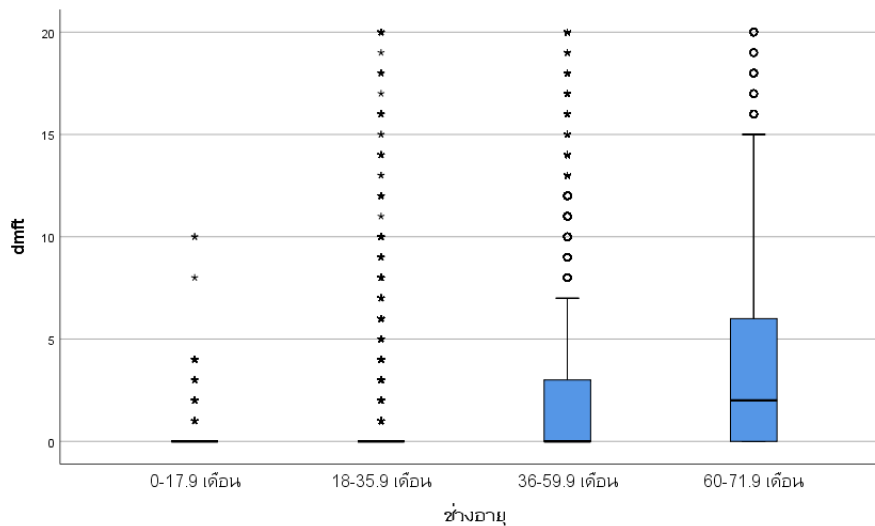
มีการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟันในเด็กทุกช่วงอายุ รูปที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยผุถอนออก (dmft) จำแนกตามอายุ (เดือน) ของเด็กโดยใช้ข้อมูลการตรวจฟันครั้งสุดท้าย พบสภาวะฟันผุเพิ่มขึ้นตามอายุโดยหากพิจารณาแบ่งกลุ่มเด็กเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. ช่วงแรกเกิดถึงก่อนขวบครึ่ง (0-17.9 เดือน) เป็นช่วงที่เด็กกินนมเป็นมือหลัก และกินอาหารบดละเอียด มีผู้ปกครองดูแลอย่างใกล้ชิด 2. ช่วงขวบครึ่งถึงก่อน 3 ปี (18-35.9 เดือน) ซึ่งเป็นช่วงแรกที่ฟันขึ้นครบ และเริ่มมีฟันกรามน้ำนมขึ้นในช่องปาก รูปแบบอาหารเป็นชนิดแข็งสับหยาบๆ เป็นช่วงเด็กเข้าเรียนในชั้นเตรียมอนุบาล 3. ช่วงอายุ 3-4 ปี (36-59.9 เดือน) เป็นช่วงที่เด็กเข้าเรียนอนุบาล 1 และอนุบาล 2 ที่ยังคงมีผู้ปกครองดูแลอย่างใกล้ชิด และ 4. ช่วงอายุ 5 ปี (60-71.9 เดือน) เป็นช่วงชั้นอนุบาล 3 เด็กค่อนข้างโตพอที่

ผู้ปกครองมักจะปล่อยให้เด็กดูแลตัวเองเบื้องต้นมากขึ้น จะพบค่าเฉลี่ย dmft ของเด็ก 4 กลุ่มนี้ดังรูปที่ 2-3 และตารางที่ 2

การกระจายของเด็กที่มีฟันผุจำแนกตามอายุเมื่อแสดงด้วย box plot (รูปที่ 3) พบว่าค่ากลาง (median) dmft ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (mean) dmft บ่งบอกว่าจำนวนฟันผุของเด็กมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ค่ากลาง (median) จำนวนฟันผุในเด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 35.9 เดือน มีค่าเป็น 0 และ inter-quartile range เป็น 0 ด้วย แสดงว่ากว่าร้อยละ 75 ของเด็กก่อนวัย 3 ปีไม่มีฟันผุเลย แต่ด้วยความที่มีเด็กจำนวนหนึ่งมีฟันผุหลายซี่ ทำให้ค่าเฉลี่ย dmft >0 (ตารางที่ 2) อายุ 3-4 ปี ค่ากลางจำนวนฟันผุยังคงเป็น 0 แต่ IQR = 3 และค่าเฉลี่ย dmft เป็น 2.31±4.05 ฟันผุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และ 5 ปี มีค่าเฉลี่ย dmft เป็น 3.75±4.94 บ่งบอกว่าเด็กฟันผุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 3-5 ปี (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ย dmft จำแนกตามอายุ (เดือน)  
Figure 2 Mean dmft by age (month)



รูปที่ 3 จำนวนฟันผุ (dmft) จำแนกตามช่วงอายุ  
Figure 3 Dental caries (dmft) by age group

ตารางที่ 2 สภาวะฟันผุแสดงด้วยค่ากลาง และค่าเฉลี่ย dmft  
Table 2 Median and mean of dmft

			ค่า dmft	
			Median (IQR)	mean±SD
0-17.9 เดือน	(แรกเกิด - ก่อนขวบครึ่ง)	5,916 (17.1)	0.00 (0)	0.03±0.43
18-35.9 เดือน	(ขวบครึ่ง - ก่อน 3 ปี)	8,443 (24.3)	0.00 (0)	0.65±2.11
36-59.9 เดือน	(3-4ปี)	11,370 (32.8)	0.00 (3)	2.31±4.05
60-71.9 เดือน	(5 ปี)	8,949 (25.8)	2.00 (6)	3.75±4.94
รวม, เฉลี่ย		34,678 (100)		1.89±3.83



### 3. การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก

การส่งเสริมสุขภาพช่องปากในคลินิกสุขภาพเด็กดี ได้แก่ การสอนแปรงฟันและการทาฟลูออไรด์วาร์นิช พบว่าเด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77-80) จะได้รับการสอนแปรงฟัน โดยจะเป็นการสอนผู้ปกครองแปรงฟันให้กับเด็กหรือในเด็กที่ยังไม่มีฟันขึ้นในช่องปากก็จะเป็นการสอนใช้ผ้าก๊อชหรือผ้าอ้อมเช็ดทำความสะอาดเหงือก ในขณะที่การทาฟลูออไรด์ส่วนใหญ่ทำในเด็ก 1-2 ปี (ร้อยละ 77-80) ความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์สูงสุดร้อยละ 54.9 ที่ช่วงอายุ 1 ปี มีการให้บริการทาฟลูออไรด์วาร์นิชในเด็กทั้งหมด 22,346 คน ในขณะที่ความจำเป็นที่ต้องทา

ฟลูออไรด์อยู่ที่ 16,627 คน (ตารางที่ 3) ในภาพรวม การส่งเสริมสุขภาพช่องปากมีความสัมพันธ์กับฟันผุ คือเด็กในกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับการทาฟลูออไรด์ กับเด็กในกลุ่มที่ผู้ปกครองได้รับและไม่ได้รับการสอนแปรงฟัน มีค่าเฉลี่ยผุถาวร (dmft) แตกต่างกัน ( $p < 0.01$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากจะมีค่าเฉลี่ย dmft ต่ำกว่าอีกกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยต่างกันประมาณ 1 ซี่ต่อคนในกลุ่มที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก และพบว่าเด็กที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากยังมีร้อยละของเด็กที่ปราศจากฟันผุ (dmft=0) แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.01$ , ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก และความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์ จำแนกตามช่วงอายุ

Table 3 Oral health promotion and the need to receive fluoride classified by age

ช่วงอายุ (เดือน)	สอนแปรงฟัน		ทาฟลูออไรด์		ความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์		รวม
	ได้รับ	ไม่ได้รับ	ได้รับ	ไม่ได้รับ	จำเป็น	ไม่จำเป็น	
0-11.9	2,766 (77.8)	787 (22.2)	1,231 (34.6)	2,322 (65.4)	823 (23.2)	2,730 (76.8)	3,553 (10.2)
12-23.9	4,181 (79.9)	1,054 (20.1)	4,182 (79.9)	1,053 (20.1)	2,873 (54.9)	2,362 (45.1)	5,235 (15.1)
24-35.9	4,432 (79.6)	1,139 (20.4)	4,331 (77.7)	1,240 (22.3)	2,996 (53.8)	2,575 (46.2)	5,571 (16.1)
36-47.9	2,231 (61.6)	1,391 (38.4)	2,352 (64.9)	1,270 (35.1)	1,879 (51.9)	1,743 (48.1)	3,622 (10.5)
48-59.9	4,933 (63.7)	2,815 (36.3)	5,286 (68.2)	2,462 (31.8)	4,145 (53.5)	3,603 (46.5)	7,748 (22.3)
60-71.9	5,071 (56.7)	3,878 (43.3)	4,964 (55.5)	3,985 (44.5)	3,911 (43.7)	5,038 (56.3)	8,949 (25.8)
รวม	23,614 (68.1)	11,064 (31.9)	22,346 (64.4)	12,332 (35.6)	16,627 (47.9)	18,051 (52.1)	34,678 (100.0)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก และสถานะฟันผุ

Table 4 The association of oral health promotion and dental caries

	สอนแปรงฟัน			ทาฟลูออไรด์		
	ได้รับ	ไม่ได้รับ	p-value	ได้รับ	ไม่ได้รับ	p-value
จำนวน (ราย)	23,614	11,064	<0.01 <sup>a</sup>	22,346	12,332	<0.01 <sup>a</sup>
ค่าเฉลี่ย dmft (mean±SD)	1.55±3.5	2.60±4.3		1.54±3.5	2.52±4.4	
dmft=0 (ร้อยละ)	17,500 (73.1)	6,440 (26.9)	<0.01 <sup>b</sup>	16,394 (68.5)	7,546 (31.5)	<0.01 <sup>b</sup>
dmft≥1 (ร้อยละ)	6,114 (56.9)	4,624 (43.1)		5,952 (55.4)	4,786 (44.6)	

a = Independent sample t-test

b = Pearson's chi-square test

#### 4. พัฒนาการ

ในกลุ่มตัวอย่างของเด็กที่ได้รับการตรวจฟัน ประเมินการเจริญเติบโตและพัฒนาการ มีเด็กที่พัฒนาการช้ากว่าปกติเพียง 33 คน ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการกับฟันผุ พบค่าเฉลี่ย dmft ในกลุ่มพัฒนาการปกติ กลุ่มสงสัยช้ากว่าปกติ และในกลุ่มพัฒนาการช้า

กว่าปกติ เป็น  $1.89 \pm 3.8$ ,  $1.61 \pm 3.5$  และ  $1.67 \pm 4.3$  ซึ่งต่อคนตามลำดับ และพบค่าจำนวนฟันผุ (decay, d) เป็น  $1.79 \pm 3.7$ ,  $1.55 \pm 3.5$  และ  $1.61 \pm 4.3$  ซึ่งต่อคนตามลำดับ เด็กในกลุ่มพัฒนาการปกติ กลุ่มพัฒนาการสงสัยช้ากว่าปกติ และกลุ่มพัฒนาการช้ากว่าปกติ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ ANOVA ไม่พบสภาวะฟันผุที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและสภาวะฟันผุ

Table 5 The association of child development and dental caries

	จำนวน (ราย)	ค่าเฉลี่ย dmft (mean±SD)	จำนวนฟันผุ decay (d) (mean±SD)
พัฒนาการปกติ	34,272	1.89±3.8	1.79±3.7 <sup>ab</sup>
พัฒนาการสงสัยช้ากว่าปกติ	373	1.61±3.5	1.55±3.5 <sup>ac</sup>
พัฒนาการช้ากว่าปกติ	33	1.67±4.3	1.61±4.3 <sup>bc</sup>

#### 5. การเจริญเติบโต

เมื่อพิจารณาน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ และส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ ในภาพรวมเด็กส่วนใหญ่มีน้ำหนักและส่วนสูงอยู่ในช่วงตามเกณฑ์ (ร้อยละ 65 และร้อยละ 60 ตามลำดับ) เด็กที่ไม่ได้มีน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์ ส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักและส่วนสูงน้อยกว่าเกณฑ์ คืออยู่ในช่วงที่น้ำหนักและส่วนสูงน้อยกว่า -1.5SD เมื่อพิจารณาน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงพบว่าเด็กส่วนใหญ่มีรูปร่าง

สมส่วน ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตกับฟันผุ เด็กส่วนใหญ่มีฟันผุน้อย (มีเด็กปราศจากฟันผุ 23,940 คน) เมื่อเทียบการเจริญเติบโตกับฟันผุพบว่าเด็กสูงมีสัดส่วนของฟันผุน้อยกว่า และเด็กที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์และรูปร่างสมส่วนจะมีฟันผุน้อยกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักน้อยหรือมากกว่าเกณฑ์ และรูปร่างผอมหรืออ้วน ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและสภาวะฟันผุ

Table 6 The association of growth and dental caries

		สภาวะฟันผุ คน (ร้อยละ)		Pearson's chi-square
		dmft=0	dmft≥1	
น้ำหนักตามเกณฑ์อายุ (Weight for age)	น้อยกว่าเกณฑ์	6,031 (63.8)	3,426 (36.2)	<0.01
	ตามเกณฑ์	16,362 (71.8)	6,442 (28.2)	
	เกินเกณฑ์	1,547 (64.0)	870 (36.0)	
ส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ (Height for age)	ค่อนข้างเตี้ยและเตี้ย	7,840 (66.0)	4,046 (34.0)	<0.01
	สูงตามเกณฑ์	14,682 (70.3)	6,202 (29.7)	
	ค่อนข้างสูงและสูง	1,418 (74.3)	490 (25.7)	
น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (Weight for height)	ผอม ค่อนข้างผอม	6,077 (63.5)	3,498 (36.5)	<0.01
	สมส่วน	15,479 (71.8)	6,082 (28.2)	
	ท้วม เริ่มอ้วน	1,728 (69.8)	748 (30.2)	
	อ้วน	656 (61.5)	410 (38.5)	
รวม		23,940 (69.0)	10,738 (31.0)	

## 6. ภาพรวมของเด็ก 0-5 ปีที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพและสุขภาพช่องปาก

ตารางที่ 7 แสดงให้เห็นภาพรวมของสภาวะฟันผุ พัฒนาการ และการเจริญเติบโตของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลรายบุคคลจากการตรวจครั้งล่าสุดของแต่ละคนในการวิเคราะห์ พบว่าเด็ก 0-5 ปีที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพในคลินิกเด็กดี เกือบทั้งหมดมีพัฒนาการเป็นปกติ ใกล้เคียงกันในทุกช่วงอายุ ในขณะที่สภาวะฟันผุเพิ่มขึ้นตามอายุ เด็กในช่วงอายุ 60 -71.9 เดือน เป็นช่วงที่มีสภาวะฟันผุสูงที่สุด โดยมากกว่าครึ่งหนึ่งของเด็กพบฟันผุ และในช่วงอายุนี้มีประสบการณ์ฟันผุเฉลี่ยที่  $3.75 \pm 4.94$  ซี่ต่อคน สำหรับการเจริญเติบโต เด็กส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58-66) มีรูปร่างสมส่วนในทุกช่วงอายุ เด็กที่ไม่ได้มีน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างผอม และค่อนข้างผอม และมีเด็กที่มีรูปร่างอ้วนร้อยละ 3.1

## 7. การวิเคราะห์พหุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาวะฟันผุ

เมื่อวิเคราะห์พหุตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ถดถอยลอจิสติก โดยกำหนดตัวแปรในสมการคือ เพศ การได้รับการสอนแปรงฟัน

การได้รับการทาฟลูออไรด์ การประเมินพัฒนาการ ค่าน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ ค่าส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ ค่าน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง และช่วงอายุของเด็ก (ช่วงอายุ 0-2 ปี และ 3-5 ปี) ที่สัมพันธ์กับการเป็นโรคฟันผุ ( $dmft = 0$  หรือ  $\geq 1$ ) ผลการวิเคราะห์พบว่าเด็กที่ผู้ปกครองไม่ได้รับการสอนแปรงฟัน มีโอกาสฟันผุมากกว่าเด็กที่ผู้ปกครองได้รับการสอนแปรงฟัน 1.4 เท่า ( $p < 0.01$ ) เด็กที่ไม่ได้รับการทาฟลูออไรด์วานิช มีโอกาสฟันผุมากกว่าเด็กที่ได้รับการทาฟลูออไรด์วานิช 1.7 เท่า ( $p < 0.01$ ) เด็กที่มีน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์อายุและเด็กที่มีน้ำหนักมากกว่าเกณฑ์อายุ จะมีโอกาสฟันผุมากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ 1.1 ( $p = 0.02$ ) และ 1.3 เท่า ( $p < 0.01$ ) ตามลำดับ เด็กที่มีส่วนสูงน้อยกว่าเกณฑ์อายุ (เด็กเตี้ยและค่อนข้างเตี้ย) เมื่อเทียบกับเด็กที่มีส่วนสูงตามเกณฑ์มีโอกาสฟันผุ 1.1 เท่า ( $p < 0.01$ ) เด็กที่มีรูปร่างผอมเมื่อเทียบกับเด็กที่มีรูปร่างสมส่วนจะมีโอกาสฟันผุ 1.4 เท่า ( $p < 0.01$ ) ช่วงอายุของเด็กที่มีผลต่อโอกาสเกิดโรคฟันผุเป็นอย่างมาก โดยเด็กในช่วงอายุ 3-5 ปี มีโอกาสฟันผุมากกว่าเด็กอายุ 0-2 ปี 8.4 เท่า ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 7 สภาวะฟันผุ การประเมินพัฒนาการ และน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง จำแนกตามช่วงอายุ

Table 7 dental caries, development and weight by height classified by age

อายุ (เดือน)	สภาวะฟันผุ คน (ร้อยละ)			การประเมินพัฒนาการ คน (ร้อยละ)			น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง คน (ร้อยละ)				รวม
	ค่าเฉลี่ย dmft $\pm$ SD	dmft =0 (ราย)	dmft $\geq 1$ (ราย)	ปกติ	สงสัยช้ากว่าปกติ	ช้ากว่าปกติ	ผอม และ ค่อนข้างผอม	สมส่วน	ท้วม และ ค่อนข้างอ้วน	อ้วน	
0-11.9	0.01 $\pm$ 0.14	3,544	9	3,525	26	2	949	2,344	220	40	3,553
		(99.7)	(0.3)	(99.2)	(0.7)	(0.1)	(26.7)	(66.0)	(6.2)	(1.1)	(10.3)
12-23.9	0.16 $\pm$ 0.96	4,999	236	5,167	68	0	1,605	3,247	297	86	5,235
		(95.5)	(4.5)	(98.7)	(1.3)	(0.0)	(30.7)	(62.0)	(5.7)	(1.6)	(15.1)
24-35.9	0.87 $\pm$ 2.44	4,522	1,049	5,483	81	7	1,480	3,508	431	152	5,571
		(81.2)	(18.8)	(98.4)	(1.5)	(0.1)	(26.6)	(63.0)	(7.7)	(2.7)	(16.1)
36-47.9	1.77 $\pm$ 3.52	2,416	1,206	3,559	60	3	882	2,329	281	130	3,622
		(66.7)	(33.3)	(98.3)	(1.7)	(0.1)	(24.4)	(64.3)	(7.8)	(3.6)	(10.4)
48-59.9	2.56 $\pm$ 4.25	4,504	3,244	7,648	88	12	1,906	4,906	635	301	7,748
		(58.1)	(41.9)	(98.7)	(1.1)	(0.2)	(24.6)	(63.3)	(8.2)	(3.9)	(22.3)
60-71.9	3.75 $\pm$ 4.94	3,955	4,994	8,890	50	9	2,753	5,227	612	357	8,949
		(44.2)	(55.8)	(99.3)	(0.6)	(0.1)	(30.8)	(58.4)	(6.8)	(4.0)	(25.8)
รวม, เฉลี่ย	1.89 $\pm$ 3.83	23,940	10,738	34,272	373	33	9,575	21,561	2,476	1,066	34,678
		(69.0)	(31.0)	(98.8)	(1.1)	(0.1)	(27.6)	(62.2)	(7.1)	(3.1)	(100.0)

Table 8 Binary logistic regression analysis

ตัวแปร	จำนวน (คน)	มีโรคฟันผุ (คน)	Crude OR	95% CI	Adjusted OR	95% CI
<b>เพศ</b>						
หญิง	16,792	5,132	1		1	
ชาย	17,886	5,606	1.037	0.991-1.086	1.033	0.982-1.086
<b>การστοนแปรรงฟัน</b>						
ได้รับ	23,614	6,114	1		1	
ไม่ได้รับ	11,064	4,624	2.055*	1.959-2.156	1.408*	1.336-1.485
<b>การทาฟลูออไรด์วาร์นิช</b>						
ได้รับ	22,346	5,952	1		1	
ไม่ได้รับ	12,332	4,786	1.747*	1.667-1.831	1.690*	1.604-1.781
<b>พัฒนาการ</b>						
ปกติ	34,272	10,625	1		1	
สงสัยช้ากว่าปกติ	373	106	0.884	0.705-1.108	1.084	0.842-1.397
ช้ากว่าปกติ	33	7	0.599	0.260-1.381	0.429	0.179-1.026
<b>น้ำหนักรตามเกณฑ์อายุ</b>						
ตามเกณฑ์	22,804	6,442	1		1	
ค่อนข้างน้อยและน้อยกว่าเกณฑ์	9,457	3,426	1.443*	1.371-1.518	1.129*	1.020-1.250
ค่อนข้างมากและมากกว่าเกณฑ์	2,417	870	1.428*	1.308-1.560	1.306*	1.127-1.514
<b>ส่วนสูงตามเกณฑ์อายุ</b>						
ตามเกณฑ์	20,884	6,202	1		1	
เตี้ยและค่อนข้างเตี้ย	11,886	4,046	1.222*	1.164-1.282	1.140*	1.058-1.229
ค่อนข้างสูงและสูงกว่าเกณฑ์	1,908	490	0.818*	0.735-0.910	1.043	0.916-1.188
<b>น้ำหนักรตามเกณฑ์ส่วนสูง</b>						
สมส่วน	21,561	6,082	1		1	
ผอมและค่อนข้างผอม	9,575	3,498	1.465*	1.392-1.542	1.404*	1.288-1.530
ท้วมและเริ่มอ้วน	2,476	748	1.102*	1.006-1.206	0.981	0.876-1.099
อ้วน	1,066	410	1.591*	1.401-1.806	1.022	0.846-1.236
<b>กลุ่มอายุ</b>						
0-2 ปี	14,359	1,294	1	-	1	
3-5 ปี	20,319	9,444	8.768*	8.229-9.342	8.398*	7.870-8.962

\*  $p < 0.05$ , Nagelkerke  $R^2 = 0.260$

## บทวิจารณ์

เด็กในการศึกษานี้มีจำนวน 34,678 คน มีการตรวจฟันทั้งสิ้น 68,649 ครั้ง ในจำนวนนี้มีเด็กที่ได้รับการตรวจฟันซ้ำอยู่เพียงครั้งหนึ่ง ทำให้โดยเฉลี่ยเด็กที่มารับบริการซ้ำจะได้รับบริการ 2 ครั้งต่อคน อย่างไรก็ตามมีเด็กเพียงร้อยละ 50 ที่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก และการตรวจฟันในวันที่ได้รับบริการส่งเสริมสุขภาพในคลินิกเด็กดี ผลโดยรวมพบว่า เด็กมีความซุกฟันร้อยละ 31 มีค่าเฉลี่ย dmft  $1.89 \pm 3.83$  ซึ่งต่อคน ด้านการเจริญเติบโต เด็กส่วนใหญ่มีน้ำหนัก

ส่วนสูง และความสมส่วนตามเกณฑ์และพบความสัมพันธ์กับสถานะฟันผุคือ เด็กที่มีน้ำหนักและมีส่วนสูงตามเกณฑ์อายุที่อยู่ในช่วงปกติ จะมีฟันผุน้อยกว่า จึงอาจกล่าวได้ว่าการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์สอดคล้องกันกับสถานะฟันผุ อีกทั้งยังพบว่าเด็กเตี้ยมีความโอกาสมีฟันผุสูงกว่าเด็กที่มีส่วนสูงตามเกณฑ์เช่นกัน เด็กที่เตี้ยเป็นเพราะขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อเนื้อเยื่อจึงส่งผลต่อความสูงที่เพิ่มขึ้นได้ช้า เด็กที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์แก้ไขได้

ด้วยการเสริมอาหารที่สำคัญและเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเวลาสั้นกว่า เมื่อเทียบกับเด็กที่มีส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์ที่การแก้ไขปัญหาทำได้ยากกว่าและใช้เวลานานกว่า การดูแลส่วนสูงของเด็กให้สอดคล้องกับเกณฑ์อายุจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม การศึกษาพบความสัมพันธ์ของน้ำหนักกับฟันผุ และส่วนสูงกับฟันผุ เมื่อไม่มีการควบคุมปัจจัยกวนอื่น (crude odds ratio) พบว่าเด็กที่มีส่วนสูงมากกว่าเกณฑ์อายุเมื่อเทียบกับเด็กที่มีส่วนสูงตามเกณฑ์มีโอกาสเป็นโรคฟันผุน้อยกว่า และพบว่าเด็กที่มีรูปร่างท้วมและอ้วนมีโอกาสเกิดโรคฟันผุมากกว่าเด็กที่มีรูปร่างสมส่วน อธิบายด้วยทฤษฎีการเกิดโรคฟันผุและปัจจัยเสี่ยงร่วม (common risk factor) ที่กล่าวว่าโรคฟันผุสัมพันธ์กับพฤติกรรมกรับโภชนาการรอบเครื่องดื่มรสหวานที่มีส่วนผสมของน้ำตาลปริมาณมาก ทำให้ฟันผุมากจากการขาดสมดุลระหว่างการคืนกลับแร่ธาตุ (remineralization) และการสลายแร่ธาตุ (demineralization) ขณะเดียวกันก็เป็นผลให้อ้วนด้วย แต่หากวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคฟันผุโดยปรับอิทธิพลจากปัจจัยอื่น (adjusted odds ratio) พบว่าปัจจัยเสริมอื่น เช่น การได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก มีความสัมพันธ์กับฟันผุทำให้บุคลากรสาธารณสุขยังคงต้องเน้นการส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันฟันผุ การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการและสถานะฟันผุ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากที่มีเด็กกว่าร้อยละ 90 มีพัฒนาการปกติ ทำให้การจำแนกทางสถิติต่ำ พบฟันผุสัมพันธ์กับการทาฟลูออไรด์ร่วมกับการได้รับการสอนแปรงฟัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลความจำเป็นที่ต้องรับฟลูออไรด์ไม่สอดคล้องกับการให้บริการทาฟลูออไรด์ ซึ่งอาจเป็นเพราะเงื่อนไขของการทาฟลูออไรด์ของทันตบุคลากรในแต่ละหน่วยบริการแตกต่างกัน บางแห่งประเมินการทาฟลูออไรด์ตามความเสี่ยงฟันผุ แต่บางแห่งให้บริการทาฟลูออไรด์เฉพาะกับเด็กที่ให้ความร่วมมือ หรือบางแห่งทาฟลูออไรด์ให้กับเด็กที่ฟันผุเพื่อป้องกันฟันขึ้นในช่องปากไม่ให้ลุกรวมถึงภายในจังหวัดไม่ได้มีคู่มือหรือแนวทางการบันทึกความจำเป็นที่ต้องได้รับฟลูออไรด์กำหนดไว้ชัดเจน ในประเด็นเรื่องการได้รับการตรวจฟันและส่งเสริมสุขภาพช่องปากครั้งแรกภายในขวบปีแรกซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญ<sup>4</sup> ถึงแม้ว่าเด็กในกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการตรวจฟันและส่งเสริมสุขภาพช่องปากตั้งแต่ขวบปีแรก ก็ยังพบว่าสถานะฟันผุมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอายุของเด็ก โดยพบว่าเด็กเริ่มมีฟันผุตั้งแต่อายุ 18 เดือนขึ้นไป และโดยเฉพาะช่วงอายุ 3 ปี พบว่าเด็กเริ่มมีฟันผุเฉลี่ยอย่างน้อย 1.7 ซี่ จนกระทั่งอายุ 5 ปี มีฟันผุสูงถึง 3.7 ซี่ต่อคน ดังนั้น นอกจากการดูแลทันตสุขภาพและการเข้าถึงบริการการตรวจฟันและการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในหน่วยบริการแล้ว จึงควรมีมาตรการเพื่อควบคุมโรคฟันผุในโรงเรียน ชุมชน และจัดการปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคฟันผุนั้นได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมารดา พฤติกรรมการเลี้ยงดู การบริโภคขนมและเครื่องดื่ม รวมถึงการจัดการกับปัจจัย

กำหนดสุขภาพทางสังคมที่รวมถึงสภาพสังคม ค่านิยม เศรษฐกิจ ก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมยังคงมีอิทธิพลต่อโรคฟันผุนอกเหนือจากการได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปาก<sup>6</sup>

พบว่าเด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี ในระดับประเทศ<sup>3</sup> มีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถุด (dmft) เป็น 2.8 ซี่/คน และ 4.5 ซี่/คน ตามลำดับ ขณะที่การศึกษานี้พบเด็กอายุ 3 ปี (36-47.9 เดือน) และเด็กอายุ 5 ปี (60-71.9 เดือน) มีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถุด (dmft) เป็น 1.77 ซี่/คน และ 3.75 ซี่/คน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่าเด็กในจังหวัดสมุทรปราการมีฟันผุต่ำกว่า งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูล HDC จากหน่วยบริการปฐมภูมิของจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งบริบทของจังหวัดสมุทรปราการนั้น กำหนดให้กลุ่มงานทันตสาธารณสุขสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสมุทรปราการ ควบคุมกำกับ ดูแล และออกนิเทศหน่วยบริการทันตกรรมในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโดยตรง ตั้งแต่การติดตั้งเก้าอี้ทันตกรรม ครุภัณฑ์ บุคลากร และรวบรวมนำส่งผลงานทันตกรรมตั้งแต่ก่อนใช้ระบบ HDC ต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน มีการอบรมชี้แจงการบันทึกข้อมูล รหัสหัตถการ รวมถึงอบรมทักษะความรู้ใหม่ ๆ แต่มีสิ่งที่จะต้องคำนึงในการใช้ข้อมูลทุติยภูมิคือการปรับมาตรฐานการตรวจฟันของบุคลากรที่อยู่ต่างหน่วยบริการ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ การปรับปรุงคุณภาพงานในอนาคตจึงต้องมีการปรับมาตรฐาน จัดทำคู่มือ แนวทางให้เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งจังหวัดต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลฟันผุในฐานข้อมูลสุขภาพกระทรวงสาธารณสุข อาจจะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง โดยเฉพาะการตรวจฟันน้ำนมในเด็กเล็ก ที่ทำได้ยากในบริบทการทำงานประจำที่ต้องแข่งกับเวลา อาจมีความคลาดเคลื่อนในการนับจำนวนซี่ฟัน เด็กไม่ร่วมมือทำให้การตรวจฟันทำได้ยากขึ้น เพราะเป็นการให้เด็กอ้าปากและให้ทันตบุคลากรดูจำนวนฟันที่ปรากฏในช่องปากผ่านแสงธรรมชาติ หรือไฟฉายโดยไม่ได้ใช้ชุดตรวจฟัน ข้อมูลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนและมีความน่าเชื่อถือของการตรวจฟันผุในเด็กเล็กค่อนข้างต่ำ สามารถแก้ไขได้โดยปรับระเบียบวิธีวิจัยเป็นการศึกษาไปข้างหน้า (prospective cohort study) ซึ่งต้องใช้งบประมาณและเวลาที่ค่อนข้างมาก ร่วมกับการวิเคราะห์ค่า Kappa สำหรับผู้ตรวจคนเดิม (intra-examiner reliability) และระหว่างผู้ตรวจแต่ละคน (inter-examiner reliability) จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพมากขึ้น การบันทึกข้อมูลการตรวจฟันในระบบ HDC ช่วยลดปัญหาเรื่องความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลได้ เนื่องจากการบันทึกแฟ้ม DENTAL ไม่ครบถ้วน จะทำให้รายงานไม่ถูกนับ จึงช่วยจัดการปัญหาของความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลได้ แต่อย่างไรก็ตามก็อาจมีปัญหาคือความน่าเชื่อถือหรือคุณภาพของข้อมูลใน HDC ซึ่งสามารถทดสอบคุณภาพของข้อมูลได้ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลจาก HDC กับทะเบียนงานบริการตามกลุ่มวัยในแต่ละหน่วยบริการได้ งานวิจัยนี้

ใช้ข้อมูลรายงานระดับจังหวัดที่มีกลุ่มตัวอย่างสูงถึง 34,678 คน ทำให้สะท้อนข้อมูลของประชากรได้ดียิ่งขึ้นตามผู้วิจัยได้พิจารณา รายหน่วยบริการแล้วว่า ไม่ได้มีหน่วยบริการใดที่มีสภาวะฟันผุสูงหรือต่ำจนผิดปรกติจากหน่วยบริการอื่น และทุกหน่วยบริการมีกลุ่มตัวอย่างของเด็ก 0-5 ปี ในทุก ๆ ปีที่ศึกษา ดัชนีที่ใช้ในการตรวจฟันผุของการศึกษานี้ค่อนข้างหายาก ฟันผุที่บันทึกเป็นฟันผุที่เป็นรูปผุชัดเจน ซึ่งหากใช้การตรวจและบันทึกด้วยมาตรฐานการตรวจอื่น เช่น ICDAS ที่มีความละเอียดสูงดังที่ใช้ในการศึกษาอื่น<sup>14</sup> จะทำให้สามารถติดตามพัฒนาการของรอยโรคฟันผุได้

ผลจากงานวิจัยพบว่าเด็กสมุทรปราการมีฟันผุน้อยกว่าระดับประเทศ อาจเป็นผลจากความเป็นชุมชนเมือง การเข้าถึงบริการทำได้ง่าย มีสัดส่วนเด็กที่ได้รับการตรวจฟัน สอนแปรงฟัน และทาฟลูออไรด์สูงกว่า นอกจากนี้เด็กในการศึกษานี้เป็นเด็กที่ผู้ปกครองพามาใช้บริการด้วยตนเอง ย่อมมีความเข้าใจและใส่ใจดูแลฟันเด็กได้ดีกว่า เมื่อเทียบกับรายงานผลการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพของประเทศที่ตรวจเด็กทุกคนที่ได้รับการสุ่มตัวอย่าง แม้ว่าเด็กเหล่านั้นจะไม่เคยได้รับการทันตกรรมใดเลย จึงเป็นไปได้ว่าการสำรวจระดับประเทศจะมีปัญหาฟันผุในเด็กที่รุนแรงกว่า การศึกษานี้พบเด็กได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟันประมาณครึ่งหนึ่งของที่รับบริการส่งเสริมสุขภาพร่างกายในคลินิกสุขภาพเด็กคืออาจเป็นเพราะภาระงานของทันตบุคลากรที่แน่นเกินไปในวันที่เด็กมารับการฉีดวัคซีน อีกทั้งระบบการส่งต่อเด็กที่ได้รับการบริการวัคซีนเพื่อการตรวจทางทันตกรรมไม่ชัดเจน มีผู้ปกครองบางส่วนพาเด็กกลับบ้านก่อน หรือจากผู้ปกครองบางส่วนยังไม่เข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการตรวจฟันจึงไม่เข้ารับการตรวจฟัน นอกจากนี้กว่าครึ่งหนึ่งของเด็กที่ได้รับการตรวจฟัน ได้รับการตรวจฟันเพียงครั้งเดียว น่าจะมีสาเหตุมาจากการเข้าไม่ถึงบริการ เพราะเกือบทุกรพ.สต.ให้บริการคลินิกสุขภาพเด็กดีในวันพุธในเวลาเช้าเท่านั้น หรือการที่เด็กย้ายถิ่นที่อยู่ทำให้ไม่สะดวกมาต่อเนื่อง รวมทั้งการใช้บริการที่คลินิกเอกชน ทำให้ไม่มีข้อมูลเข้ามาในระบบ HDC ดังนั้นการมีระบบนัดหมายให้มารับบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟันในวันอื่น ๆ ที่ไม่ใช่วันเดียวกับคลินิกสุขภาพเด็กดี ก็อาจช่วยเพิ่มการเข้าถึงบริการส่งเสริมสุขภาพช่องปากและการตรวจฟันได้ หรือการจัดชุดกิจกรรมบริการเชิงรุก โดยการพัฒนารูปแบบการเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องบันทึกใน HDC และออกให้บริการในลักษณะของการเยี่ยมบ้านของทันตบุคลากร ก็สามารถเพิ่มการเข้าถึงบริการได้<sup>15</sup> ด้านโภชนาการและการเจริญเติบโต พบว่าเด็ก 3 ปี และ 5 ปี ในจังหวัดสมุทรปราการ มีร้อยละของเด็กที่น้ำหนักตามเกณฑ์ และส่วนสูงตามเกณฑ์ มากกว่าระดับประเทศทั้งเพศชายและเพศหญิง<sup>3</sup> ด้วยบริบทความเป็นสังคมเมืองอุตสาหกรรมและมีเศรษฐกิจค่อนข้างดี มีความสะดวกสบาย อาหารการกินที่

เข้าถึงง่าย ทำให้มีเด็กที่มีน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์มากกว่าระดับประเทศ รวมทั้งบริการทางทันตกรรมที่มีให้ในหน่วยบริการปฐมภูมิ (รพ.สต.) ที่กระจายอยู่ในทุกตำบล ซึ่งส่วนใหญ่มีบริการทันตกรรมและมีทันตบุคลากรประจำหรือหมุนเวียนมาให้บริการเกือบทุกแห่ง

การศึกษานี้ให้ผลแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาที่จังหวัดในเขตบริการสุขภาพที่ 4 ที่พบความสัมพันธ์ของจำนวนฟันผุทั้งปากกับพัฒนาการเด็ก<sup>12</sup> อาจเป็นเพราะเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินพัฒนาการแตกต่างกัน และจำแนกเด็กพัฒนาการต่ำกว่าเกณฑ์ได้ถึงร้อยละ 70-80 แตกต่างจากการศึกษานี้ที่พบว่ากว่าร้อยละ 98 เป็นเด็กพัฒนาการปกติ เมื่อเปรียบเทียบการศึกษานี้กับการศึกษาความสัมพันธ์ของฟันผุกับการเจริญเติบโตล่าช้าของเด็กประเทศเกาหลีใต้<sup>7</sup> ให้ผลที่สอดคล้องกันคือการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับสภาวะฟันผุ โดยการศึกษาที่ประเทศเกาหลีใต้พบว่าฟันผุส่งผลต่อทุพโภชนาการ (nutritional deficiency) เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตล่าช้า (delay growth) จากกรณีนี้น้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์ การศึกษานี้พบว่าเด็กที่มีน้ำหนักส่วนสูงตามเกณฑ์จะมีฟันผุน้อยกว่าและให้ผลที่สอดคล้องกันคือเด็กที่มีน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์รวมทั้งเด็กผอมมีความสัมพันธ์กับฟันผุ การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของการดูแลสุขภาพช่องปากควบคู่กับการเจริญเติบโตของเด็กก่อนวันเรียน ข้อมูลจากงานวิจัยรวมถึงการติดตามเด็กกลุ่มเดิมต่อไป จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อยอดเพื่อพัฒนารูปแบบบริการทันตกรรมป้องกันในฟันแท้ต่อไปได้

## บทสรุป

เด็กมารับบริการในคลินิกสุขภาพเด็กดีในจังหวัดสมุทรปราการ ได้รับการตรวจฟันร้อยละ 50 เด็กส่วนใหญ่ได้รับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากด้วยการสอนแปรงฟันในช่วงแรกเกิดถึง 2 ปี และได้รับการทาฟลูออไรด์วารินิชในช่วงอายุ 1-2 ปี ความชุกและค่าเฉลี่ยจำนวนฟันผุค่อนข้างต่ำในช่วง 0-3 ปี และฟันผุเพิ่มขึ้นมากในอายุ 4 และ 5 ปี ด้านการเจริญเติบโต ในส่วนของน้ำหนัก ส่วนสูง ความสมส่วน และพัฒนาการ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมากตลอดช่วง 0-5 ปี เด็กที่มีน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์มีฟันผุน้อยกว่า การส่งเสริมสุขภาพช่องปากให้กับเด็กตั้งแต่แรกเกิดเป็นสิ่งที่สำคัญ และมีความสัมพันธ์กับสภาวะฟันผุ ดังนั้นการส่งเสริมสุขภาพช่องปากกับการส่งเสริมพัฒนาการและโภชนาการควรทำไปอย่างสอดคล้องกัน

## เอกสารอ้างอิง

1. Damme D. Pattern of Appropriate Well Child Clinic. *Mahidol R2R e-Journal* 2017;4(1):13-22.
2. MOPH Cyber Security. Health data Center (HDC) Ministry of public health. Thailand; 2023 [updated 2023 May 10; cited

- 2023 May 10]. Available from: <http://spk.hdc.moph.go.th/hdc/main/index.php>.
3. Dental Health Bureau. The 8th National Oral Health Survey 2017 of Thailand. Bangkok: Department of Health; 2018. (in Thai)
  4. American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on Early Childhood Caries (ECC):Consequences and Preventive Strategies. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.:American Academy of Pediatric Dentistry 2022:90-3.
  5. Chankanka O, Thitasomakul S, Thearnmontree A, Pivat S, Pithpornchaiyakul W, Panyayong B. Associations Between Temperament and Dental Caries Status in Thai Children. *Oral Health Prev Dent* 2020;18(1):205-11.
  6. Krisdapong S. Social Determinants of Health and Population Approach :Implications for Oral Health Promotion. Bangkok: Chulapress; 2021.
  7. Shim SH, Han DH, Khang YH. Association between Dental Caries and Delayed Growth in Korean Children. *Caries Res* 2018;52(1-2):71-7.
  8. Norberg C, Hallstrom Stalin U, Matsson L, Thorngren-Jerneck K, Klingberg G. Body mass index (BMI) and dental caries in 5-year-old children from southern Sweden. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012;40(4):315-22.
  9. Tanner L, Craig D, Holmes R, Catinella L, Moynihan P. Does Dental Caries Increase Risk of Undernutrition in Children?. *JDR Clin Trans Res* 2022;7(2):104-17.
  10. Sheiham A. Dental caries affects body weight, growth and quality of life in pre-school children. *Br Dent J* 2006;201(10):625-6.
  11. Janakiram C, Antony B, Joseph J. Association of Undernutrition and Early Childhood Dental Caries. *Indian Pediatr* 2018;55(8):683-5.
  12. Tuppangrungsri P, Lairungruangsakul P, Wattanathongchai A, Prasiththimet T. The relationship between dental caries and weight, height and development in 0-5 year-old children in the Fourth Regional Health Service area. *Th Dent PH J* 2015;20(2):9-16.
  13. Bureau of Nutrition Department of Health Ministry of Public Health. Growth chart aged 0- 5 years. Thailand; 2023 [updated 2020 Jan 1; cited 2023 Feb 10]. Available from: <http://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/kidgraph>.
  14. Khruuasan S. Evaluation of Dental Services in Well Child Clinic, Lomsak Hospital, Phetchaboon Province during 2011-2015. *Th Dent PH J* 2016;21(1):51-8.
  15. Popong P. Proactive Oral Health Services for Children Aged 0-5 Years Old. *RHPC9Journal* 2022;16(3):1085-96.