



# SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY DENTAL JOURNAL

วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1  
2567



ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว  
Relationships between Malocclusion Severity and Masticatory Performance

ชนิดา กันนะ เพ็ญประภา วัฒนสุขชัย พิทยา ไชยรักษ์  
Chanida Kanna Penprapa Wattanasukchai Pitchaya Chaiyaraksa

Effect of Cement and Abutment Colors on Esthetic Outcomes of Highly Translucent Multilayered Monolithic Zirconia crowns

Kwansiri Plengsombut Mali Palanuwech

ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากโดยใช้คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12 ร่วมกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และ ยูคาลิปตัส แต่ละชนิด

The Effect of Antimicrobial Activity against Oral Pathogenic Microbe by Chlorhexidine 0.12% with each *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica*, *Eucalyptus globulus*

ปรมาภรณ์ จิวพัฒน์กุล แก้วมณี ญัฐกฤตา ลีศัตรุพ่าย บัณฑิตวิชญ์ เตชะแสงมณี จิรวชิษฐ์ สิริพรทรัพย์ ชญาภา ลิ้มปจันตรา  
Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee Nutkritta Leesattrupai Pannawit Techasaengmanee Jiravit Siripornsub Chayapha Limchantra

ผลของการแปรงลิ้นต่อการลดลงของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์

The Effect of Tongue Brushing on Reduction of Volatile sulfur compounds

มหัทธนะ พูลเกษร

Mahatana Poolgesorn

ผลของความหนาต่อความสามารถในการรับแรงของการรวมกันระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิดตั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น

The Effect of Thickness on Load-Bearing Capacity of Combined Conventional Resin Composite and Short Fiber-Reinforced Composite

กนกกาญจน์ ขอรรัตน์ อนุชาติ ศรีจันบาล ปุฉิวรรณ กอวงษ์ บุญทริศ นียัตวิวัฒน์ชาญชัย

Kanokkarn Khorat Anucharte Srijunbarl Puliwan Gorwong Boondarick Niyatiwatchanchai

อิทธิพลของระยะเวลาทำงานที่หลากหลายต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3 ชนิด

Influence of Working Time Variations on Physical Properties of Three Resin-modified Glass Ionomer Cements

สิวลัย เลิศคารม อนุชาติ ศรีจันบาล ปุฉิวรรณ กอวงษ์ ดุสิต นันทนพิบูล รังสิมา สกุลนะมรรคา

Siwalai Lertkarom Anucharte Srijunbarl Puliwan Gorwong Dusit Nantanapiboon Rangsim Sakoolnamarka

ผลของคลื่นไบนิวรัลต่อสัญญาณชีพและความเครียดของผู้มารับบริการผ่าตัดฟันคุดกรามล่างซี่ที่สาม

The Effect of Binaural Beats on Vital Signs and Stress of the Impacted Mandibular Third Molar Surgery

อริวัฒน์ ตันตีสัมฤทธิ์

Athiwat Tantisamrit

ผลของการบ้วนปากหลังการแปรงฟันในการลดแผ่นคราบชีวภาพ

The Effect of Post-Brushing Rinsing on Reducing Dental Biofilm

พรรณกร แสงแก้ว กฤติมา ก้าวเกรียงไกร ขวัญชนก ตันวัฒนากุล สรรพวุฒิ แสนเสมอ อัญชิสรา เปล่งอารมณี วรุณี เกิดวงศ์บัณฑิต

Pansakorn Sangkaew Kritima Kaokriengkrai Khwanchanok Tunwattanagul Sappawut Sansamer Anchisa Plengarom Varunee Kerdvongbundit

ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดงของเทมโปโรแมนดิบูลาร์ดีสออเดอร์ในผู้มารับบริการทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน  
Prevalence and Associated Factors of Signs of Temporomandibular Disorders (TMD) in Dental Patients, Taksin Hospital

สุภาพร วิริยะจิระกุล พนมพร วาณิชานนท์ พิทยา ไชยรักษ์

Supaporn Viriyajirakul Phanomporn Vanichanon Pitchaya Chaiyaraksa

การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี  
A Social Return on Investment of Oral Health Promotion and Prevention Program in 0-3 Years Old Children, Khokchareon District, Lopburi Province.

กุลภาทรา เหล็กเพชร จันทร์พิมพ์ หินท้าว วรธนะ พิธพรชัยกุล

Kullapattra Lekpet Janpim Hintao Wattana Pithpornchaiyakul

การปรับปรุงพื้นผิวไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมด้วยการแอนโอดิเซชัน: บททวนวรรณกรรม

Improvement Properties of Titanium and Titanium Alloy Surface with Anodization: Literature review

สุภัทษา ปากำมา ทักษกร กุลติยะรัตน์: อภิชัย ยาวีราช พิมพ์เดือน รังสิยากุล พิสัยศิษฏ์ ชาญจันตรี

Supatcha Pakamma Tachakorn Kuntiyaratana Apichai Yavirach Pimduen Rungsiyakull Pisaisit Chaijareenont



# SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY DENTAL JOURNAL

วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



## ที่ปรึกษา

คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์  
รศ.ดร.ทพ.ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน  
ผศ.ทพ.สุวิทย์ วิมลจิตต์  
รศ.ดร.ทพญ.นิรดา ธเนศวร  
ผศ.ดร.ทพญ.ณปภา เอี่ยมจิรกกุล  
Professor Dr. Izumi Yuichi  
ผศ.ดร.ทพญ.ปรมาภรณ์ จิวพัฒนกุล แก้วมณี

## Advisory Board

Dean, Faculty of Dentistry Srinakharinwirot University  
Assoc.Prof.Dr. Narongsak Laosrisin  
Assist.Prof.Dr. Suwit Wimonchit  
Assoc.Prof.Dr. Nirada Dhanesuan  
Assist.Prof.Dr. Napapa Aimjirakul  
Tokyo Medical and Dental University, Japan  
Assist.Prof.Dr. Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee

## บรรณาธิการ

ผศ.ดร.ทพ.ชัชพันธ์ อุดมพัฒน์นาก  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## Editor

Assist.Prof.Dr. Chatchanphan Udompatanakorn  
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

## ผู้ช่วยบรรณาธิการ

อ.ดร.ทพ.ณัฐพล กิตติคุณเดชา  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## Assistant Editor

Dr. Nuttaphon Kittikundecha  
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

## กองบรรณาธิการ

**ภายนอกหน่วยงาน**  
Professor Dr. Keisuke Nakashima  
Professor Dr. Noriyuki Wakabayashi  
ศ.คลินิก ดร.ทพญ.วรุณี เกิดวงศ์บัณฑิต  
สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง  
ศ.คลินิก ทพญ.ทัศนีย์ เต็งรังสรรค์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
ศ.ดร.ทพญ.ศิริวรรณ สืบนาการณ์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ศ.ปฎิบัติ ดร.ทพ.ปจวี คงขุนเทียน  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ศ.ดร.ทพ.ธีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
รศ.ทพ.สุพจน์ ตามสายลม  
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
รศ.ดร.ทพญ.ริสา ชัยศุภรัตน์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
รศ.ดร.ทพญ.ศิริรักษ์ นครชัย  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล  
รศ.ดร.ทพ.ไชยรัตน์ เฉลิมรัตน์โรจน์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ผศ.ดร.ทพ.สุชิต พูลทอง  
ทันตแพทยสภา  
ผศ.ดร.ทพ.เทวฤทธิ์ สมโคตร  
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Editorial Board

**External Editorial Board**  
Kyushu Dental University, Japan  
Tokyo Medical and Dental University, Japan  
Clinical Professor Dr. Varunee Kerdvongbundit  
School of Dentistry, Mae Fah Luang University.  
Clinical Professor Dr. Tasanee Tengrungsun  
School of Dentistry, University of Phayao.  
Professor Dr. Siriwan Suebnukarn  
Faculty of Dentistry Thammasat University  
Practical professor Dr. Pathawee Khongkhunthian  
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University  
Professor Dr. Teerasak Damrongrungruang  
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University  
Assoc.Prof.Dr. Suphot Tamsailom  
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
Assoc.Prof.Dr. Risa Chaisuparat  
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
Assoc.Prof.Dr. Siriruk Nakornchai  
Faculty of Dentistry, Mahidol University  
Assoc.Prof.Dr. Chairat Charoemratrote  
Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University  
Assist.Prof.Dr. Suchit Poolthong  
The Dental Council of Thailand  
Assist.Prof.Dr. Tawarit Somkotra  
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

## ภายในหน่วยงาน

**คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**  
รศ.ดร.ทพญ.อรุณวรรณ หล้าอุบล  
ผศ.ดร.ทพญ.พิมพ์พร จิระเววงศ์สกุล  
ผศ.ดร.ทพญ.สุธีรา เตชะธนะวัฒน์  
อ.ดร.ทพญ.วราวัลย์ หิรัญวิษณุรัตน์  
อ.ดร.ทพญ.วิชิตา ฉวีวรรณาก  
อ.ทพญ.พิมพ์สุภัค บุญมงคลรักษา  
อ.ดร.สิริรัตน์ บุญดีเรก

## Internal Editorial Board

**Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University**  
Assoc.Prof.Dr. Aroonwan Lam-ubol  
Assist.Prof.Dr. Pimporn Jirawechwongsakul  
Assist.Prof.Dr. Suteera Techatanawat  
Dr. Worawalun Hirunwidchayarat  
Dr. Wichida Chaweewannakorn  
Dr. Pimsupak Boonmongkolraksa  
Dr.Sirirat Boondireke

## ฝ่ายประสานงาน

นางกนกพร สุขยานันท์  
นางวิภาวี ยุทธนาพันธ์

## Co-ordinator

Mrs. Kanokporn Sukyanan  
Mrs. Wipavee Yuthanapun

## สำนักงาน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110  
โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 15140  
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ swudentj@yahoo.com  
เว็บไซต์ <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/swudentj>  
กำหนดการออกวารสาร (ออนไลน์) ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม

## Office

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University  
Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110 Thailand  
Tel. 02-649-5000 ext. 15140  
E-mail : swudentj@yahoo.com  
Web site : <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/swudentj>

# Author Guidelines

## Srinakharinwirot University Dental Journal (SWU Dent J)

---

### About the Journal

#### Aims and Scope:

SWU Dent J is a dental journal of Srinakharinwirot University established since 2005. The online version has been published since 2022. There is a policy to support the dissemination of knowledge in academic presentation and research in dentistry and related fields which accept articles from both internal and external authors free of charge. SWU Dent J. publishes (Online) two issues per year, January-June and July-December.

#### Purpose of the Journal:

1. To publish the original research articles, literature reviews, case reports in oral sciences and other related areas.
2. To introduce new knowledge and observations related to the any aspects of oral and dental cares as well as other healthcare are especially encouraged.
3. To communicate academically between dentists and others in related areas.

#### SWU Dent J publishes the following types of articles:

1. **Original Articles** report results of original research in dental and oral sciences as well as other related fields (preclinical, clinical, or translational). The presented work must not be published elsewhere.
2. **Review Articles** describe and evaluate previously published materials in a given topic, diagnosis, or treatment in order to suggest new approaches or ideas.
3. **Case Reports** of rare or unusual cases, or treatment with good long-term follow-up information, particularly in areas in which good statistics on results of treatment are needed.
4. **Miscellaneous** Other manuscript that reports useful information could be written in a form of "Letter to editor" or "Brief communications".

#### Manuscript Submission:

All abstracts must be submitted in English. Manuscript written in Thai and/or Thai authors need to include abstract in both languages. Authors of non-native English speakers should consider their work reviewed by either a native English speaker or academic proofreading services prior to submission.

All submissions must include a cover letter signed by all authors. Cover letters should certify the research is original, not being simultaneously considered for publication elsewhere, and free of conflict of interest. The format of cover letter is available at the end of this document.

In addition, title page should be submitted. Title page includes title of the manuscript, name, degree and affiliation of all authors. Moreover, mailing address, telephone number and email address of corresponding author should be included.

Submission can be done online via SWU eJournals System (OSJ) at <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/swudentj> or the authors can send the manuscript and related document to email: [swudentj@yahoo.com](mailto:swudentj@yahoo.com)



**Manuscript preparation:**

Manuscripts must adhere to the following instructions or they will be rejected before undergoing peer review.

- Prepare the manuscript in Microsoft Word (docx) using Cordia new font 16. Leave a one-inch margin on all sides. Do not right justify.
- Manuscript must be done in plain and simple style format as possible.
- Number all manuscript pages consecutively in the upper right-hand corner (text and references, followed by illustrations on separate pages).
- Manuscript length (including all references, tables, figures) should be no more than 15 pages (standard A4 21.1 x 29.7 cm page size).
- All figures, illustrations, graphs, and tables must be provided in the text and should include title and foot note. In addition, explanation for abbreviation and symbols is required.
- Identifying teeth by their name, rather than a number or letter. Be consistent throughout the manuscript. If it is not possible to use the name, use FDI two-digit system after which their full names have been firstly mentioned in the text.
- Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.
- Abbreviation should be explained in the parenthesis when first used. Avoid using abbreviation in title and abstract.

**Manuscript format:**

Please order the manuscript as follows: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Start each section on a separate page.

**Title page:**

- The title page should contain:
  1. Title: a concise and informative title (do not include numbers, acronyms, abbreviations).
  2. Corresponding Author must provide: full name, complete address, phone, fax, and a valid e-mail address, which will be used for all communication with the journal.
  3. Author information including;
    - 3.1 Full name of all authors
    - 3.2 Complete mailing address for each author
    - 3.3 Degrees (e.g. DDS, PhD)
    - 3.4 Affiliation (e.g. Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University)

**Abstract:**

- 250 words.
- Original article : abstract Should include as follows: Objectives, Methods, Results, and Conclusions.

All abstracts must be submitted in English. Manuscript written in Thai need to include abstract in both languages.

**Keywords:** Up to 3-6 keywords should be provided, and selected from Medical Subject Headings (MeSH). Information on the selection of keywords: see <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>.

**Introduction:**

- Briefly explain the existing knowledge, and demonstrate the problems leading to the main objectives of the research.

**Materials and methods:**

- Describe the procedures in detail.
- If human subjects or related specimens (including teeth, saliva, tissues) have been involved in the research, please state evidence of IRB or local ethical committee approval, including an obtaining of informed consent. When laboratory animals are used, inform the level of institutional review allowing for human practices, as appropriated.
- Provide names and sources of all instruments or commercial products e.g.
  - Instrument e.g. Universal Testing machine (Shimadzu, EZtest, Japan)
  - Commercial product e.g. Polyether (Impregum, 3MESPE, USA)
- Statistics used in the manuscript should be clearly demonstrated.

**Results:**

- Report data directly with complete statistical analysis.
- Always describe statistic values with standard errors or standard deviations, including particular degree of probability level e.g.  $p = 0.026$  or  $p < 0.05$
- Tables and figures should be numbered in the order in which they are described and cited in the text.

**Discussion:**

- Carefully explain and evaluate data.
- Compare with other findings particularly what causes the difference.
- Suggest directions for future research.

**Conclusion (if included):**

- State shortly the most important finding of the research.
- Do not repeat Results or Discussion.

**Acknowledgements (if applicable):**

- Inform all assistances from individuals as appropriated.
- Report all sources of grant and other support for the project.

**References:**

- All reference must be written in English.
- Citations should be numbered consecutively in parentheses as they appear in the text and they should present after punctuation e.g. text (1,4-7,9,10).
- Examples of reference citation formats:
  - Journal article:  
Aronrerk N, Pichyangkul S, Yongvanitchit K, Wisetchang M, Sa-Ard-lam N, Sirisinha S, et al. Generation of gingival T cell lines/clones specific with *Porphyromonas gingivalis* pulsed dendritic cells from periodontitis patients. J Periodontal Res. 2003;38(3):262-8.
  - Books/Chapter in a book:  
Proffit WR, Fields HW. Contemporary orthodontics. 3<sup>rd</sup>ed. St. Louis: Mosby; 2000.  
Yamada KM. Fibronectin and other cell interactive glycoproteins. In: Hay ED, editor. Cell biology of extra-cellular matrix. 2<sup>nd</sup>ed. New York: Plenum Press; 1991. p.111-46.

- Dissertation:

Kerdmanee K. *In Vitro* Study of Er,Cr:YSGG Laser in Adjunct to Ultrasonic Root Debridement on The Attachment of Human Periodontal Ligament Fibroblasts [Master thesis, M.S. (Periodontology)]. Bangkok: Srinakharinwirot University; 2015.

- Journal article on the Internet (Article with digital object identifier)

Lam-ubol A, Rungsiyanont S, Vacharotayangul P, Sappayatosok K, Chankanka O. Oral manifestations, salivary flow rates and *Candida* species in Thai HIV-infected patients. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(2):e138-45. doi: 10.4317/jced.55384.

- Database on the Internet

National Statistical Office. The 2013 survey on health and welfare [Internet]. Bangkok: Ministry of Information and Communication Technology; 2017 [cited 2017 March]. Available from: URL: <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/healthy/healthRep56.pdf>. (in Thai).

- Scientific or technical report (Issued by performing agency)

Chaiwerawattana A, Laowahutanont P, editors. Hospital based cancer registry annual Report 2013. Bangkok: Information and Technology Division; 2015. ISBN 978-616-11-2581-3. Sponsored by the National Cancer Institute.

The reference style of the journal follows the format suggested by “International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Sample References ([http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html))”

Abbreviations of journal names should follow the forms in Index Medicus, National Library of Medicine (NLM)

## Tables and Figures:

### Tables

- Table design and layout must be plain and simple as possible
- All tables must be inserted in the text.
- Use explanatory footnotes if possible. In the table or title, indicate the order of footnotes with lower-case letters in superscript. If needed in footnotes, cite the short form of references in parentheses.

### Figures

- All figures must be inserted in the text.
- Clearly numbered files containing figures to indicate their placement in the text
- Illustrations, graphs and figures must be provided as TIFF or JPEG files (8.9 x 16 cm) with a minimum resolution of 600 dpi.
- Radiographic images should be prepared by taking a photo in black and white from original films, or using digital imaging when applicable. Put magnification markers directly on the micrographs.

## Peer Review process:

All submissions will be subjected to **double blind peer-review by at least 3 independent reviewers from different institutions which are the experts in the field**. The article will be accepted for publication when at least 2 reviewers agree. Please note that the authors agree to transfer copyright to SWU Dent J on submission, if the manuscript is accepted for publication. Attempts to reproduce parts of the article may be done with written permission from SWU Dent J.

**Address for Correspondences:**

Mrs. Kanokporn Sukyanan  
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University,  
114, Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand.  
Telephone: (662) 6495000 ext 15140, Fax. (662) 6641882,  
E-mail: swudentj@yahoo.com

**Conflicts of Interest:**

Authors must state all possible conflicts of interest in the manuscript, including financial, consultant, institutional and other relationships that might lead to bias or a conflict of interest. If there is no conflict of interest, this should also be explicitly stated as none declared. All sources of funding should be acknowledged in the manuscript. All relevant conflicts of interest and sources of funding should be included on the title page of the manuscript with the heading "Conflicts of Interest and Source of Funding".

**Ethical and Legal Considerations and Copyright Transfer:**

A submitted manuscript must be an original contribution not previously published (except as an abstract or a preliminary report), must not be under consideration for publication elsewhere, and, if accepted, must not be published elsewhere in similar form, in any language, without the consent of SWU Dent J. Each person listed as an author is expected to have participated in the study to a significant extent. All authors must sign and submit the copyright transfer letter together with journal submission.

Notice: Author guidelines is available at the journal website <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/swudentj>.

**The cover letter format****Publication Ethics SWU Dent J.**

# บรรณาธิการ

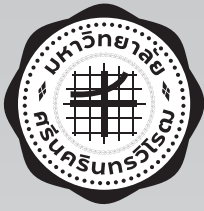
สวัสดีท่านผู้อ่านทุกท่านนะครับ วิทยาลัยการทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒฉบับนี้ เป็นฉบับปี พุทธศักราช 2567 เล่มที่ 1 ครับ ทางทีมบรรณาธิการยังคงความตั้งใจในการคัดสรรบทความวิจัยและบทความวิชาการ ที่มีคุณภาพเช่นเดิมเพื่อผู้อ่านทุก ๆ ท่านนะครับ ในฐานะตัวแทนของกองบรรณาธิการ ผมขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการพิจารณาบทความให้คงคุณภาพในเกณฑ์มาตรฐานมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณผู้สนับสนุนทุกท่านที่ไว้วางใจให้วิทยาลัยการทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเป็นช่องทางในการเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ ๆ สู่สังคม และขอบพระคุณท่านผู้อ่านทุกท่านอีกครั้งนะครับ ขอให้ผู้อ่านทุกท่านเพลิดเพลินไปกับความรู้ใหม่ ๆ ที่อยู่ในวารสารฉบับนี้ของเราครับ

ในช่วงวันที่ 6-8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 องค์การบริหารคณะทันตแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย (อ.บ.ท.ท.) กำหนดให้คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นเจ้าภาพในการจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย สาขาทันตแพทยศาสตร์ ระดับนานาชาติ ครั้งที่ 20 ขึ้นที่พัทยา จังหวัดชลบุรี ตัวผมเองได้มีโอกาสเข้าร่วมงาน โดยเฉพาะในส่วนของ การประกวดและนำเสนอผลงานวิจัย พบว่ามีความน่าสนใจอย่างยิ่งในหัวข้อวิจัยและนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมทันตแพทย์ของพวกเรา ทั้งนี้ครั้งถัดไปในปีพุทธศักราช 2567 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมองค์การบริหารคณะทันตแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 21 ซึ่งจะจัดขึ้นที่อัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมีหัวข้อหลักในงานประชุมครั้งนี้คือ “Towards the Future of Dentistry: More Personalization and Greater Success” แน่ใจว่าทางทีมงานฝ่ายวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้จัดการประกวดและการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพดังเช่นในทุกครั้งที่ผ่านมา จึงใคร่ขอให้ทุกท่านรอดติดตามผลงานวิจัยใหม่ ๆ ของสาขาทันตแพทย์ที่จะเกิดขึ้นในงานประชุมที่สำคัญของพวกเรา โดยประกาศกำหนดการอย่างเป็นทางการอีกครั้งในเว็บไซต์ของคณะฯ ครับ

อนึ่งทางทีมบรรณาธิการฯ กำลังจะเข้าสู่การประเมินคุณภาพวารสารวิชาการที่อยู่ฐานข้อมูล TCI รอบที่ 5 (2568-2572) ซึ่งต้องส่งเล่มวารสารเข้าสู่การประเมินโดยศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย ในช่วงเดือนเมษายน ปีพุทธศักราช 2567 นี้ ทางกองบรรณาธิการฯ จะพยายามทำอย่างดีที่สุดเพื่อรักษาคุณภาพของวารสารของเราให้อยู่ที่ระดับ TCI กลุ่มที่ 1 เช่นเดิมครับ ขอให้ท่านผู้อ่านทุกท่านช่วยเป็นกำลังใจให้กับทีมงานด้วยครับ ขอขอบคุณครับ

สุดท้ายนี้ในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ ซึ่งเป็นช่วงวารสารนี้จะทำการเผยแพร่พอดี ผมขอให้ท่านผู้อ่านทุกท่านมีความสุข สมหวังในทุกประการ และมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงตลอดไปครับ แล้วพบกันอีกครั้งในวิทยาลัยการทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒฉบับปีพุทธศักราช 2567 เล่มที่ 2 ครับ

พศ.ดร.ทพ.ชัชพันธ์ อุดมพัฒนาการ  
บรรณาธิการวิทยาลัยการทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



# SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY DENTAL JOURNAL

วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## Table of Contents

Vol.17 No.1  
2024

<b>บทบรรณาธิการ</b>	<b>7</b>	
<b>บทวิทยากร</b>	<b>11</b>	ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว Relationships between Malocclusion Severity and Masticatory Performance ชนิดา กันนะ เพ็ญประภา วัฒนสุขชัย พิชญา ไชยรักษ์ Chanida Kanna Penprapa Wattanasukchai Pitchaya Chaiyaraksa
	<b>23</b>	Effect of Cement and Abutment Colors on Esthetic Outcomes of Highly Translucent Multilayered Monolithic Zirconia crowns Kwansiri Plengsombut Mali Palanuwech
	<b>37</b>	ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากโดยใช้คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12 ร่วมกับ ฟลิสทิกันท์สมุนไพรลายโจร กระชาย มะขามป้อม และ ยูคาลิปตัส แต่ละชนิด The Effect of Antimicrobial Activity against Oral Pathogenic Microbe by Chlorhexidine 0.12% with each <i>Andrographis paniculata</i> , <i>Boesenbergia rotunda</i> , <i>Phyllanthus emblica</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> ปรมาภรณ์ จิวพัฒน์กุล แก้วมณี ณัฐกฤตา ลีศัตรุพ่าย ปันณวิษญ์ เตชะแสงมณี จิรวิชญ์ สิริพรทรัพย์ ชญาภา ลิมปิจันตรา Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee Nutkrittta Leesattrupai Pannawit Techasaengmanee Jiravit Siripornsub Chayapha Limchantra
	<b>48</b>	ผลของการแปรงลิ้นต่อการลดลงของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ The Effect of Tongue Brushing on Reduction of Volatile sulfur compounds มัททธรน พูลเกษ Mahatana Poolgesorn
	<b>57</b>	ผลของความหนาต่อความสามารถในการรับแรงของการรวมกันระหว่างเรซิน คอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น The Effect of Thickness on Load-Bearing Capacity of Combined Conventional Resin Composite and Short Fiber-Reinforced Composite กนกกาญจน์ ขอรัตน์ อรุชาติ ศรีจันบาล ปุสิวรรณ กอวงษ์ บุญทริก นียติวัฒน์ชาญชัย Kanokkarn Khorat Anucharte Srijunbarl Puliwan Gorwong Boondarick Niyatiwatchanchai
	<b>74</b>	อิทธิพลของระยะเวลาทำงานที่หลากหลายต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพของ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3 ชนิด Influence of Working Time Variations on Physical Properties of Three Resin- modified Glass Ionomer Cements สิวัลย์ เลิศคารม อรุชาติ ศรีจันบาล ปุสิวรรณ กอวงษ์ ดุสิต นันทนพิบูล รังสิมา สกุลนะมรรคา Siwalai Lertkarom Anucharte Srijunbarl Puliwan Gorwong Dusit Nantanapiboon Rangsimma Sakoolnamarka





# SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY DENTAL JOURNAL

วิทยาลัยการทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## Table of Contents

Vol.17 No.1  
2024

- 87** ผลของคลื่นไบนิวรอลบีกซ์ต่อสัญญาณชีพและความเครียดของผู้มารับบริการ  
ผ่าฟันคุดกรามล่างซี่ที่สาม  
The Effect of Binaural Beats on Vital Signs and Stress of the Impacted  
Mandibular Third Molar Surgery  
อธิวัฒน์ ต้นตีสัมฤทธิ์  
Athiwat Tantisamrit
- 100** ผลของการบ้วนปากหลังการแปรงฟันในการลดแผ่นคราบชีวภาพ  
The Effect of Post-Brushing Rinsing on Reducing Dental Biofilm  
พรรณษกร แสงแก้ว กฤติมา ก้าวเกรียงไกร ขวัญชนก ต้นวัฒนากุล  
สรรพวุฒิ แสนเสมอ อัญชิสา เปล่งอารมณ์ วรุณี เกิดวงศ์บัณฑิต  
Pansakorn Sangkaew Kritima Kaokriengkrai Khwanchanok Tunwattanagul  
Sappawut Sansamer Anchisa Plengarom Varunee Kerdvongbundit
- 115** ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์  
ในผู้มารับบริการทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน  
Prevalence and Associated Factors of Signs of Temporomandibular Disorders  
(TMD) in Dental Patients, Taksin Hospital  
สุภาพร วิริยะจิระกุล พนมพร วาณิชชานนท์ พิชญา ไชยรักษ์  
Supaporn Viriyajirakul Phanomporn Vanichanon Pitchaya Chaiyaraksa
- 135** การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปาก  
เด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี  
A Social Return on Investment of Oral Health Promotion and Prevention  
Program in 0-3 Years Old Children, Khokchareon District, Lopburi Province.  
กุลภัทรา เหล็กเพชร จันทรพิมม์ หินแก้ว วรธน: พิรพรชัยกุล  
Kullapattra Lekpet Janpim Hintao Wattana Pithpornchaiyakul
- 151** การปรับปรุงพื้นผิวไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมด้วยการแอนโนไดเซชัน:  
ทบทวนวรรณกรรม  
Improvement Properties of Titanium and Titanium Alloy Surface with  
Anodization: Literature review  
สุภัทชา ปาคำมา ทักษกร กุลติยรัตน์: อภิชัย ยาวีราช พิมพ์เดือน รังษิยากุล  
พิสัยศิษฐ์ ชัยจรีนนท์  
Supatcha Pakamma Tachakorn Kuntiyaratana Apichai Yavirach  
Pimduen Rungsiyakull Pisaisit Chaijareenont

บทความปริทัศน์

## ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสับสนผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว

ชนิดา กันนะ\* เภยประกา วัฒนสุขชัย\*\* พิษญา ไชยรักษ์\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีการสับสนปกติและกลุ่มตัวอย่างที่มีการสับสนผิดปกติที่ระดับแตกต่างกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสับสนผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 18 ราย ได้แก่ กลุ่มที่มีการสับสนปกติ (ค่าดัชนีพาร์  $\leq 10$ ), กลุ่มที่มีการสับสนผิดปกติในระดับน้อยถึงปานกลาง (ค่าดัชนีพาร์ 11-29) และกลุ่มที่มีการสับสนผิดปกติในระดับมาก (ค่าดัชนีพาร์  $\geq 30$ ) ประเมินประสิทธิภาพการบดเคี้ยวโดยการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคกลางของอาหารเทียมด้วยวิธีการกรองสารผ่านตะแกรงหลายขนาด เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่าง 3 กลุ่มด้วยสถิติ One-way ANOVA และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงการสับสนผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวโดยใช้สถิติเพียร์สัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ผลการศึกษา:** ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มการสับสนปกติมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวสูงที่สุด และกลุ่มที่มีการสับสนผิดปกติในระดับมากมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่าง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.013$ ) โดยกลุ่มที่มีการสับสนผิดปกติในระดับมากมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำกว่ากลุ่มการสับสนปกติและกลุ่มสับสนผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสับสนผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ( $r = 0.418$ ) และการสับสนหลังมีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมากที่สุด เมื่อเทียบกับพารามิเตอร์ของดัชนีพาร์ตัวอื่น ได้แก่ ระยะเวลาเลื่อมแนวราบ ระยะเวลาเลื่อมแนวตั้งและระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟัน

**สรุป:** ความรุนแรงของการสับสนผิดปกติซึ่งประเมินโดยใช้ดัชนีพาร์มีผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยวเมื่อการสับสนผิดปกติมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมีแนวโน้มลดลง

**คำสำคัญ:** การสับสนผิดปกติ ประสิทธิภาพการบดเคี้ยว ดัชนีพาร์

วันที่รับ: 12 ตุลาคม 2565

วันที่แก้ไข: 27 มกราคม 2566

วันที่ตอบรับ: 16 มีนาคม 2566

\*หลักสูตรทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตรฯ สาขาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

\*\*ภาควิชาโอบุสวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

# Relationships between Malocclusion Severity and Masticatory Performance

Chanida Kanna\* Penprapa Wattanasukchai\*\* Pitchaya Chaiyaraksa\*\*

## Abstract

**Objective:** To compare masticatory performance among normal occlusion and two different malocclusion severity groups, and to assess correlations between malocclusion severity and masticatory performance.

**Materials and Methods:** Fifty-four subjects were divided into 3 groups; normal occlusion group (PAR score  $\leq 10$ ), mild to moderate malocclusion group (PAR score 11-29) and severe malocclusion group (PAR score  $\geq 30$ ). Masticatory performance was evaluated by analysis of median particle size of artificial food obtained with a multiple sieve method. Statistical significant was evaluated with One-way ANOVA test, and the correlation between malocclusion severity and masticatory performance assessed using Pearson's correlation at  $p < 0.05$ .

**Results:** The results showed the highest masticatory performance was found in normal occlusion group whereas the lowest performance was found in severe malocclusion group. Significant differences in masticatory performance ( $P = 0.013$ ) were detected among 3 different groups. Multiple comparisons showed significant differences in severe malocclusion group with normal occlusion group and mild to moderate malocclusion group. Correlation between malocclusion severity and masticatory performance ( $r = 0.418$ ) was moderate. The most correlation parameters of PAR index that effect to masticatory performance was buccal occlusion compare to overjet, overbite and midline discrepancy.

**Conclusions:** Malocclusion severity determined by PAR index effects masticatory performance. Higher malocclusion severity resulted in lower masticatory performance.

**Keywords:** Malocclusion, Masticatory performance, PAR index

Received Date: Oct 12, 2022

Revised Date: Jan 27, 2023

Accepted Date: Mar 16, 2023

\*Residency Training Program in Orthodontics, Department of Pedodontics and Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand.

\*\*Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

การสบฟันผิดปกติ คือ ลักษณะการเบี่ยงเบนของฟันจากลักษณะปกติ (1) แบ่งเป็น การสบฟันผิดปกติเชิงสัณฐาน (morphologic malocclusion) และการสบฟันผิดปกติเชิงการทำหน้าที่ (functional malocclusion) และในการศึกษานี้สนใจการประเมินการสบฟันผิดปกติเชิงสัณฐาน ซึ่งพิจารณาลักษณะการสบฟันเฉพาะที่ตำแหน่งสบสนิทที่สุด (maximum intercuspation) โดยผู้ป่วยทางทันตกรรมแต่ละรายจะมีระดับความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติที่ต่างกัน การวิเคราะห์การสบฟันของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทันตกรรมจัดฟันเป็นสิ่งสำคัญต่อการวินิจฉัย การวางแผนการรักษาและการประเมินผล ที่ผ่านมามีผู้คิดค้นวิธีการประเมินสภาพการสบฟันไว้หลายวิธี การใช้ดัชนีประเมินการสบฟันทางทันตกรรมจัดฟัน ดัชนีประเมินความจำเป็นในการรักษาทันตกรรมจัดฟันหรือดัชนีไอโอทีเอ็น (Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)) ดัชนีประเมินความซับซ้อน ผล และความจำเป็นของการรักษาทันตกรรมจัดฟัน (Index of Complexity, Outcome and Need (ICON)) ดัชนีความสวยงามของฟัน (Dental aesthetic Index (DAI)) และดัชนีพาร์ (Peer Assessment Rating (PAR index)) เป็นต้น

สำหรับดัชนีพาร์คิดค้นโดย Richmond และคณะ (2-3) ในปี ค.ศ.1992 ใช้ประเมินการสบฟันโดยพิจารณาเป็นคะแนนตามค่าการเบี่ยงเบนจากลักษณะปกติ ค่าดัชนีพาร์มากหมายถึง ความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติมาก สามารถวัดได้ง่ายและใช้เปรียบเทียบการสบฟันก่อนและหลังการรักษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพการรักษาทันตกรรมจัดฟัน ประกอบด้วย 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ระยะเบี่ยงเบนของจุดสัมผัส (contact point displacement) การสบฟันหลัง (buccal occlusion) ระยะเหลื่อมแนวราบ (overjet) ระยะเหลื่อมแนวตั้ง (overbite) และระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟัน (midline discrepancy) Richmond และคณะได้อธิบายการสบฟันตามคะแนนดัชนีพาร์ว่า การสบฟันที่มีคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เป็นการสบฟันในอุดมคติ (ideal occlusion) ส่วนการสบฟันที่มีคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เป็นการสบฟันที่ยอมรับได้

(acceptable alignment) และการสบฟันที่คะแนนมากกว่า 10 คะแนนขึ้นไป ถือว่าเป็นการสบฟันผิดปกติ (malocclusion)

การสบฟันผิดปกติมีผลกระทบต่อความสวยงามและประสิทธิภาพการบดเคี้ยว (masticatory performance) โดยประสิทธิภาพการบดเคี้ยวขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ ขนาดร่างกายและมวลกล้ามเนื้อ แรงกัดฟันสูงสุด (maximum bite force) จำนวนฟันคู่สบและพื้นที่การสัมผัสสัมผัส (number and area of occlusal contact) ปริมาณการเคลื่อนขากรรไกรไปด้านข้างขณะบดเคี้ยว (amount of lateral excursion during mastication) และประเภทของการสบฟันผิดปกติ เป็นต้น (4-7) การศึกษาประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้คือวิธีการกรองสารแบบตะแกรงหลายขนาด (multiple sieve method) ประเมินขนาดอนุภาคอาหารหลังเคี้ยว ซึ่งมักนึกอาหารที่ตกลงสู่ตะแกรงแต่ละชั้นเพื่อคำนวณหาขนาดอนุภาคกลาง (median particle size) อาหารที่นิยมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการบดเคี้ยวได้แก่ เมล็ดถั่ว แต่ข้อเสียคือ ถั่วละลายในน้ำลาย และแปรสภาพได้เมื่อเวลาผ่านไป ทำให้ความแม่นยำในการประเมินลดลงจากการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพของอาหารที่ทดสอบ ต่อมา Edlund และคณะ ในปี 1980 (8) ได้เสนอการนำวัสดุพิมพ์ปากชนิดซิลิโคน (condensation silicone) โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้คือ OptoSil® (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) ทดสอบคุณสมบัติที่มีผลต่อการเคี้ยวพบว่าประสิทธิภาพการบดเคี้ยวของวัสดุนี้ใกล้เคียงกับการเคี้ยวอาหารธรรมชาติ จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนอาหารจากธรรมชาติได้และนิยมใช้ในปัจจุบัน

การศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการสบฟันผิดปกติด้วยดัชนีพาร์ต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (analytical study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติและกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติที่ระดับแตกต่างกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

การศึกษานี้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (SWUEC/E-113/2563) การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษาของ Toro และคณะ (9) ศึกษาประสิทธิภาพการบดเคี้ยวในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ นำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวณตามสูตรที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 และอำนาจทดสอบร้อยละ 80 ( $n = [Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}]^2 \times [\sigma_1^2 + \sigma_2^2] / [\mu_1 - \mu_2]^2$ ) สามารถคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างได้ 15.8 คน และพิจารณาเพิ่มจำนวนตัวอย่าง จึงกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีจำนวน 18 คน

ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัครหรือผู้ป่วยซึ่งมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันที่คลินิกบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างถูกคัดกรองด้วยการตรวจฟันและความผิดปกติของข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยว โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) ดังนี้ มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป มีฟันแท้ครบ 28 ซี่ โดยไม่มีฟันเกินและไม่นับรวมฟันกรามแท้ซี่ที่ 3 ยกเว้นมีการสูญเสียฟันไปก่อนกำหนดและมีการเคลื่อนของฟันกรามแท้ซี่ที่ 3 มาด้านใกล้กลางจนมีการแทนที่ฟันที่สูญเสียไป

ทุกกลุ่มมีเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) ได้แก่ อาสาสมัครหรือผู้ป่วยที่อยู่ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน เป็นโรคปริทันต์ที่มีการโยกของฟัน (tooth mobility) มีอาการอ้าปากได้จำกัดหรือมีปัญหาของข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยว

เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการตรวจวินิจฉัยว่ามีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าและออก รับทราบและเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยจะตรวจภายนอกช่องปากเพื่อเก็บข้อมูลของประเภทกระดูกขากรรไกรและใบหน้า (sagittal and vertical skeletal relationship) ตรวจภายในช่องปากเพื่อดูสิ่งกีดขวางการสบฟัน (occlusal interference) และการสบไขว้ (crossbite) จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการต่อไป

## 1. การประเมินความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติ

พิมพ์ปากด้วยอัลจินตและเทแบบจำลองฟันเพื่อหาค่าดัชนีพาร์ วัดแบบจำลองฟันด้วยดิจิตอล คาลิเปอร์ (digital caliper) โดยดัชนีพาร์แต่ละองค์ประกอบ มีนิยามดังนี้

1. contact point displacement คือ ระยะเบี่ยงเบนของจุดสัมผัสฟันหน้า ประเมินจากด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวขวาไปยังด้านใกล้กลางฟันเขี้ยวซ้าย
2. buccal occlusion คือ การสบฟันหลัง ประเมินทั้ง 3 มิติ ทั้งการสบฟันแนวหน้า-หลัง แนวตั้ง และแนวขวาง
3. overjet คือ ระยะสบเหลี่ยมแนวราบวัดระยะจากผิวฟันด้านริมฝีปากของฟันตัดกลางล่างมายังผิวฟันด้านริมฝีปากของฟันตัดกลางบน
4. overbite คือ ระยะสบเหลี่ยมแนวตั้งวัดระยะของปลายฟันตัดกลางบนมายังฟันตัดกลางล่าง
5. midline discrepancy คือ ระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟันบนและล่าง

ค่าที่ได้จากแต่ละองค์ประกอบ นำมาคำนวณเป็นค่าดัชนีพาร์ตามหลักเกณฑ์ของ Green (1) แบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 3 กลุ่มตามค่าดัชนีพาร์ จำนวนกลุ่มละ 18 คน ตามเกณฑ์คัดเข้าดังนี้

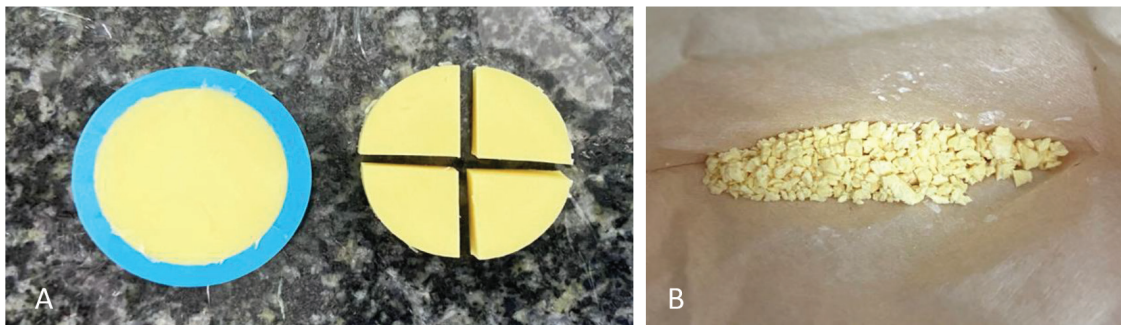
กลุ่มที่ 1 กลุ่มสบฟันปกติ (normal occlusion) มีค่าดัชนีพาร์ตั้งแต่ 0-10 อ้างอิงจากงานวิจัยของ Richmond และคณะ ในปี 1992 (2) ว่าการสบฟันที่มีดัชนีพาร์คะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เป็นการสบฟันที่ปกติยอมรับได้หลังการจัดฟัน และการสบฟันที่คะแนนมากกว่า 10 คะแนนขึ้นไป ถือว่าเป็นการสบฟันผิดปกติ (malocclusion) กลุ่มที่ 2 กลุ่มสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง (mild to moderate malocclusion) มีค่าดัชนีพาร์ตั้งแต่ 11-29 กลุ่มที่ 3 กลุ่มสบฟันผิดปกติมากที่มีค่าดัชนีพาร์ตั้งแต่ 30 ขึ้นไป อ้างอิงจากงานวิจัยของ Ponduri และคณะ ในปี 2011 (10) พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีพาร์ของผู้ป่วยก่อนผ่าตัดขากรรไกรร่วมกับการจัดฟันมีค่าเท่ากับ 30



ตรวจสอบความน่าเชื่อถือในการวัดแบบจำลอง ฟันด้วยดัชนีพาร์ของผู่วิจัยคนเดียว (Intra-observer reliability) โดยทำการสุ่มวัดซ้ำร้อยละ 25 ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง เว้นระยะห่างในการวัดครั้งที่ 2 อย่างน้อย 2 สัปดาห์ และนำค่าที่ได้ทั้ง 2 ครั้งมาหาความเชื่อมั่นด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) และความน่าเชื่อถือด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพการบดเคี้ยว ใช้วิธีการกรองสารผ่านตะแกรงหลายขนาด (multiple sieve method) (11-12)

ขั้นตอนการเตรียมอาหารเทียมโดยใช้วัสดุพิมพ์ซิลิโคนชนิดควบแน่น (condensation silicone impression material, OptoSil Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) ผสมและใส่ในแม่พิมพ์ทรงกระบอก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร) รอให้วัสดุแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 15 นาทีจึงเอาออกจากแม่พิมพ์ แล้วนำมาตัดแบ่งเป็น 4 ส่วน เท่ากัน ดังรูปที่ 1A และปล่อยให้ก่อนทำการทดสอบ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 1 A: การเตรียมอาหารเทียมจากวัสดุพิมพ์ปากซิลิโคนยี่ห้อ OptoSil®

B: อาหารเทียมหลังเคี้ยว 20 รอบวงเคี้ยว จำนวน 4 ครั้ง

Fig 1. A: Artificial food preparation made from silicone impression material, OptoSil®

B: Artificial food after 4 times of 20 chewing cycles.

### ขั้นตอนการทดสอบ

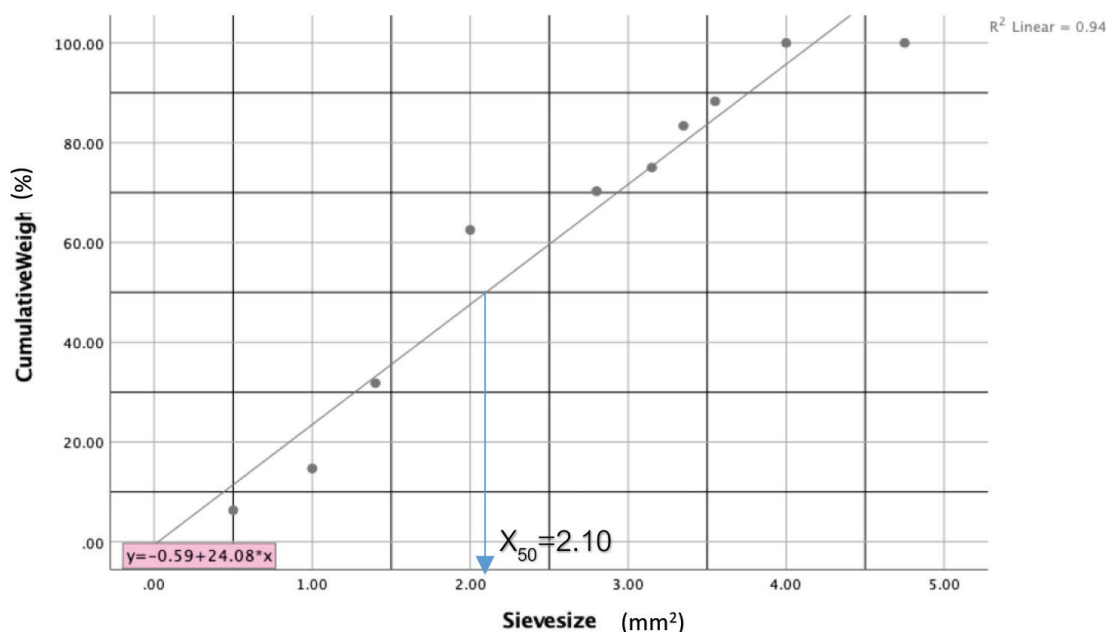
ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ทำฟัน โดยจะให้เคี้ยวอาหารเทียมครั้งละ 1 ส่วน จำนวน 4 ครั้ง โดยทุกครั้งให้เคี้ยวจำนวน 20 รอบวงเคี้ยว เมื่อเคี้ยวครบวงรอบที่กำหนด ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยบ้วนอาหารเทียมลงในกระตวยกรองที่รองด้วยภาชนะ กลั้วปากด้วยน้ำเปล่าลงในภาชนะจนไม่เหลือในช่องปากแล้ว ผู่วิจัยตรวจเช็คในช่องปากอีกครั้งก่อนเริ่มรอบต่อไปจนครบ 4 ครั้ง อาหารเทียมหลังผ่านการเคี้ยวจะถูกทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ และอบผ่านตู้อบความร้อนแห้ง (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้ดังรูปที่ 1B

หลังจากอบครบระยะเวลาที่กำหนด นำอาหารเทียมใส่ถุงซิปล็อคพลาสติกใสเพื่อควบคุมความชื้น แล้วนำมาผ่านเครื่องแยกสารด้วยตะแกรง (Retsch, German รุ่น AS 200 digit) ณ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีตะแกรงทั้งหมด 10 ขนาด รูตะแกรงเริ่มจากขนาดใหญ่ที่สุดไปขนาดเล็กที่สุด ขนาดรูตะแกรงจากชั้นบนลงล่างคือ 4.75, 4.00, 3.55, 3.35, 3.15, 2.80, 2.00, 1.40, 1.00 และ 0.50 มิลลิเมตร เปิดเครื่องสั่นความถี่ 70 เฮิรซ์ ระยะเวลา 3 นาที เพื่อให้สารค่อย ๆ ตกลงที่ตะแกรง และถูกแยกตามขนาด จากนั้นชั่งน้ำหนักของอาหารเทียมที่เหลืออยู่ในแต่ละตะแกรง เพื่อนำมาหาค่าร้อยละน้ำหนักสะสม



(cumulative weight percentages) และนำข้อมูลคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 25 เพื่อกำหนดเส้นกราฟจากน้ำหนักสะสมและขนาดรูตะแกรงเพื่อหาค่าขนาดอนุภาคกลาง คือ ขนาดของรูตะแกรงที่ทำให้

อาหารน้ำหนักรวมครึ่งหนึ่งของทั้งหมด (ร้อยละ 50) ผ่านได้ ดังตัวอย่างรูปที่ 2 และใช้ค่าดังกล่าวนี้บ่งบอกเป็นประสิทธิภาพการบดเคี้ยว หากมีค่าขนาดอนุภาคกลางเล็ก แสดงถึงประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดีกว่า



รูปที่ 2 การกำหนดเส้นกราฟจากน้ำหนักสะสมและขนาดรูตะแกรงแต่ละขนาดเพื่อหาค่าขนาดอนุภาคกลาง  
 Fig 2. Plotting the cumulative weight percentages of artificial test food that passed through each sieve for evaluation the median particle size.

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ไม่สามารถนำอาหารเทียมหลังการเคี้ยวไปทดสอบใช้เครื่องแยกสารด้วยตะแกรงได้ทันทีหลังเคี้ยว จึงทดสอบเพิ่มเติมประเมินการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ OptoSil® เพื่อความแม่นยำของข้อมูล โดยนำวัสดุ OptoSil® ตัดเป็นรูปทรงลูกบาศก์ 10 ตัวอย่าง และทำการบดที่ขนาดตั้งแต่ก่อนอบความร้อน หลังอบความร้อน 7 วัน และทุก 1 เดือนไปจนถึงระยะเวลา 3 เดือน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดตัวอย่างทั้งก่อนอบและหลังอบความร้อนและเมื่อเวลาผ่านไป 3 เดือน ดังนั้นหลังจากการอบอาหารเทียมแล้ว สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้ไม่ต้องเอาไปทดสอบทันที ในระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือนก่อนที่ไปทำการทดสอบด้วยเครื่องแยกสารด้วยตะแกรงซึ่งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 25 (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) ค่าดัชนีพาร์และค่าขนาดอนุภาคกลางที่ได้จากการทดลองนำมาทดสอบการกระจายแบบปกติของข้อมูล (normality test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov test และค่า skewness และ kurtosis พบว่าข้อมูลเป็นแบบพาราเมตริก (parametric)

สถิติที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่าง 3 กลุ่มตามประเภทความรุนแรงการสับฟันผิดปกติด้วยสถิติ One-way ANOVA วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงการสับฟันผิดปกติกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวโดยใช้สถิติ

เพียร์สัน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ผลการทดลอง (Results)**

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 54 คน อายุระหว่าง 15-52 ปี เป็นเพศชาย 24 คน เพศหญิง 30 คน วัดแบบจำลองฟันด้วยดัชนีพาร์ พบว่า กลุ่มที่ 1 (กลุ่มสบฟันปกติ) มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ PAR score

เท่ากับ  $4.33 \pm 2.99$  กลุ่มที่ 2 (กลุ่มสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง) มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ PAR score เท่ากับ  $18.78 \pm 5.53$  และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มสบฟันผิดปกติมาก) มีค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ PAR score เท่ากับ  $37.22 \pm 6.21$  ทดสอบความเชื่อมั่นด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค และความน่าเชื่อถือด้วยค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของผู้วิจัย คนเดิมอยู่ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ และความเชื่อมั่นของผู้ประเมินในการวัดซ้ำ

**Table 1. Pearson's Correlation Coefficients (r) and Reliability (Cronbach's alpha) for Intra-observer agreement.**

Parameter	Contact point displacement	Buccal Occlusion	Overjet	Overbite	Midline discrepancy
Correlation Coefficients (r)	0.997	0.991	0.977	1.000	1.000
Cronbach's alpha	0.998	0.995	0.987	1.000	1.000

**ตารางที่ 2.** ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของขนาดอนุภาคกลาง ในกลุ่มสบฟันปกติ สบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง และสบฟันผิดปกติมาก

**Table 2. Means (standard deviations) of median particle size in normal occlusion group, mild to moderate malocclusion group and severe malocclusion group.**

	Type of malocclusion			p-value
	Normal occlusion	Mild-moderate malocclusion	Severe malocclusion	
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	
Median particle size (mm <sup>2</sup> )	1.50 (0.29)	1.60 (0.37)	1.96 (0.67)	0.013*

\*p < 0.05

จากตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพการบดเคี้ยวโดยการเคี้ยวอาหารเทียมจำนวน 20 วงเคี้ยว 4 รอบและวัดด้วยตะแกรงหลายขนาดพบว่า ขนาดอนุภาคกลางของอาหารเทียมเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกลุ่มที่ 1, 2, 3 มีค่า  $1.50 \pm 0.29$ ,  $1.60 \pm 0.37$ ,

$1.96 \pm 0.67$  ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของขนาดอนุภาคกลาง (P = 0.013) โดยกลุ่มที่ 3 มีขนาดอนุภาคกลางใหญ่กว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติด้วยดัชนีพาร์กับขนาดอนุภาคกลาง  
**Table 3. Correlation analysis between severity of malocclusion by PAR Index and median particle size.**

		p-value	Pearson Correlation (r)
PAR score	Median particle size	0.002*	0.418

\*p < 0.05

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่า PAR score และขนาดอนุภาคกลาง พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.002) ในทิศทางบวก โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (r = 0.418)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของดัชนีพาร์กับขนาดอนุภาคกลาง  
**Table 4. Correlation analysis between parameters of PAR Index and median particle size.**

Parameters of PAR Index	Median particle size	
	p-value	Pearson Correlation (r)
Contact point displacement	0.133	0.207
Buccal occlusion	0.000*	0.595
Overjet	0.012*	0.341
Overbite	0.016*	0.327
Midline discrepancy	0.009*	0.352

\*p < 0.05

จากตารางที่ 4 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของดัชนีพาร์กับขนาดอนุภาคกลาง พบว่าค่าดัชนีพาร์ของการสบฟันหลัง ระยะเหลื่อมแนวราบ ระยะเหลื่อมแนวตั้ง และระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟันมีความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคกลางอย่างมีนัยสำคัญในทิศทางบวกโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดอนุภาคกลางมากที่สุดคือ ค่าดัชนีพาร์ของการสบฟันหลังสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (r = 0.595) และขนาดอนุภาคกลางมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับค่าดัชนีพาร์ของระยะเหลื่อมแนวราบ ระยะเหลื่อมแนวตั้งและระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟัน (r = 0.341, 0.327, 0.352 ตามลำดับ) ในขณะที่ระยะเบี่ยงเบนของจุดสัมผัสฟันหน้าไม่มีความสัมพันธ์ต่อขนาดอนุภาคกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

### บทวิจารณ์ (Discussion)

ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดี เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการรักษาทางทันตกรรม วิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการบดเคี้ยวคือวิธีการกรองสารผ่านตะแกรงจากอาหารที่เคี้ยวแล้ว ในการศึกษานี้ใช้วิธีการกรองสารแบบตะแกรงหลายขนาด ซึ่งให้ข้อมูลประสิทธิภาพการบดเคี้ยวแม่นยำกว่าการกรองแบบชั้นเดียว (single sieve method) (13) อาหารที่ทดสอบใช้เป็นวัสดุพิมพ์ปากชนิดซิลิโคน มีข้อดีกว่าการใช้ถั่ว คือไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ เก็บไว้ได้นานโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง (8)

ความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว เมื่อความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติมากขึ้นความสามารถในการบดเคี้ยวอาหารให้ละเอียดจะลดลง ประเมินจากขนาดอนุภาคกลางที่ใหญ่ขึ้น จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติมากจะมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำกว่ากลุ่มที่มีการสบฟันปกติและกลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มการสบฟันปกติกับกลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง มีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Henrikson และคณะ ในปี 1998 (14) ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการบดเคี้ยวขึ้นกับลักษณะการสบฟัน เมื่อพิจารณาแบ่งกลุ่มตามการสบฟันแบบแองเกิล (Angle's classification) จากการเปรียบเทียบกลุ่มที่มีการสบฟันปกติและกลุ่มการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 2 พบว่ากลุ่มที่มีการสบฟันปกติมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Toro และคณะ ปี 2006 (9) พบว่าคนที่มีการสบฟันผิดปกติ มีความสามารถในการบดเคี้ยวอาหารต่ำกว่าคนที่มีการสบฟันปกติ และความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติเมื่อจำแนกโดยดัชนีพาร์ ส่งผลต่อการบดเคี้ยวอาหารพบว่าคนที่มีการสบฟันผิดปกติมาก จะมีความสามารถในการบดเคี้ยวอาหารต่ำกว่าคนที่มีการสบฟันผิดปกติเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้หลายการศึกษายังพบว่าเมื่อความรุนแรงของการสบฟันลดลงภายหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน คนไข้จะมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดีขึ้น (15-16)

เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของดัชนีพาร์ที่ใช้ประเมินความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติ พบว่าค่าดัชนีพาร์ของการสบฟันหลังสัมผัสกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมากกว่าองค์ประกอบอื่น โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ( $r = 0.595$ ) โดยค่าดัชนีพาร์ของการสบฟันหลังเพิ่มมากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Henrikson (14) ที่ได้กล่าวว่า พื้นที่การสบสัมผัส (occlusal contact) ในฟันหลังเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว

เมื่อมีพื้นที่การสบฟันน้อยทำให้พื้นที่การบดเคี้ยวอาหารน้อยลง ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวจึงลดลง โดยการศึกษาของ Owens และคณะ ในปี 2002 (17) พบว่า คนที่มีการสบฟันปกติ จะมีพื้นที่การสบสัมผัสมากกว่าคนที่มีการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ การศึกษาของ Gavião และคณะ ในปี 2001 (18) พบว่า ผู้ที่มีการสบฟันปกติ จะมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีกว่าคนที่มีการสบไขว้ด้านหลัง (posterior crossbite) Andrade และคณะ ในปี 2009 (19) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวพบว่า คนที่มีการสบไขว้ด้านหลังจะมีแรงกัด (bite force) ลดลง และการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวขณะเคี้ยวและกลืนไม่สมมาตร (asymmetry) โดยด้านที่มีการสบไขว้ด้านหลัง กล้ามเนื้อขมับส่วนหน้า (anterior temporalis muscle) จะมีการทำงานมากขึ้น ในขณะที่กล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ (masseter) จะมีการทำงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับด้านที่ไม่มีการสบไขว้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับ Alarcon และคณะ ในปี 2000 (20)

การศึกษานี้พบว่า ระยะเหลื่อมแนวราบสัมผัสกันในทิศทางลบกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว (ระดับต่ำ  $r = 0.341$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Henrikson (14) ซึ่งพบว่าการมีระยะเหลื่อมแนวราบที่มากตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไป มีผลให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง Panchez และคณะ ในปี 1978 (21) ศึกษาประสิทธิภาพการบดเคี้ยวในกลุ่มผู้ที่ได้รับการรักษาด้วย activator พบว่า ผู้ป่วยที่มีการคืนกลับของระยะเหลื่อมแนวราบภายหลังการรักษา จะมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดีกว่าผู้ป่วยที่ผลการรักษามีเสถียรภาพ โดยพบว่าการคืนกลับของระยะเหลื่อมแนวราบ ส่งผลให้พื้นที่การสบฟันในฟันหลังรวมถึงการทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวลดลง

ผลการศึกษาพบว่า ระยะเหลื่อมแนวตั้งสัมผัสกันในทิศทางลบกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว (ระดับต่ำ  $r = 0.327$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Correa และคณะ ในปี 2018 (22) ซึ่งพบว่า เด็กที่มีฟันหน้าสบเปิด (anterior openbite) มีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำกว่าผู้ที่มีระยะเหลื่อมแนวตั้งปกติ แต่ไม่สอดคล้องกับการ

ศึกษาของ Costa และคณะ ในปี 2019 (23) ซึ่งไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบดเคี้ยวระหว่างผู้มีฟันหน้าสบเปิดและ ผู้ที่มีระยะเหลื่อมแนวตั้งปกติ

ระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟัน มีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว (ระดับต่ำ  $r = 0.352$ ) การเบี่ยงเบนของแนวกลางฟันหน้ามีสาเหตุได้หลายอย่าง ได้แก่ ตำแหน่งฟัน ความไม่สมมาตรของโครงสร้างใบหน้า และการทำงานที่ผิดปกติของกล้ามเนื้อ รวมถึงการเบี่ยงเบนของขากรรไกรเนื่องจากมีสิ่งกีดขวางการสบฟัน และพบว่ามีความสัมพันธ์กับการปรากฏของอาการที่เอมดี (temporomandibular disorders: TMDs) (24-27)

ดัชนีพาร์สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบการสบฟันก่อนและหลังการรักษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ค่าดัชนีพาร์ภายหลังการรักษาที่ลดลงภายหลัง แสดงถึงความสำเร็จและเสถียรภาพของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การศึกษาที่นำมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวภายหลังการรักษาทันตกรรมจัดฟันให้ผลการศึกษาที่หลากหลายแตกต่างกัน หลายการศึกษาไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบดเคี้ยวเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการรักษาในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดขากรรไกร (27,28) ส่วนการศึกษาของ Van den Braber และคณะ ในปี 2006 (30) ในผู้ป่วยที่มีขากรรไกรล่างหดสั้น (mandibular retrognathism) ที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดขากรรไกรพบว่า ภายหลังการรักษา 5 ปี ผู้ป่วยมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีขึ้น และแรงกัดเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับการรักษา สำหรับในการศึกษานี้ ภายหลังเก็บข้อมูลวิจัย กลุ่มตัวอย่างส่วนหนึ่งได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ซึ่งในอนาคตภายหลังเสร็จการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน หากสามารถเก็บข้อมูลวิจัยอีกครั้ง จะสามารถนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพาร์และประสิทธิภาพการบดเคี้ยวกับก่อนการรักษาได้

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการสบฟันผิดปกติส่งผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว องค์ความรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การสบฟันของผู้ป่วย

และพยากรณ์ผลการรักษาต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยวหลังการรักษาได้ กรณีผู้ป่วยมีการสบฟันผิดปกติมากหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันให้มีการสบฟันปกติ จะช่วยให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวในผู้ป่วยกลุ่มนี้มีแนวโน้มดีขึ้น นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญและระมัดระวังแก้ไขการสบฟันหลังในขั้นตอนการเก็บรายละเอียด (finishing stage) ของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเนื่องจากพบว่าปัจจัยการสบฟันหลังมีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยวสูงสุดเมื่อเทียบกับระยะเหลื่อมแนวราบ ระยะเหลื่อมแนวตั้งและระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟัน

การศึกษาที่ผ่านมา (4-7) พบว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว เช่น เพศ ประเภทการสบฟันในแนวหน้า-หลังและแนวตั้ง การมีสิ่งกีดขวางการสบฟัน ในการศึกษาในอนาคต หากใช้สถิติการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) จะช่วยอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยวได้ดียิ่งขึ้น

### บทสรุป (Conclusion)

1. ความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติประเมินโดยใช้ดัชนีพาร์มีผลต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว กลุ่มการสบฟันปกติ (ค่าดัชนีพาร์ 0-10) มีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวสูงที่สุด และกลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติมาก (ค่าดัชนีพาร์ตั้งแต่ 30) มีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำที่สุด กลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติมาก จะมีประสิทธิภาพการบดเคี้ยวต่ำกว่ากลุ่มการสบฟันปกติและกลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง (ค่าดัชนีพาร์ 11-29) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการสบฟันปกติและกลุ่มที่มีการสบฟันผิดปกติเล็กน้อยถึงปานกลาง

2. ความรุนแรงของการสบฟันผิดปกติเมื่อประเมินด้วยดัชนีพาร์มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการบดเคี้ยว เมื่อการสบฟันผิดปกติมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวมีแนวโน้มลดลง

3. พารามิเตอร์ของดัชนีพาร์ที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดต่อประสิทธิภาพการบดเคี้ยว คือ การสบฟันหลัง

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขอขอบคุณคุณศิริพงศ์ ตั้งประเสริฐกิจ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชั้น 10 ที่ช่วยเหลือและแนะนำการใช้เครื่องอบลมร้อน และขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการใช้เครื่องแยกสารด้วยตะแกรงในการทำวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Green JI. An Overview of the Peer Assessment Rating (par) Index for Primary Dental Care Practitioners. *Prim Dent J.* 2016; 5(4):28-37.
2. Richmond S, Shaw W, O'brien K, Buchanan I, Jones R, Stephens C, et al. The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod.* 1992;14(2):125-39.
3. Richmond S, Shaw W, Roberts C, Andrews M. The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod.* 1992;14(3):180-7.
4. Fontijn-Tekamp F, Slagter A, Van Der Bilt A, Van't Hof M, Witter D, Kalk W, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res.* 2000;79(7):1519-24.
5. Hatch J, Shinkai R, Sakai S, Rugh JD, Paunovich E. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Bio.* 2001;46(7):641-8.
6. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(6):602-9.

7. Buschang PH. Masticatory ability and performance: the effects of mutilated and maloccluded dentitions. *Semin in orthod;* 2006; 12(2):92-101.
8. Edlund J, Lamm C. Masticatory efficiency. *J Oral Rehabil.* 1980;7(2):123-30.
9. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod.* 2006;28(2):112-9.
10. Ponduri S, Pringle A, Illing H, Brennan P. Peer Assessment Rating (PAR) index outcomes for orthodontic and orthognathic surgery patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2011;49(3):217-20.
11. Albert Jr T, Buschang P, Throckmorton G. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehabil.* 2003;30(7):720-2.
12. Changsiripun C, Pativetpinyo D. Masticatory function after bite-raising with light-cured orthodontic band cement in healthy adults. *Angle Orthod.* 2020;90(2):263-8.
13. Van der Bilt A, Fontijn-Tekamp F. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Bio.* 2004;49(3):193-8.
14. Henrikson T, Ekberg E C, Nilner M. Masticatory Efficiency and Ability in Relation to Occlusion and Mandibular Dysfunction in Girls. *Int J Prosthodont.* 1998;11(2):125-32.
15. Gameiro GH, Magalhães IB, Szymanski MM, Andrade AS. Is the main goal of mastication achieved after orthodontic treatment? A prospective longitudinal study. *Dental Press J Orthod.* 2017; 22(3):72-8.
16. Makino E, Nomura M, Motegi E, Iijima Y, Ishii T, Koizumi Y, et al. Effect of orthodontic treatment on occlusal condition and masticatory function. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2014;55(4):185-97.



17. Owens S, Buschang P H, Throckmorton G S, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(6):602-9.
18. Gavião MB, Raymundo VG, Sobrinho LC. Masticatory efficiency in children with primary dentition. *Pediatr Dent.* 2001;23(6):499-505.
19. Andrade Ada S, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MB. Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod.* 2009;79(2):380-6.
20. Alarcón JA, Martín C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):328-34.
21. Pancherz H, Anehus M. Masticatory function after activator treatment. An analysis of masticatory efficiency, occlusal contact conditions and EMG activity. *Acta Odontol Scand.* 1978; 36(5):309-16.
22. Corrêa EC, Maeda FA, de Miranda ALR, Carvalho PEG, da Silva LH, Torres FC. Masticatory evaluation of anterior open bite malocclusion using the colorimetric capsule method. *Gen Dent.* 2018;66(6):56-9.
23. Costa ES, Casal MS, Mestriner-Junior W, Pithon MM, Guimarães AS. Masticatory performance between individuals with good overbite and patients with anterior open bite. *JWFO.* 2019;8(1):31-4.
24. Fushima K, Inui M, Sato S. Dental asymmetry in temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil.* 1999;26(9):752-6.
25. Almsaan OC, Baciut, M, Almsaan HA, Bran S, Lascu L, Iancu M, Baciut G. Skeletal pattern in subjects with temporomandibular joint disorders. *Arch Med Sci.* 2013;9(1):118-26.
26. Celic R, Jerolimov V, Panduric J. A study of the influence of occlusal factors and parafunctional habits on the prevalence of signs and symptoms of TMD. *Int J Prosthodont.* 2002;15(1):43-8.
27. Chaiyaraksa P, Wattanasukchai P. Association between oral parafunction, occlusal parameters and temporomandibular joint clicking sound. *SWU Dent J.* 2019;12(2):11-18.
28. Van den Braber W, van der Glas H, van der Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(5):549-54.
29. Zarrinkelk HM, Throckmorton GS, Ellis E III, Sinn DP. A longitudinal study of changes in masticatory performance of patients undergoing orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995;53(7):777-783.
30. Van den Braber W, van der Bilt A, van der Glas H, Rosenberg T, Koole R. The influence of mandibular advancement surgery on oral function in retrognathic patients: a 5-year follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(8):1237-40.

**ติดต่อขอทราบ:**

อ.ทพญ.พิชญา ไชยรักษ์  
ภาควิชาโอบุสสุวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23  
เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110  
โทรศัพท์ : 081 923 3239  
อีเมลล์ : jibnoi@yahoo.com

**Corresponding author:**

Dr. Pitchaya Chaiyaraksa  
Department of Stomatology, Faculty of Dentistry,  
Srinakharinwirot University, 114, Sukhumvit 23,  
Wattana, Bangkok 10110, Thailand.  
Tel: (668) 1923 3239  
E-mail: jibnoi@yahoo.com

# Effect of Cement and Abutment Colors on Esthetic Outcomes of Highly Translucent Multilayered Monolithic Zirconia crowns

Kwansiri Plengsombut\* Mali Palanuwech\*\*

## Abstract

**Objective:** To identify appropriate abutment–cement combinations for color matching of 1.2 mm-thick, A2 shade, highly translucent multilayered monolithic zirconia (HTMMZ) crowns.

**Material and Methods:** Abutments of A2 composite resin, A4 composite resin, and metal were fabricated along with seven 1.2 mm-thick, A2 shade HTMMZ crowns. Three try-in pastes (clear, universal, and opaque) were used as luting agents. Abutment-cement combination specimens were prepared by luting each crown on each abutment type using one of each luting agents. All specimens were assessed using spectrophotometry and then compared with the Katana A2 shade tab (control) to establish the color difference. A color difference of < 2.7 was necessary to be considered clinically acceptable. The data obtained were statistically analyzed using two-way ANOVA followed by post hoc Tukey's test ( $\alpha = 0.05$ ).

**Results:** Abutment and cement colors and their interaction affected  $\Delta E_{ab}$  ( $p < 0.05$ ). The A2 abutment-clear cement, A2 abutment-universal cement, A4 abutment-clear cement, and A4 abutment-universal cement groups showed the lowest values almost reached an acceptable color match. Unacceptable color matches were observed in all the cement and abutment groups.

**Conclusions:** For the A2 and A4 abutment, crowns luted with universal cement almost reached a clinically acceptable color match. And for the silver-palladium metal abutment, crowns luted with opaque cement showed lower  $\Delta E_{ab}$  value compared to clear and universal cement.

**Keywords:** Abutment color, Cement color, Color difference, Esthetics, Masking ability

Received Date: Dec 08, 2022

Revised Date: Mar 14, 2023

Accepted Date: Mar 17, 2023

\*Ramkhamhaeng hospital, 436, Ramkhamhaeng Rd., Hua Mak, Bangkok 10240, Thailand.

\*\*Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23 Rd. Wattana, Bangkok, 10110, Thailand.

## Introduction

Restoring maxillary incisors is esthetically challenging. Esthetic restorations should replicate the shape, contour, texture, translucency, and color of adjacent teeth.

Over the past decade, zirconia alternatives to metal substructures have been widely used for dental restorations. Three mol percent yttria-stabilized tetragonal zirconia has excellent physical properties owing to the transformation toughening process (1), high biocompatibility, and high chemical stability (2). However, the whitish opaqueness of zirconia affects the overall translucency of the definitive restoration. Therefore, previously, the zirconia core would be veneered with feldspathic porcelain to fabricate esthetic restorations. However, chipping of veneering porcelain is problematic (3-5). Pre-colored monolithic zirconia was developed using metal oxides to overcome the issues caused by the bilayered structure. Additionally, to improve translucency, 4 and 5 mol% yttria-tetragonal zirconia polycrystals (4Y-TZP and 5Y-TZP) were developed; however, these materials also possess weak mechanical properties (6). Subsequently, highly translucent multilayered monolithic zirconia (HTMMZ) was developed to achieve both high strength and acceptable translucency. It comprises layers of different zirconia materials: high-strength 3Y-TZP at the bottom to simulate central dentin with a gradual transition to a reduced strength 4Y-TZP and/or 5Y-TZP in the central and incisal areas (7-9). However, the colors of the abutment and resin luting cement reflect through this highly translucent material and affect the final restoration color (10). Resin luting cement is commonly used with highly translucent restorative materials (11),

and together with pretreatment of the zirconia crown intaglio surface, it exhibits higher crown retention compared to that by resin modified glass ionomer cement (12). Resin luting cements of a variety of shades are available in the market with corresponding try-in pastes. The final luting cement shade is determined by first using the try-in paste before final cementation. Try-in pastes correspond with their respective resin cements for most colors investigated (13). Daneshpooy et al. (14) found better shade agreement between try-in pastes and their respective resin cement for thicker highly translucent multilayered zirconia and for lighter shades.

Color is an important determinant when trying to mimic the adjacent natural teeth. Visual shade matching utilizing the dental shade tab is common in clinical practice to compare crown colors. However, in dental color research, spectrophotometry is considered the gold standard to measure color (15,16). It quantitatively measures color and translucency based on the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) LAB ( $\Delta E_{ab}$ ) color coordinates, where  $L^*$  represents the lightness of the object and  $a^*$  and  $b^*$  represent the position of the color on the blue/green to red/purple axis and the purple/blue to the yellow axis, respectively (17). It can be used to calculate the color difference between two objects ( $\Delta E$ ). The 50/50% perceptibility threshold refers to when 50% of observers can detect color differences, and the 50/50% acceptability threshold refers to when 50% of observers decide to remake the restoration due to a clinically apparent color mismatch (18). The effects of the colors of the luting cement and underlying abutment and the material thickness on the final color of a highly

translucent restorative material has been studied; however, most studies examined non-anatomically shaped specimens of mono color zirconia blanks, used a flat background color (19-22), or did not use luting cement between zirconia and the background interface (22,23). Although some studies have tested the final color of zirconia crowns with an anatomical contour, no information on the effect of metal abutments and opaque cement is available (24,25). Moreover, relevant studies on HTMMZ are sparse.

Therefore, this in vitro study aimed to evaluate the color differences ( $\Delta E_{ab}$ ) between 1.2 mm-thick, A2 shade HTMMZ crowns with different cement color-abutment type combinations and the Katana A2 shade tab as the control.

#### Material and Methods

##### 1. Artificial tooth preparation

An artificial maxillary left central incisor (A55a-211; Nisshin, Kyoto, Japan) was prepared

using a D8 tapered round end diamond bur (intensive, Montagnola, Switzerland) to create a 1 mm round chamfer with a 1.2 mm midlabial reduction and 1.5 mm incisal reduction.

##### 2. Abutment fabrication

An impression of the prepared tooth was made using a regular body polyvinyl siloxane impression material (Examixfine Regular; GC, Tokyo, Japan) to create an impression mold.

A2 and A4 shade abutments with handles were made by filling and light-curing composite resin (Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan) incrementally in the mold.

A metal abutment was made using GC pattern resin (GC, Tokyo, Japan) filled in the impression mold and cast with silver-palladium metal (Auro W-lite, Aurium, California, USA) according to the manufacturer's instructions. The 1.5-mm-ferrule and handle for the metal abutment were made of A2 shade composite resin (Fig 1).

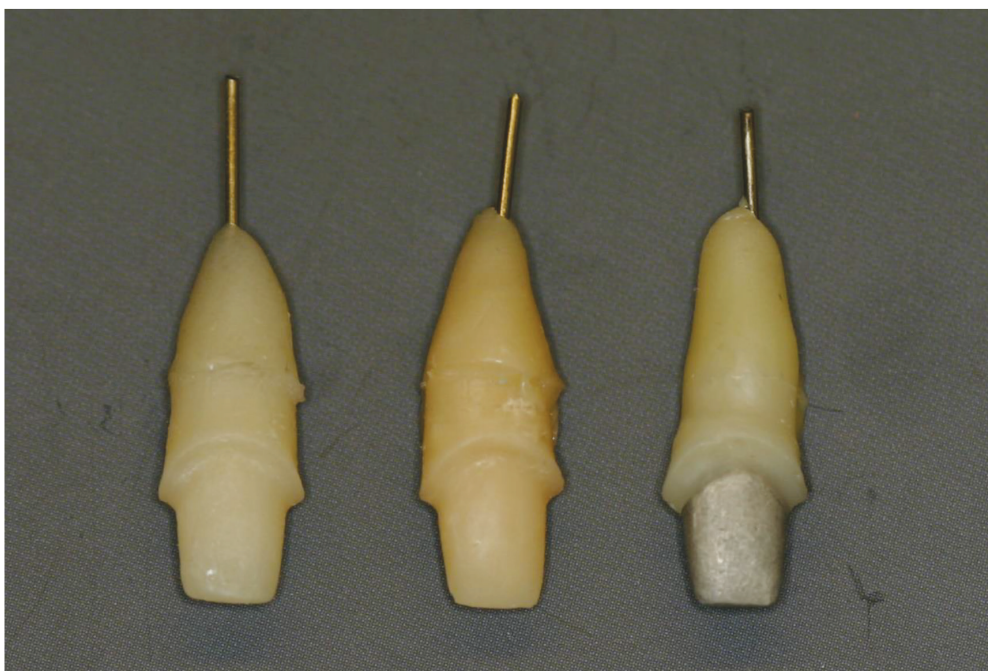
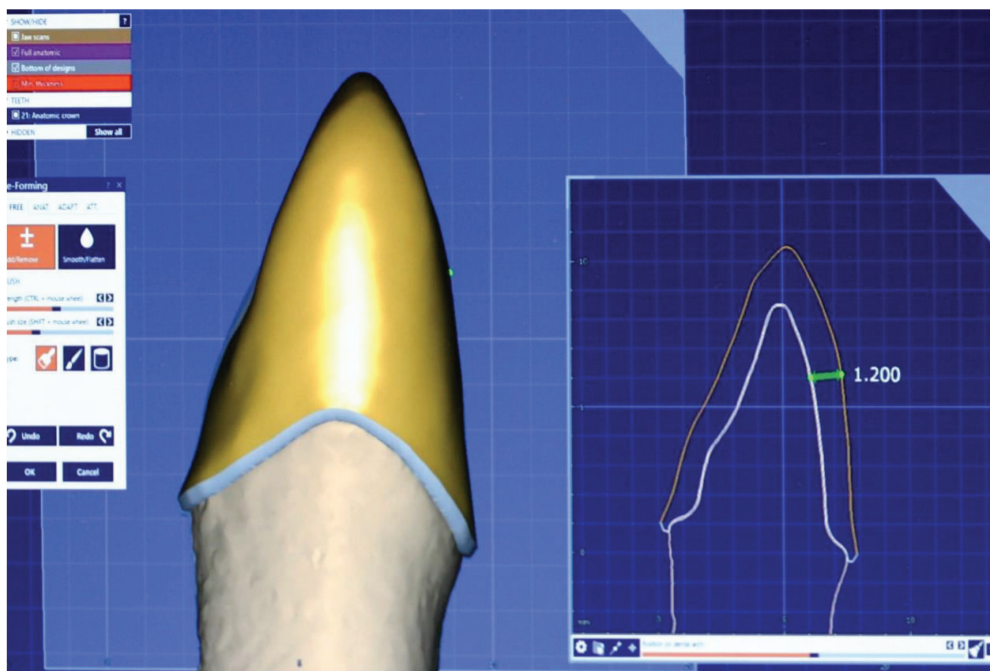


Fig 1. A2 (left), A4 (middle), and metal (right) abutments.

### 3. Crown fabrication

The prepared artificial teeth were scanned using a rainbow scanner (Dentium, Seoul, Korea). Seven A2 shade HTMMZ (KATANA Zirconia STML Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan) maxillary left central incisor crowns were designed with a midlabial thickness of 1.2 mm and cement space of 50  $\mu\text{m}$  using a three-dimensional design software (Exocad DentalCAD; ExoCAD GmbH,

Darmstadt, Germany) (Fig 2). All crowns were fabricated using a computer-aided manufacturing system (Rainbow Mill-Zr, Dentium, Seoul, Korea). The specimens were placed upright at the center of the A2-shade monolithic multilayered precolored zirconia disks so that each specimen included all layers. All specimens were sintered at 1530°C for 8 h in a high-temperature furnace, following the manufacturer's instructions.



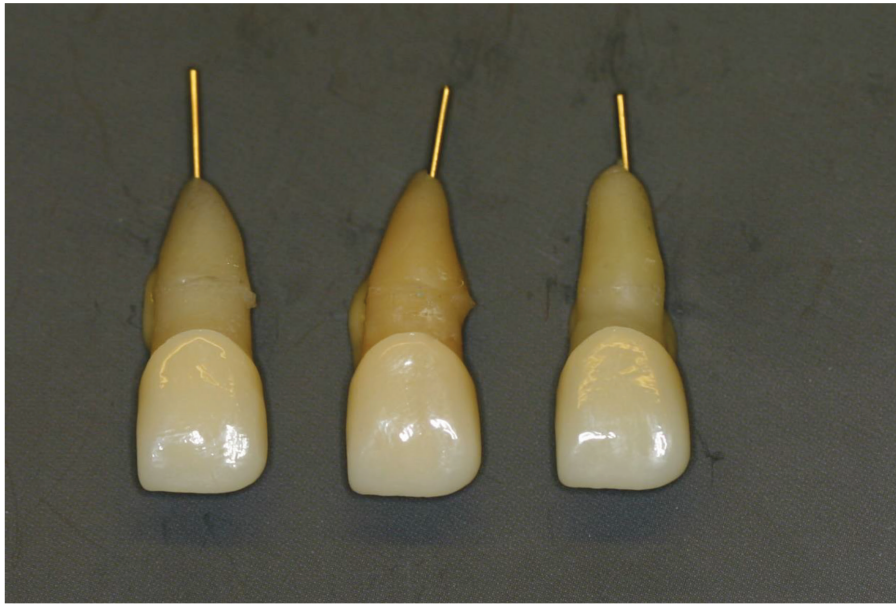
**Fig 2. Maxillary left central incisor crowns with a midlabial thickness of 1.2 mm and cement space of 50  $\mu\text{m}$  were designed with a three-dimensional design software (Exocad DentalCAD; ExoCAD GmbH, Darmstadt, Germany).**

### 4. Fabrication of abutment-cement combination specimens

Three colors of try-in paste (clear, universal, and opaque Panavia V5 try-in paste; Kuraray

Noritake Dental, Okayama, Japan) were used as luting agents. Each luting agent was applied to crowns on each abutment type (Fig 3).





**Fig 3. A2 shade highly translucent multilayered monolithic zirconia (KATANA Zirconia STML Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan) crowns on A2 (left), A4 (middle), and metal (right) abutments using the clear cement shade.**

The control group was created by using the Katana A2 shade tab. Nine test groups were designed based on the combinations of each abutment (A2, A4, and metal abutments) with

each luting cement (clear, universal, and opaque) by repeated application of the seven crowns. The materials used in this study are listed in Table 1.

**Table 1. Composition and manufacturers of the materials.**

Category	Material	Manufacturer
A2 shade abutment	A2 light-cured composite resin	Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan
A4 shade abutment	A4 light-cured composite resin	Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan
Metal abutment	silver-palladium metal	Auro W-lite, Aurium, California, USA
Clear cement	Clear try-in paste	Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan
Universal cement	Universal try-in paste	Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan
Opaque cement	Opaque try-in paste	Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan
A2 shade crown	Highly translucent multilayered monolithic zirconia	KATANA Zirconia STML Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan



5. Data collection of color composition and differences

After preparing all specimens, they were promptly set on a specimen holder inside a black box. The color coordinates at exactly the center of the middle-third portion of all specimens were immediately assessed using a spectrophotometer (EasysshadeV, Vita, Yorda Linda, North America). The color composition of each specimen was recorded. The color differences ( $\Delta E_{ab}$ ) between the test and control groups were calculated based on the following CIELab ( $\Delta E_{ab}$ ) formula:

$$\Delta E_{ab} = ([\Delta L^*]^2 + [\Delta a^*]^2 + [\Delta b^*]^2)^{1/2}.$$

The color acceptability threshold of  $\Delta E_{ab} = 2.7$  was used to determine a clinically acceptable color match (26).

#### 6. Statistical Analyses

In this study, we found a significant difference in the statistical power of the test with 63 subjects (7 subjects per group) (G\*Power 3.1.9.4; Department of Psychology, Christian-Albrechts-University, Kiel, Germany). The Shapiro–Wilk test was used to check for normal distribution and homogeneity before statistical analysis of the data using two-way analysis of variance (ANOVA) (SPSS 21.0, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). For multiple comparisons, Tukey’s post hoc test was used with a significance level of 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ).

## Results

Two-way ANOVA showed that the cement and abutment colors and the interaction between the two factors significantly affected the mean color differences ( $\Delta E_{ab}$ ) of HTMMZ crowns ( $p < 0.05$ ) (Table 2).

For metal abutments, there were statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences in color between the opaque and other two cement groups, but no statistically significant difference was found between clear and universal cement groups. In the A2 and A4 abutment group, there were statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences in color between the opaque and universal cement groups, but no statistically significant difference was found between clear and other two cement groups (Table 3).

When the acceptability threshold was 2.7, crowns luted with clear and universal cement on the A2 and A4 abutments almost reached an acceptable color match. Unacceptable color matches were observed in all the cement and abutment groups. Utilizing opaque cement in the metal abutment group can lower  $\Delta E$  value significantly compared to other cements. The lowest  $\Delta E$  value was found in A2 abutment luted with universal cement. The highest  $\Delta E$  value was found in metal abutment luted with clear cement (Fig 4).

**Table 2. Two-way ANOVA results of mean  $\Delta E$  values.**

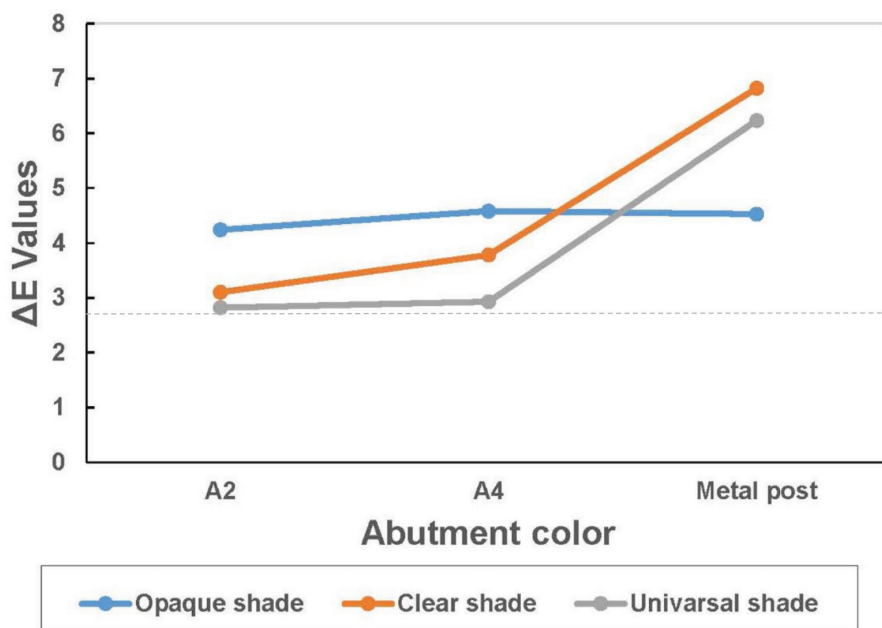
Source	SS	df	MS	F	p
abutment color (A)	74.565	2	37.282	65.617	< 0.05
cement shade (B)	3.839	2	1.920	3.379	< 0.05
AxB	33.530	4	8.382	14.753	< 0.05
Error	30.682	54	0.568		
Total	1328.332	63			

p < 0.05 indicates significant difference.

**Table 3. Mean  $\Delta E_{ab}$  values and 95% confidence intervals with statistical summaries.**

Cement shade	Abutment color		
	A2	A4	Metal
Opaque	4.24 (3.43-5.05) <sup>bc</sup>	4.58 (4.01-5.16) <sup>b</sup>	4.53 (3.81-5.24) <sup>b</sup>
Clear	3.10 (2.49-3.72) <sup>cd</sup>	3.78 (3.20-4.36) <sup>bcd</sup>	6.82 (5.83-7.81) <sup>a</sup>
Universal	2.82 (2.38-3.26) <sup>d</sup>	2.93 (2.53-3.33) <sup>d</sup>	6.26 (5.33-7.14) <sup>a</sup>

\*Results of Tukey HSD post hoc comparisons are shown as superscript letters, and values with the same superscript letters are not significantly different (p > 0.05).



**Fig 4. Mean  $\Delta E$  values for cement shade and abutment color.**

## Discussion

The goal of this study was to evaluate the  $\Delta E_{ab}$  between HTMMZ crowns placed using different combinations of cement colors and abutments, with the control groups using the Katana A2 shade tab. The results demonstrate a correlation of cement and abutment colors and the interaction between the two factors with the  $\Delta E_{ab}$  of HTMMZ crowns. The A2 abutment-clear cement, A2 abutment-universal cement, A4 abutment-clear cement, and A4 abutment-universal cement groups showed the lowest values. Based on the power calculation, the sample size was adequate and effective.

In 2020, Juntavee and Kornrum (27) found that the fracture resistance of highly translucent monolithic zirconia crowns with a deep chamfer margin (1.2 mm) is greater than that of zirconia crowns with a slight chamfer (0.8 mm). However, crowns of both margins types were capable of withstanding a fracture load higher than the maximum masticatory force of humans (27). In 2021, Prott et al. found that 3Y-TZP monolithic zirconia crowns with a layer thickness of > 1.0 mm could withstand a simulated 5-year clinical application without fracture (28). However, 4Y-PSZ and 5Y-PSZ translucent zirconia materials are associated with inferior mechanical properties because phase transformation toughening is absent due to the predominance of the cubic phase (29-31). The failure load and thermomechanical longevity of 4Y-TZP and 5Y-TZP crowns has not yet been investigated. In addition, there is no consensus on how thin this restoration may be fabricated. For the clinical success of the crown, a low film thickness should also be considered to improve restoration seating and decrease marginal leakage (32). However,

the masking effect is based on the thickness of the cement layer (33). The A2 shade has been used in many previous studies on highly translucent zirconia (10,22,34,35). For the aforementioned mechanical and esthetic properties, HTMMZ crowns of A2 shade with a 1.0 mm round chamfer and midlabial reduction of 1.2 mm were used in this study, and a cement thickness of 50  $\mu$ m was set to make our findings more clinically relevant.

Considering abutment color, A2 shade abutments were representative of the normal tooth color, and the A4 shade represented the darkest abutment color as a result of the conversion of the darkest color (5m3) in the Vita 3D master scale (36). Metal abutments represented metal post or implant metal abutments used clinically.

Although it has been found that sintering and positioning of restorations within a multilayered zirconia blank have little effect on the fracture resistance of the prosthesis (37), they may have affected the color of each specimen. To reduce the fabrication variation between each crown, all crowns were fabricated by the same technician. The spectrophotometer was calibrated according to manufacturer instructions. The same researcher was responsible for measuring the color of all crowns, cement color, and abutment color under the same light and positioning using the specimen holder throughout the measuring step to minimize measurement variation.

The results of this study are in accordance with those of previous studies that the final color of highly translucent zirconia is affected by the abutment and cement colors (19,23,24,38). Tabatabaian et al. (23) found that on placing highly translucent zirconia of 1.1 mm thickness on A2 composite resin and metal backgrounds,

the  $\Delta E_{ab}$  values ranged between 2-3 and 5-6, respectively. However, in their study, only distilled water was placed between the specimen and substrate. In the present study, try-in cement was also used to simulate the clinical scenario, and we found that cement color also affected the accuracy of the final color, which confirmed the findings of Bayindir et al. (19,38) The results of the present study were similar to those of Bayindir et al. (19), who also used A2 Katana highly translucent zirconia specimens of various thicknesses between 0.5 and 2.0 mm placed them over clear or opaque Panavia V5 cement. The  $\Delta E_{ab}$  of 1 mm-thick zirconia placed over clear cement was approximately 2-3 while that of zirconia placed over opaque cement was around 6-7. As the thickness of the specimens increased, their  $\Delta E_{ab}$  decreased.

There is consensus that the  $\Delta E$  value is appropriate for determining color mismatch in dentistry. However, the perceptibility and acceptability thresholds vary between studies. There is universal standard for the threshold value. Khashayar et al. showed that most dental studies have used the perceptibility threshold of  $\Delta E_{ab} = 1$ , and one-third of these have used an acceptability threshold of  $\Delta E_{ab} = 3.7$  (39). Tolerance for perceptibility was significantly lower than that for acceptability in case of shade mismatch (40). Many studies on zirconia-based restorations have also used an acceptability threshold of  $\Delta E_{ab} = 3.7$  (19,35,41). However, Paravina et al. reported an acceptability threshold of  $\Delta E_{ab} = 2.7$  which delivers an up-to-date and more precise parameter (26).

In this study, the final color of A2 shade HTMMZ crowns with 1.2 mm labial thickness luted with clear and universal cement on the

A2 and A4 abutment almost reached an acceptable color match. Unacceptable color matches were observed in all the cement and abutment groups. This can be explained as follows:

1. For A2 abutment,  $\Delta E_{ab}$  for crowns luted with opaque cement ( $4.24 \pm 0.88$ ) was higher than that with universal ( $2.82 \pm 0.48$ ) and clear cements ( $3.10 \pm 0.66$ ). And for A4 abutment,  $\Delta E_{ab}$  for crowns luted with opaque cement ( $4.58 \pm 0.62$ ) was higher than that with universal ( $2.93 \pm 0.43$ ) and clear cements ( $3.78 \pm 0.63$ ). Moreover, there were statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences in color between the opaque and universal cement groups, but no statistically significant difference was found between clear and other two cement groups.

This finding proved that the masking effect of the HTMMZ crown was adequate for the dark underlying A4 abutment but inadequate for metal abutments. Therefore, universal cement is recommended for use with the A2 and A4 abutment.

2. For metal abutments,  $\Delta E_{ab}$  for crowns luted with opaque cement ( $4.53 \pm 0.78$ ) was lower than that with universal ( $6.26 \pm 0.98$ ) and clear cements ( $6.82 \pm 1.07$ ). And there were statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences in color between the opaque and other two cement groups, but no statistically significant difference was found between clear and universal cement groups. Utilizing opaque cement in the metal abutment group can lower  $\Delta E$  value significantly compared to other cements.

This finding suggested that the masking effect of clear cement was not enough to hide the dark underlying abutment as no acceptable color match in the metal abutment group was found in all cements tested. The result of the

present study is in agreement with that of Kang et al., who found that the final color of 1.0-1.5 mm-thick Katana STML zirconia over a gray background without cement was clinically unacceptable. There was, however, no cement tested in this study (35).

Although, cement color was required to decrease  $\Delta E$  for metal abutments. The results of previous studies have shown that opaque cement can mask metal abutments (38,42). In this study, it was proven that the masking effect of opaque cement on metal abutments is effective. Therefore, opaque cement is recommended for silver-palladium metal abutments.

Nevertheless, the final color may still be mismatched despite using opaque cement on metal abutments. Not only does the cement color and layer affect the final color of a translucent material (19,20,33,38,43), but the restoration itself. The thicker the material, the greater the reduction in  $\Delta E$  (19,20,38). Moreover, the optical properties of the materials as well as different compositions of the materials at 1.2-mm-midlabial thickness of A2 shade HTMMZ crowns (body layers 1 and 2 of KATANATM Zirconia STML area) should be considered. This area comprises three zirconia layers, 3Y-TZP, 4Y-TZP, and 5Y-TZP from the inner to outer layer, respectively, due to which the outer surface is more translucent (7-9). This can be explained by a light beam falling on an HTMMZ crown and dividing into reflected, transmitted, and scattered or absorbed light (8). Concerning the high translucency of HTMMZ, the light scattering from the bulk of the material has to be eliminated (8). Its cubic grains are isotropic in contrast with anisotropic tetragonal grains. Therefore, only the 4Y-TZP and 5Y-TZP

layers with increased nonbirefringent cubic phase (29) can reduce the high scattering at the grain boundaries, thereby increasing translucency, regardless of the grain size (44,45). In addition, the scattering and absorption characteristics of these three layers in combination contributed to the final translucency in this study.

Hence, to achieve an acceptable final color when using a metal abutment, not only cement but sufficient crown thickness is also needed. The use of only one shade of A2 Katana HTMMZ crowns can be considered a limitation of the current study. Further studies on other shades of zirconia crowns with various thicknesses are recommended.

## Conclusions

Our findings indicate the following clinically relevant conclusions for A2 shade HTMMZ crowns of 1.2-mm-midlabial thickness placed on A2 shaped abutments:

1. Abutment and cement colors and their interaction significantly affect the  $\Delta E_{ab}$  of the crown.
2. For the A2 and A4 abutment, crowns luted with universal cement almost reached a clinically acceptable color match.
3. For the silver-palladium metal abutment, crowns luted with opaque cement showed lower  $\Delta E_{ab}$  value compared to clear and universal cement.

## Data Availability

The data used are included within the article and may also available by email to the corresponding author.

### Conflicts of Interest

The authors declared that they have no conflicts of interest

### Scholar

Research fund from Faculty of Dentistry, SWU in 2022.

### References

- Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999;20(1):1-25.
- Christensen GJ: Choosing an all-ceramic restorative material: porcelain-fused-to-metal or zirconia-based?. *J Am Dent Assoc*. 2007;138(5):662-5.
- Zhang Y, Lee JJ, Srikanth R, Lawn BR. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater*. 2013;29(12):1201-8.
- Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont*. 2007;20(4):383-8.
- Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, Hochstedler JL, Mohamed SE, Billiot S, Mercante DE. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent*. 2006;96(4):237-44.
- Ghodsi S, Jafarian Z. A review on translucent zirconia. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26(2):62-74.
- Erdelt K, Pinheiro Dias Engler ML, Beuer F, Güth JF, Liebermann A, Schweiger J. Computable translucency as a function of thickness in a multi-layered zirconia. *J Prosthet Dent*. 2019;121(4):683-9.
- Kontonasaki E, Rigos AE, Iliá C, Istantos T. Monolithic zirconia: an update to current knowledge. optical properties, wear, and clinical performance. *Dent J*. 2019;7:90. doi:10.3390/dj7030090.
- Agustín-Panadero R, Román-Rodríguez JL, Ferreiroa A, Solá-Ruiz MF, Fons-Font A. Zirconia in fixed prosthesis. A literature review. *J Clin Exp Dent*. 2014;6(1):e66-73. doi: 10.4317/jced.51304.
- Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *J Prosthet Dent*. 2007;98(5):359-64.
- Kürklü D, Azer SS, Yılmaz B, Johnston WM. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *J Dent*. 2013;41(11):1043-50.
- Lepe X, Streiff KR, Johnson GH. Long-term retention of zirconia crowns cemented with current automixed cements. *J Prosthet Dent*. 2021;125(5):788-94.
- Vaz EC, Vaz MM, de Torres ÉM, de Souza JB, Barata TJE, Lopes LG. Resin cement: correspondence with try-in paste and influence on the immediate final color of veneers. *J Prosthodont*. 2019;28(1):e74-e81. doi: 10.1111/jopr.12728.
- Daneshpooy M, Pournaghi Azar F, Alizade Oskoe P, Bahari M, Asdagh S, Khosravani SR. Color agreement between try-in paste and resin cement: Effect of thickness and regions of ultra-translucent multilayered zirconia veneers. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019;13(1):61-7.



15. Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont.* 2007;16(2):93-100.
16. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-82.
17. Johnston WM: Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37(Suppl 1):e2-6. doi: 10.1016/j.jdent.2009.03.011.
18. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(2):103-112.
19. Bayindir F, Koseoglu M. The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucency monolithic zirconia. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):149-54.
20. Tabatabaian F, Motamedi E, Sahabi M, Torabzadeh H, Namdari M. Effect of thickness of monolithic zirconia ceramic on final color. *J Prosthet Dent.* 2018;120(2):257-62.
21. Kim HK, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS, Ha SR. Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(1):37-42.
22. Kang CM, Peng TY, Huang HH. Effects of thickness of different types of high-translucency monolithic multilayer precolored zirconia on color accuracy: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2021;126(4):587.e1-587.e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.07.011.
23. Tabatabaian F, Karimi M, Namdari M. Color match of high translucency monolithic zirconia restorations with different thicknesses and backgrounds. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 32(6):615-21.
24. Ayash G, Osman E, Segaan L, Rayyan M, Joukhadar C. Influence of resin cement shade on the color and translucency of zirconia crowns. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(3):e257-e263. doi: 10.4317/jced.56425.
25. Miura S, Tsukada S, Fujita T, Isogai T, Teshigawara D, Saito-Murakami K, et al. Effects of abutment tooth and luting agent colors on final color of high-translucent zirconia crowns. *J Prosthodont Res.* 2022;66(2):243-9.
26. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(Suppl 1):S1-9. doi: 10.1111/jerd.12149.
27. Juntavee N, Kornrum S. Effect of marginal designs on fracture strength of high translucency monolithic zirconia crowns. *Int J Dent.* 2020(1):1-10. doi:10.1155/2020/8875609.
28. Prott LS, Spitznagel FA, Bonfante EA, Malassa MA, Gierthmuehlen PC. Monolithic zirconia crowns: effect of thickness reduction on fatigue behavior and failure load. *J Adv Prosthodont.* 2021;13(5):269-80.
29. Zhang Y, Lawn BR. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res* 2018;97(2):140-47.
30. Skjold A, Schriwer C, Gjerdet NR, Oilo M. Effect of artificial aging on high translucent dental zirconia: simulation of early failure. *Eur J Oral Sci.* 2020;128(6):526-34.

31. Rosentritt M, Preis V, Behr M, Strasser T. Fatigue and wear behaviour of zirconia materials. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;110:103970. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103970.
32. Sunico-Segarra M, Segarra A. *A Practical Clinical Guide to Resin Cements.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2015.
33. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):412-7.
34. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(1):4-9.
35. Kang CM, Peng TY, Shimoe S. Color accuracy of different types of monolithic multilayer precolored zirconia ceramics. *J Prosthet Dent.* 2020;124(6):789.e1-789.e7. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.04.026.
36. Zenthöfer A, Wiesberg S, Hildenbrandt A, Reinelt G, Rammelsberg P, Hassel AJ. Selecting VITA classical shades with the VITA 3D-master shade guide. *Int J Prosthodont.* 2014;27(4):376-82.
37. Rosentritt M, Preis V, Schmid A, Strasser T. Multilayer zirconia: Influence of positioning within blank and sintering conditions on the in vitro performance of 3-unit fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2022;127(1):141-5.
38. Dai S, Chen C, Tang M, Chen Y, Yang L, He F, et al. Choice of resin cement shades for a high-translucency zirconia product to mask dark, discolored or metal substrates. *J Adv Prosthodont.* 2019;11(5):286-96.
39. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014;42(6):637-44.
40. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007;97(4):200-8.
41. Tabatabaian F, Bakhshaei D, Namdari M. Effect of resin cement brand on the color of zirconia-based restorations. *J Prosthodont.* 2020;29(4):350-5.
42. Bacchi A, Boccardi S, Alessandretti R, Pereira GKR. Substrate masking ability of bilayer and monolithic ceramics used for complete crowns and the effect of association with an opaque resin-based luting agent. *J Prosthodont Res* 2019;63(3):321-6.
43. Tabatabaian F, Khaledi Z, Namdari M. Effect of ceramic thickness and cement type on the color match of high-translucency monolithic zirconia restorations. *Int J Prosthodont.* 2021; 34(3):334-40.
44. Zhang F, Vanmeensel K, Batuk M, Hadermann J, Inokoshi M, Van Meerbeek B, et al. Highly-translucent, strong and aging-resistant 3Y-TZP ceramics for dental restoration by grain boundary segregation. *Acta Biomater.* 2015;16: 215-22.
45. Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dent Mater.* 2014; 30(10):1195-203.

**Corresponding author:**

Asst.Prof.Dr. Mali Palanuwech

Department of Conservative Dentistry and

Prosthodontics, Faculty of Dentistry,

Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23

Rd Wattana, Bangkok, 10110, Thailand.

Tel: (662) 649 5112

E-mail: mali@g.swu.ac.th

## ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากโดยใช้คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12 ร่วมกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และ ยูคาลิปตัส แต่ละชนิด

ปรมาภรณ์ จิวพัฒน์กุล แก้วมณี\* ณิชกฤตา ลีศัตรูพาย\*\* ปณณวิชญ์ เตชะแสงมณี\*\*\*  
จิรวิชญ์ สิริพรทรัพย์\*\* ชญากา ลิมปิจันทร์\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์และแคนดิดาอัลบิแคนส์ ระหว่างคลอเฮกซิดีนร่วมกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรแต่ละชนิด ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และยูคาลิปตัส

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** นำผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และยูคาลิปตัส แต่ละชนิดมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์และแคนดิดาอัลบิแคนส์ จากนั้นนำสมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และยูคาลิปตัส แต่ละชนิดร่วมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นต่าง ๆ (75 : 50, 50 : 50, 25 : 75) มาทดสอบผลในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์และแคนดิดาอัลบิแคนส์ โดยใช้วิธีการดิสก์ดифฟิวชัน

**ผลการทดลอง:** ยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์ได้ดีที่สุดรองลงมาเป็นกระชาย มะขามป้อม และ ฟ้าทะลายโจรตามลำดับ โดยผลจากการใช้ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์ได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 75 : 50 และฟ้าทะลายโจรร่วมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 75 : 50 เท่ากับยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 25 : 75 ตามลำดับ ส่วนฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่สามารถยับยั้งเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดีที่สุดคือยูคาลิปตัส รองลงมาเป็นฟ้าทะลายโจร ส่วนมะขามป้อมและกระชายไม่สามารถยับยั้งเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ และผลจากการใช้ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 25 : 75 ฟ้าทะลายโจรร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 75 : 25 ตามลำดับ

**สรุป:** ผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งได้ทั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์และเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดีที่สุด และผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์และเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดีที่สุดเช่นกัน

**คำสำคัญ:** กระชาย แคนดิดาอัลบิแคนส์ ฟ้าทะลายโจร มะขามป้อม ยูคาลิปตัส สเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์

วันที่รับ: 13 มกราคม 2566

วันที่แก้ไข: 24 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่ตอบรับ: 19 เมษายน 2566

\*ภาควิชาโษษุวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

\*\*แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เลขที่ 2 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10300

\*\*\*แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา 227 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

# The Effect of Antimicrobial Activity against Oral Pathogenic Microbe by Chlorhexidine 0.12% with each *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica*, *Eucalyptus globulus*

Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee\* Nutkritta Leesattrapai\*\*  
Pannawit Techasaengmanee\*\*\* Jiravit Siripornsub\*\* Chayapha Limchantra\*\*

## Abstract

**Objective:** To study the effect of antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* by chlorhexidine with each *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica*, *Eucalyptus globulus*.

**Materials and Methods:** Using the herbal products with each *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica*, *Eucalyptus globulus* were studied the antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. Then the herbal products with each *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica*, *Eucalyptus globulus* combining with chlorhexidine in various concentrations (75 : 50, 50 : 50, 25 : 75) were investigated the antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* by Disc diffusion method.

**Results:** The herbal products with *Eucalyptus globulus* displayed the highest antimicrobial activity against *Streptococcus mutans*, then *Boesenbergia rotunda*, *Phyllanthus emblica* and *Andrographis paniculata* respectively. And the *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 50 : 50 displayed the highest antimicrobial activity against *Streptococcus mutans*, then *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 75 : 50, *Andrographis paniculata* herbal products with chlorhexidine in concentration 75 : 50 equal as the *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 25 : 75 respectively. The best antimicrobial activity of the herbal products against *Candida albicans* were *Eucalyptus globulus*, *Andrographis paniculata* respectively but *Phyllanthus emblica* and *Boesenbergia rotunda* gave no antimicrobial activity against *Candida albicans*. And the *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 50 : 50 displayed the highest antimicrobial activity against *Candida albicans*, then *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 25 : 75, and the *Andrographis paniculata* herbal products with chlorhexidine in concentration 75 : 25 respectively.

**Conclusions:** The *Eucalyptus globulus* herbal product gave the highest antimicrobial activity against either *Streptococcus mutans* or *Candida albicans*. And the *Eucalyptus globulus* herbal products with chlorhexidine in concentration 50 : 50 displayed the highest antimicrobial activity against either *Streptococcus mutans* or *Candida albicans* also.

**Keyword:** *Andrographis paniculata*, *Boesenbergia rotunda*, *Candida albicans*, *Eucalyptus globulus*, *Phyllanthus emblica*, *Streptococcus mutans*

Received Date: Jan 13, 2023

Revised Date: Feb 24, 2023

Accepted Date: Apr 19, 2023

\*Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand.

\*\*Sciences and Mathematics Program: Patumwan Demonstration School, 2 Henri Dunant Rd, Pathum Wan, Bangkok, 10300, Thailand.

\*\*\*Sciences and Mathematics Program: Triam Udom Suksa School, 227 Phaya Thai Road, Pathum Wan, Bangkok, 10330, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

เชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) เป็นเชื้อที่สามารถผลิตกรดได้โดยเมื่อรับประทานน้ำตาลเข้าไปเชื่อจะนำน้ำตาลที่รับประทานไปหมักกลายเป็นกรดแลคติก (lactic) ซึ่งจะทำให้สภาวะในช่องปากเป็นกรด และกรดที่เกิดขึ้นจะทำให้แร่ธาตุที่อยู่ในฟันเกิดการละลายตัว นำไปสู่การเกิดโรคฟันผุในที่สุด น้ำตาลที่ส่งเสริมให้เกิดโรคฟันผุได้แก่ น้ำตาซูโครส (sucrose) (1) ดังนั้นเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ จึงเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง การเริ่มเกิดฟันผุ (2) การยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์สามารถช่วยลดการเกิดโรคฟันผุได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแปรงทำความสะอาดฟัน รวมถึงการใช้อย่างจุลินทรีย์ แต่การใช้อย่างจุลินทรีย์ในปริมาณและระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้แบคทีเรียดีอย่างมากขึ้นและการใช้สารเคมีอาจทำให้เกิดผลข้างเคียงตามมา ได้มีการศึกษาการใช้ฟิชสมุนไพโร เช่น ฟัททะเลลายโจร ชมันชัน มะรุมา โหระพา (3) พบว่ามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ด้วยเช่นกัน

เชื้อราแคนดิดาอัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) ทำให้เกิดการติดเชื้อในช่องปากให้ลักษณะเป็น ฝ้าขาวในช่องปาก (oral thrush) ส่วนมากจะสามารถพบได้ในทารกเนื่องจาก ภูมิคุ้มกันต่อเชื้อยังไม่เพียงพอ (4) และนอกจากนี้ยังพบบริเวณรอยที่ใส่ฟันปลอม โดยฟันปลอมอาจทำให้เกิดแผลขึ้นก่อน จากนั้นเชื้อราแคนดิดาที่มีอยู่ในช่องปากเจริญลุกลามก่อโรคขึ้นเรียกว่า อโทรฟิก แคนดิโดอะซิสเรื้อรัง (chronic atrophic candidiasis) ซึ่งเกิดการอักเสบเหตุฟันเทียม (denture stomatitis) ของเนื้อเยื่อชั้นใต้เยื่อเมือก ส่งผลให้เกิดแผลอักเสบเรื้อรังที่รอยต่อของขอบเงือกกับฟันปลอมและมักมีอาการแสบหรือเจ็บเล็กน้อย (5) การรักษาด้วยยาและสารเคมีต้านเชื้อราที่มีประสิทธิภาพยังคงมีใช้กันอย่างแพร่หลายแต่อย่างไรก็ตามยาและสารเคมีมีหากใช้ไม่เหมาะสมอาจเกิดความเป็นพิษและราคาสูง อีกทั้งหากรักษาด้วยยาและสารเคมีในปริมาณมากและต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดปัญหาเชื้อดื้อยาเช่นเดียวกันและส่งผลให้เกิดการติดเชื้อซ้ำ อีกทั้งยังมีผลข้างเคียงต่ออวัยวะต่าง ๆ

เช่น ไต (6) และตับ (7) ในปัจจุบันยังมีความพยายามหาทางเลือกในการรักษาด้วยสมุนไพรชนิดต่าง ๆ (8) คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำสารสกัดจากสมุนไพรมาใช้ร่วมกับสารเคมีในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ และแคนดิดาอัลบิแคนส์ เพื่อเป็นการลดปริมาณสารเคมีและผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นโดยทำการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิดร่วมกับคลอเฮกซิดีนในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์และแคนดิดาอัลบิแคนส์ ซึ่งสมุนไพรที่ใช้ ได้แก่ ฟัททะเลลายโจร ยูคาลิปตัส มะขามป้อม และกระชาย

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

### 1. การเตรียมเชื้อ

#### 1.1 สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์

นำเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ จากคราบจุลินทรีย์ในช่องปาก ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (3) มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งไมติสซาโลวาเรียสอะการ์ (mitis salivarius agar) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาคัดแยกโคโลนี (colony) บริสุทธิ์ของเชื้อใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งทริปติกชอยอะการ์ (tryptic soy agar) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และคัดเลือกโคโลนีบริสุทธิ์มาใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวทริปติกชอยบรอต (tryptic soy broth) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และปรับความขุ่นให้มีค่าเท่ากับ 0.5 ของมาตรฐานแม็กฟาร์แลนด์ (McFarland standards)

#### 1.2 แคนดิดา อัลบิแคนส์

นำเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ จากคราบจุลินทรีย์ในช่องปาก ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (9) มาคัดแยกโคโลนีบริสุทธิ์ของเชื้อใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งซาบอโรด์ เดกซ์โตรสอะการ์ (sabouraud dextrose agar) 48 ชั่วโมง และนำโคโลนีบริสุทธิ์มาใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวซาบอโรด์ เดกซ์โตรสบรอต (sabouraud dextrose broth) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และปรับความขุ่นให้มีค่าเท่ากับ 0.5 ของมาตรฐานแม็กฟาร์แลนด์



## 2. การเตรียมสารจากผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิด

นำสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจร อ้วยอันโฮสถ: ส่วนใบ (Ouayun Dispensary Co.,Ltd., Bangkok, Thailand) สมุนไพรฟ้าทะลายโจร 200 mg ประกอบด้วย Andrographolide 10 mg ผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายขาวจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายพลัส ชาวละออ: ส่วนเหง้า (Khaolao laboratories Co.,Ltd., Samutprakarn, Thailand) สมุนไพรกระชายพลัส 220 mg ประกอบด้วย กระชายบดผง 200 mg และ เบต้ากลูแคน จากยีสต์ 20 mg ผลิตภัณฑ์สมุนไพรมะขามป้อมจากยาน้ำแก้ไอมะขามป้อม แสงดาว: ส่วนผล (Siribuncha Co.,Ltd., Nonthaburi, Thailand) ยาน้ำแก้ไอมะขามป้อม 100 ml ประกอบด้วย ลูกมะขามป้อม 25 กรัม ลูกมะแว้งเครือ 5 กรัม เปลือกส้มเกลี้ยง 10 กรัม ชะเอมเทศ 20 กรัม และผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสจากน้ำมันยูคาลิปตัส โบลิสโต ตรา นกแก้ว: น้ำมันจากส่วนใบ (D.H.A. laboratories Co.,Ltd., Pathumthani, Thailand) (Oil of Eucalyptus, double distilled 100%, Eucalyptol (Cineole) NLT 80% w/w) นำแต่ละผลิตภัณฑ์มาละลายในเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 กรัมต่อมิลลิลิตร (น้ำหนักต่อปริมาตร) เพื่อใช้เป็นความเข้มข้นเริ่มต้น

## 3. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน

### 3.1 การทดสอบความไวของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์และแคนดิดา อัลบิแคนส์ต่อคลอเฮกซิดีน

นำคลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12 (Osoth Inter Laboratories Co.,Ltd., Chonburi, Thailand) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นปริมาตร 10 ไมโครลิตรลงบนกระดาษกรองวอทแมน (Whatman filter paper, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง กระจายเชื้อที่มีความชุ่มเท่ากับ 0.5 ของมาตรฐานแม็กฟาร์แลน ( $1 \times 10^8$  โคโลนีต่อมิลลิลิตร) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งมูลเลอร์ฮิลตันอะการ์ (mueller hinton agar) ด้วยไม้พันสำลีปราศจากเชื้อทิ้งไว้ 5 นาทีเพื่อให้ผิวหน้า

อาหารแห้ง จากนั้นนำแผ่นกระดาษกรอง เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร ที่หยดด้วยสารที่เตรียมไว้แล้วมาวางลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งมูลเลอร์ฮิลตันอะการ์ ที่เกลี่ยเชื้อแล้ว โดยมีเอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวควบคุมเชิงลบ แล้วจึงนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง อ่านค่าโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่เกิดขึ้นแล้วบันทึกผล

### 3.2 การทดสอบความไวของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์และแคนดิดา อัลบิแคนส์ต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิด

นำผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นทำการทดสอบด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน (Disc diffusion method) เช่นเดียวกันกับข้อ 3.1 และอ่านค่าโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่เกิดขึ้นแล้วบันทึกผล

### 3.3 การทดสอบความไวของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์และแคนดิดา อัลบิแคนส์เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิดร่วมกับคลอเฮกซิดีน

นำผลิตภัณฑ์สมุนไพรและคลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นมาเตรียมให้ได้ความเข้มข้นอัตราส่วน 25 : 75, 50 : 50 และ 75 : 25 และทำการทดสอบด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชันเช่นเดียวกันกับข้อ 3.1 และอ่านค่าโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่เกิดขึ้นแล้วบันทึกผล

## ผลการทดลอง (results)

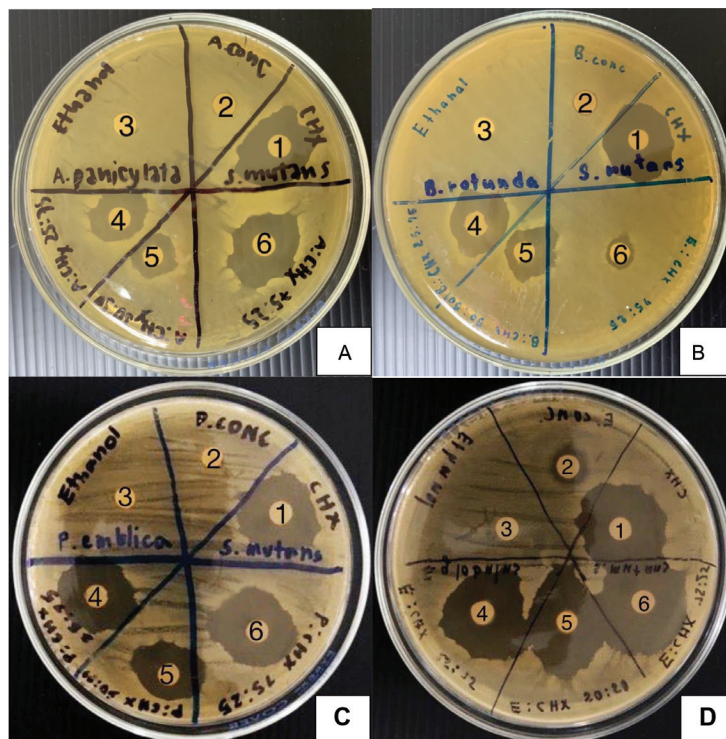
### 1. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน

#### 1.1 การทดสอบความไวของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ต่อคลอเฮกซิดีนร่วมกับผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิด

จากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 6.5 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจรร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 27.0, 15.0, 21.0 มิลลิเมตร ตามลำดับและคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.0 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอลไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 1A

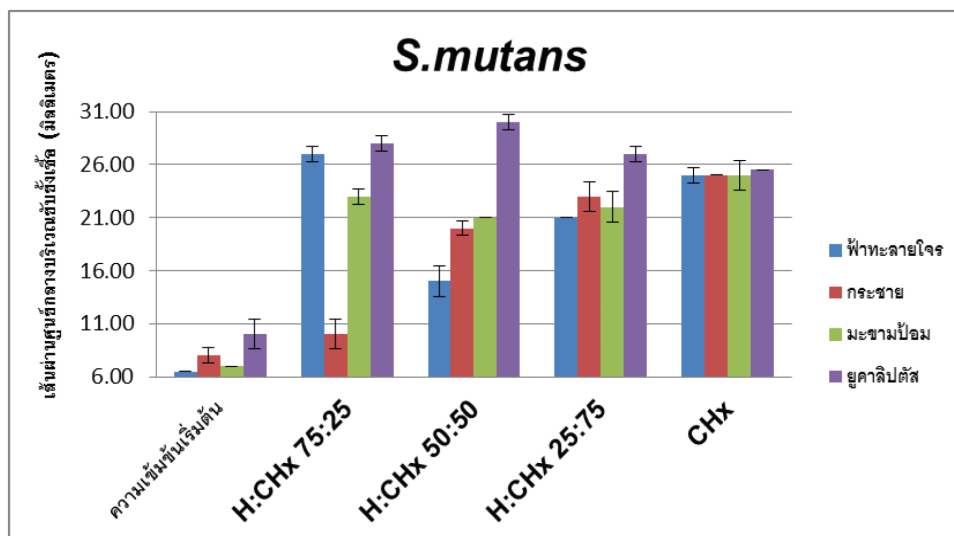
ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายความเข้มข้น เริ่มต้นเท่ากับ 8.0 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 10.0, 20.0, 23.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ และคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.0 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอล ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 1B ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรมะขามป้อมความเข้มข้น เริ่มต้นเท่ากับ 7.0 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรมะขามป้อมร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 23.0, 21.0, 22.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ

และคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.0 ส่วนเอทานอลไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 1C ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสความเข้มข้น เริ่มต้นเท่ากับ 10.0 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 28.0, 30.0, 27.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ และ คลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.5 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอล ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 1D และสามารถเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารแต่ละชนิดได้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงผลการยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ด้วยผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิด, (A) ฟ้าทะลายโจร, (B) กระชายขาว, (C) มะขามป้อม, (D) ยูคาลิปตัส, (1) คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12, (2) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรความเข้มข้นเริ่มต้น, (3) เอทานอลร้อยละ 95, (4) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 25 : 75, (5) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 50 : 50, (6) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 75 : 25

Fig.1 Show the inhibition zone of *Streptococcus mutans* with 4 herbal products, (A) *Andrographis paniculata*, (B) *Boesenbergia rotunda*, (C) *Phyllanthus emblica*, (D) *Eucalyptus globulus*, (1) Chlorhexidine 0.12%, (2) herbal product at initial concentration, (3) ethanol 95%, (4) herbal product and Chlorhexidine at concentration 25 : 75, (5) herbal product and Chlorhexidine at concentration 50 : 50, (6) herbal product and Chlorhexidine at concentration 75 : 25.



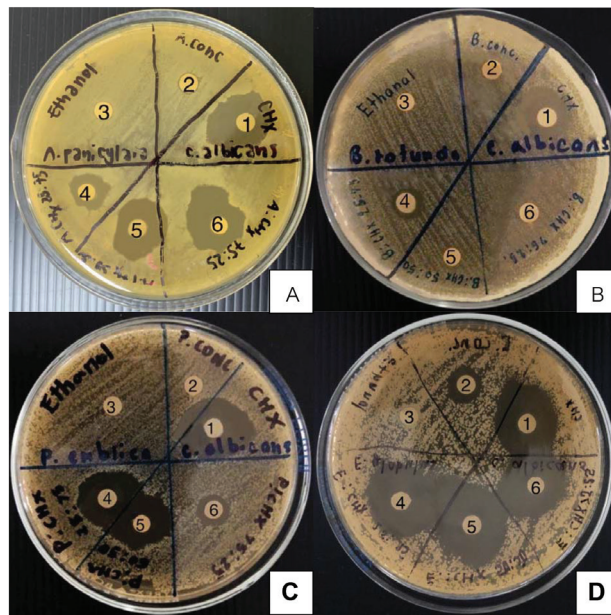
รูปที่ 2 เปรียบเทียบผลการยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มีวแทนส์ด้วยผลิตภัณฑ์สมุนไพร (H) 4 ชนิด และคลอเฮกซิดีน (CHx) ร้อยละ 0.12 ที่สัดส่วนแตกต่างกัน

Fig 2. Comparing the inhibition zone of *Streptococcus mutans* with 4 herbal products (H) and Chlorhexidine (CHx) 0.12% in different proportions.

### 1.2 การทดสอบความไวของเชื้อแคคติดา อัลบิแคนสต่อคลอเฮกซิดีนร่วมกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรสมุนไพร 4 ชนิด

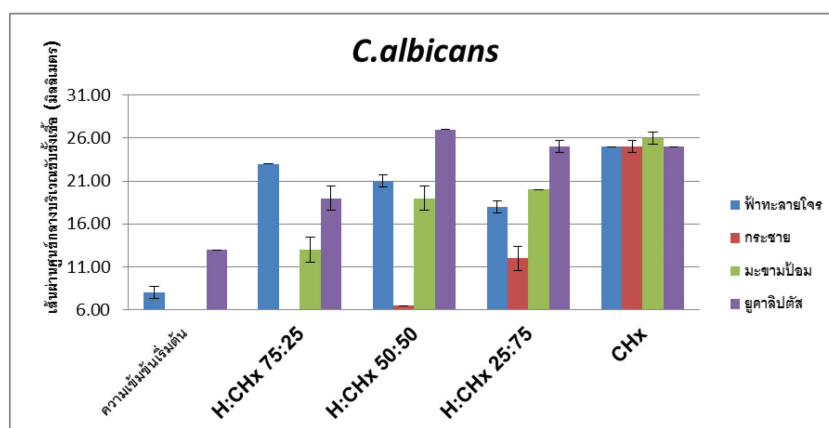
จากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรฟ้าทะลายโจรร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 23.00, 21.00, 18.00 มิลลิเมตร ตามลำดับและคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.00 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอลไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3A ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายความเข้มข้น เริ่มต้นไม่พบการยับยั้งเชื้อ ผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75:25 ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ผลิตภัณฑ์สมุนไพรกระชายร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 6.50, 12.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ และคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ

25.00 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอล ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3B ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรมะขามป้อมความเข้มข้นเริ่มต้น ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ผลิตภัณฑ์สมุนไพรมะขามป้อมร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 13.00, 19.00, 20.00 มิลลิเมตร ตามลำดับและ คลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 26.00 ส่วนเอทานอลไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3C ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อของผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสความเข้มข้น เริ่มต้นเท่ากับ 13.00 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สมุนไพรยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 เท่ากับ 19.00, 27.00, 25.00 มิลลิเมตร ตามลำดับและ คลอเฮกซิดีนความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 25.00 มิลลิเมตร ส่วนเอทานอล ไม่พบการยับยั้งเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3D และสามารถเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารแต่ละชนิดได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 แสดงผลการยับยั้งเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ด้วยผลิตภัณฑ์สมุนไพร 4 ชนิด, (A) ฟ้าทะลายโจร, (B) กระชายขาว, (C) มะขามป้อม, (D) ยูคาลิปตัส, (1) คลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.12, (2) ผลิตภัณฑ์สมุนไพร ความเข้มข้นเริ่มต้น, (3) เอทานอลร้อยละ 95, (4) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 25 : 75, (5) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 50 : 50, (6) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อคลอเฮกซิดีน 75 : 25

Fig.3 Show the inhibition zone of *Candida albicans* with 4 herbal products, (A) *Andrographis paniculata*, (B) *Boesenbergia rotunda*, (C) *Phyllanthus emblica*, (D) *Eucalyptus globulus*, (1) Chlorhexidine 0.12%, (2) herbal product at initial concentration, (3) ethanol 95%, (4) herbal product and Chlorhexidine at concentration 25 : 75, (5) herbal product and Chlorhexidine at concentration 50 : 50, (6) herbal product and Chlorhexidine at concentration 75 : 25.



รูปที่ 4 เปรียบเทียบผลการยับยั้งเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ด้วยผลิตภัณฑ์สมุนไพร (H) 4 ชนิด และคลอเฮกซิดีน (CHx) ร้อยละ 0.12 ที่สัดส่วนแตกต่างกัน

Fig 4. Comparing of the inhibition zone of *Candida albicans* with 4 herbal products (H) and Chlorhexidine (CHx) 0.12% in different proportions.



## บทวิจารณ์ (Discussions)

จากผลการทดลองโดยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชันเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของสมุนไพรแต่ละชนิด ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร กระชาย มะขามป้อม และยูคาลิปตัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของ ฟ้าทะลายโจรสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ สเตร็ปโตคอคคัสมิวแทนส์ได้ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ของ Limsong และคณะ ในปี 2004 ซึ่งพบว่าฟ้าทะลายโจร ให้ผลยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ ATCC 25175 และให้ผลยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อ สเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ TPF-1 (10) และ Atun และ คณะ ในปี 2017 พบว่าสารสกัดเอทานอลจากกระชาย พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ (11) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งใหม่ที่พบเช่นกันว่า กระชายมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ และจากการศึกษาในครั้งใหม่พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบ ของมะขามป้อมมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Aneja และ คณะในปี 2010 ซึ่งพบว่าสารสกัดจากมะขามป้อมมีฤทธิ์ ยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ด้วยเช่นกัน (12) และ Nirupad และคณะในปี 2017 พบว่า สารสกัดจาก ยูคาลิปตัสแสดงให้เห็นว่ามีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียอย่าง มีนัยสำคัญ (13) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งใหม่ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ใน การยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ เช่นเดียวกัน ส่วนลำดับฤทธิ์ของสมุนไพรที่สามารถยับยั้งเชื้อเชื้อ สเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ได้ดีที่สุด ได้แก่ผลิตภัณฑ์ ที่มีส่วนประกอบของยูคาลิปตัส รองลงมาเป็นกระชาย มะขามป้อม และ ฟ้าทะลายโจรตามลำดับ ผลจากการ ใช้ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคคัส มิวแทนส์ได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 75 : 50 และ เป็นฟ้าทะลายโจรร่วมกับคลอเฮกซิดีน ความเข้มข้น 75 : 50 เท่ากับยูคาลิปตัสร่วมกับ คลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 25 : 75 ตามลำดับ

สำหรับเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์นั้นมีผลิตภัณฑ์ ที่มีส่วนประกอบของฟ้าทะลายโจรและยูคาลิปตัส

เท่านั้นที่สามารถยับยั้งเชื้อราในช่องปากได้ ซึ่งสอดคล้อง กับการศึกษาของ Rajalakshmi และคณะ ในปี 2016 พบว่าสารสกัดเอทานอลจากใบฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้าน เชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ (14) และ Damjanović-Vratnica และคณะ ปี 2011 พบว่าน้ำมันหอมระเหย จากใบยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ต้านจุลชีพโดยเฉพาะเชื้อ แคนดิดาอัลบิแคนส์ (15) และนอกจากนี้การศึกษาของ Kanchanapiboon และคณะ ในปี 2020 พบว่าส่วนเหง้า ของกระชายสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ แคนดิดา อัลบิแคนส์ (16) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษา ในครั้งนี้ และ การศึกษาสารสกัดผลของมะขามป้อม ซึ่งสกัดด้วย 95% เอทานอล ของ Boonyanit และคณะ ปี 2011 ได้ฤทธิ์ต้านเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ (17) ซึ่ง ไม่สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งใหม่ซึ่งเมื่อทดสอบฤทธิ์ ในการยับยั้งแคนดิดา อัลบิแคนส์ พบว่า ไม่มีฤทธิ์ใน การยับยั้ง ส่วนลำดับฤทธิ์ของสมุนไพรที่สามารถยับยั้ง เชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดีที่สุดคือยูคาลิปตัส รองลงมา เป็นฟ้าทะลายโจร ส่วนมะขามป้อมและกระชายไม่สามารถ ยับยั้งเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ได้ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และผลจากการใช้ยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนใน ความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ยูคาลิปตัสร่วมกับ คลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 25 : 75 ฟ้าทะลายโจร ร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 75 : 25 ตามลำดับ

จากการศึกษาของ Abass และคณะ ปี 2022 พบว่า สารสกัดสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเมื่อนำมาศึกษา ร่วมกับสารสกัดสมุนไพรเบอร์เบอริส อริสทาธา (*Berberis aristata*) พบว่ามีประสิทธิภาพในการเสริมฤทธิ์ในการ ต้านเชื้อแบคทีเรียเอสเชอริเชีย โคลไล (*Escherichia coli*) และ สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ได้ (18) และจากการศึกษาในปี 2022 ของ Kongthitlerd และคณะ พบว่า สารสกัดกระชายเมื่อ ใช้ร่วมกับคลอซอกซาซิลลิน (Cloxacillin) ก็สามารถเสริม ฤทธิ์ในการยับยั้งไบโอฟิล์ม (biofilm) ของเชื้อสแตฟีโล ค็อกคัส ออเรียสได้ด้วยเช่นกัน (19) นอกจากนี้ยังมี การศึกษาของ Asavaphark และคณะ ปี 2022 ได้มี การศึกษาการเสริมฤทธิ์กันของสารสมุนไพรมะขามป้อม

และสารสกัดเปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana L. Peels*) พบว่า มีการเสริมฤทธิ์กันในการต้านเชื้อ คิวติแบคทีเรียม แอคน ( *Cutibacterium acnes* ) (20) และจากการศึกษาสารสมุนไพรยูคาลิปตัสพบว่า เมื่อนำสมุนไพรมารวมกับยาฆ่าเชื้อ ได้ฤทธิ์เสริมกันในการต้านเชื้อแบคทีเรียซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ (21) ซึ่งจากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาไม่สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งยังไม่พบการเสริมฤทธิ์กันที่ชัดเจน แต่กลับพบการหักล้างฤทธิ์ของสารทั้งสองที่ศึกษาในบางความเข้มข้น เช่นการใช้กระชายร่วมกับคลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้น 75:25 ในการฆ่าเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ โดยพบว่า เมื่อใช้คลอเฮกซิดีนเพียงอย่างเดียวมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ เมื่อใช้กระชายเพียงอย่างเดียวไม่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ แต่เมื่อเอาสารทั้งสองมารวมกันกลับไม่พบฤทธิ์ในการต้านเชื้อเลย ซึ่งอาจเนื่องมาจากในสารสมุนไพรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงผลิตภัณฑ์สมุนไพรซึ่งมีส่วนประกอบอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากสารสมุนไพร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อฤทธิ์ของการต้านเชื้อที่ศึกษาได้

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของสารสมุนไพรเพื่อนำมาศึกษาฤทธิ์ของการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปาก และนำผลิตภัณฑ์มาปรับปรุงส่วนผสมโดยทำการผสมกับคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และศึกษาผลที่เกิดขึ้น ดังนั้นสารสมุนไพรที่นำมาทดสอบจึงมิใช่สารจากส่วนของสมุนไพรเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งมีทั้งสารที่ทางบริษัทผู้ผลิตได้กล่าว หรือมิได้กล่าวถึง ดังนั้นจึงทำให้ผลการศึกษาที่ได้ อาจมีความผันแปรไปตามองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการเลือกผลิตภัณฑ์หรือสารสมุนไพรเพื่อใช้ในการต้านเชื้อก่อโรคในช่องปากในอนาคต อีกทั้งอาจใช้เป็นแนวทางในการทำสูตรผลิตภัณฑ์สารฆ่าเชื้อ เช่น น้ำยาบ้วนปาก หรือ สารแช่ฟันปลอม เป็นต้น

## บทสรุป (Conclusions)

ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ได้ดีที่สุด และยูคาลิปตัสร่วมกับคลอเฮกซิดีนในความเข้มข้น 50 : 50 สามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ และเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ มิวแทนส์ได้ดีที่สุดเช่นกัน

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาโอบุญวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวมไปถึงนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาโอบุญวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ และให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง (References)

1. Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986;50(4):353-80.
2. Hamada S, Slade HD. Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Rev.* 1980;44(2):331-84.
3. Chiewpattanakul P, Thongsong N, Suk-arj P, Kitisriworapan W. The study of the efficiency of 5 herbal crude plant extracts and 0.12% chlorhexidine effecting to antimicrobial activity against *Streptococcus mutans*. *SWU Dent J.* 2014;7(2):76-89.
4. Russell C, Lay KM. Natural histology of *Candida* species and yeasts in the oral cavities of infants. *Arch Oral Biol.* 1973;18(8):957-62.
5. Lamfon H, Porter SR, McCullough M, Pratten J. Formation of *Candida albicans* biofilms on non-shedding oral surfaces. *Eur J Oral Sci.* 2003;111(6):465-71.



6. Tragiannidis A, Gkampeta A, Vousvouki M, Vasileiou E, Groll AH. Antifungal agents and the kidney: pharmacokinetics, clinical nephrotoxicity, and interactions. *Expert Opin Drug Saf.* 2021;20(9):1061-74.
7. Spornovasilis N, Kofteridis DP. Pre-Existing Liver Disease and Toxicity of Antifungals. *J Fungi (Basel).* 2018;10(4):133. doi: 10.3390/jof4040133.
8. Abad MJ, Ansuategui M, Bermejo P. Active antifungal substances from natural sources. *ARKIVOC.* 2007;7:116-45.
9. Kaewmanee PC, Nimphiboon N, Chunnawong N, Tanaiatchawoot T, Phisutharporn T, Theerautthavate B. The antimicrobial activity of 8 herbal extracts containing phenolic compounds against *Candida albicans*. *SWU Dent J.* 2021; 14(2):75-90.
10. Limsong J, Benjavongkulchai E, Kulvatanasuchati J. Inhibitory effect of some herbal extracts on adherence of *Streptococcus mutans*. *J Ethnopharmacol.* 2004;92(2-3):281-9.
11. Atun S, Handayani S, Aliffiana M, Afifah HN, Rakhmawati A. Antibacterial activity of nanoparticles produced by ethanol extract of *boesenbergia rotunda* rhizome loaded with chitosan and alginate against *Streptococcus mutans* by *in vitro*. *IJDDT.* 2017;7(3):113-8.
12. Aneja KR, Joshi R, Sharma C. *In vitro* antimicrobial activity of *Sapindus mukorossi* and *Emblica officinalis* against dental caries pathogens. *Ethnobot Leaflet.* 2010;14:402-12.
13. Ravi SB, Nirupad S, Chippagiri P, Pandurangappa R. Antibacterial effects of natural herbal extracts on *Streptococcus mutans*: Can they be potential additives in dentifrices?. *Int J Dent.* 2017;2017:4921614. doi: 10.1155/2017/4921614.
14. Rajalakshmi V, Cathrine L. Phytochemical screening and antimicrobial activity of ethanolic extract of *Andrographis paniculata*. *J Pharmacogn Phytochem.* 2016;5(2):175-7.
15. Damjanović-Vratnica B, Đakov T, Šuković D, Damjanović J. Antimicrobial Effect of Essential Oil Isolated from *Eucalyptus globulus* Labil. From Montenegro. *Czech J Food Sci.* 2011;29(3):277-84.
16. Kanchanapiboon J, Kongsu U, Pattamadilok D, Kamponchaidet S, Wachisunthon D, Poonsatha S, et.al. *Boesenbergia rotunda* extract inhibits *Candida albicans* biofilm formation by pinostrobin and pinocembrin. *J Ethnopharmacol.* 2020;261: 113193. doi: 10.1016/j.jep.2020.113193.
17. Boonyanit T, Sroisiri T. Effect of *Phyllanthus emblica* Linn. on candida adhesion to oral epithelium and denture acrylic. *Asian Pac J Trop Med.* 2011;4(1):41-5.
18. Abass S, Zahiruddin S, Ali A, Irfan M, Jan B, Haq QMR, et.al. Development of Synergy-Based Combination of Methanolic Extract of *Andrographis paniculata* and *Berberis aristata* Against *E. coli* and *S. aureus*. *Curr Microbiol.* 2022;79(8):223. doi: 10.1007/s00284-022-02911-8.
19. Kongthitlerd P, Eumkeb G, Teethaisong Y. Anti-biofilm potential of *Boesenbergia rotunda* L. extract and synergy with Cloxacillin on biofilms of  $\beta$ -lactam-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Health Sci Altern Med.* 2022;4(special issue): 247-51.
20. Asavaphark P, Taweechoitipatr M, Kamanamool N, Rojhirunsakool S, Khunkhet S, Udompataikul M. *In vitro* study of synergistic activities of *Phyllanthus emblica* L. leaves and *Garcinia mangostana* L. peels crude extracts to *Cutibacterium acnes*. *J Med Assoc Thai.* 2022; 105(3):174-9.

21. Pereira V, Dias C, Vasconcelos MC, Rosa E, Saavedra MJ. Antibacterial activity and synergistic effects between *Eucalyptus globulus* leaf residues (essential oils and extracts) and antibiotics against several isolates of respiratory tract infections (*Pseudomonas aeruginosa*), Ind Crops Prod. 2014;52:1-7.

**ติดต่อบทความ :**

ผศ.ดร.ทพญ.ปรมาภรณ์ จิวพัฒนกุล แก้วมณี  
ภาควิชาโสตจักษุวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23  
เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110  
โทรศัพท์: 086 409 7909  
อีเมล: paramaporn\_chiew@hotmail.com

**Corresponding author:**

Asst. Prof. Dr. Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee  
Department of Stomatology, Faculty of Dentistry,  
Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23,  
Wattana, Bangkok 10110, Thailand.  
Tel: (668) 6409 7909  
E-mail: paramaporn\_chiew@hotmail.com

## ผลของการแปรงลิ้นต่อการลดลงของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์

มัทกรณ พูลเกษร\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ (ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมธิลเมอร์แคปแทน และไดเมธิลซัลไฟด์) ภายหลังจากแปรงลิ้นร่วมกับการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟัน โดยติดตามผล 2 สัปดาห์

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีโรคประจำตัว จำนวน 30 ราย ได้รับการตรวจวัดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ด้วยเครื่องวัดระดับก๊าซยี่ห้อออร์ลโครมาวัน ก่อนเริ่มทำการแปรงลิ้น จากนั้นแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมให้แปรงฟันและใช้ไหมขัดฟันปกติทุกวัน กลุ่มทดลองให้แปรงลิ้นร่วมกับการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟัน เมื่อครบ 2 สัปดาห์ จึงมาวัดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์และเปรียบเทียบก่อนและหลังการแปรงลิ้นด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้อินดิเพนเดนท์ ที เทสต์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ผลการศึกษา:** กลุ่มทดลองที่ได้รับการแนะนำการแปรงลิ้นร่วมกับการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟัน มีระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิด ลดลงจากระดับเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการแปรงลิ้น เมื่อเทียบที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์

**สรุป:** การแปรงลิ้นร่วมกับการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟันช่วยลดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดกลิ่นปากได้ เมื่อวัดที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์

**คำสำคัญ:** ไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ กลิ่นปาก การแปรงลิ้น

วันที่รับ: 06 มกราคม 2566

วันที่แก้ไข: 21 มีนาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 09 เมษายน 2566

\*สาขาวิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 99 หมู่ 18 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

# The Effect of Tongue Brushing on Reduction of Volatile sulfur compounds

Mahatana Poolgesorn\*

## Abstract

**Objective:** To study the difference in volatile sulfur compounds levels (hydrogen sulfide, methyl mercaptan and dimethyl sulfide) between baseline and after tongue brushing together with brushing and flossing at a 2-week follow up.

**Materials and methods:** Thirty healthy subjects were tested for volatile sulfur compounds levels using Oral chroma I as baseline. The subjects were then divided into two groups. The control group brushed and flossed their teeth everyday. The test group used tongue scraper together with brushing and flossing. After 2 weeks, the levels of volatile sulfur compounds were then measured and compared with baseline by a statistical method (Independent T test) at a 95% confident level ( $p < 0.05$ ).

**Results:** The test group with tongue scraper had a statistical significance in reducing of volatile sulfur compounds when compared to baseline while the volatile sulfur compounds level in control group was not statistical different from the baseline at 2 weeks.

**Conclusions:** Tongue brushing, along with tooth brushing and flossing, reduced volatile sulfur compounds levels after brushing for 2 weeks.

**Keywords:** volatile sulfur compounds, oral malodor, tongue brushing

Received Date: Jan 06, 2023

Revised Date: Mar 21, 2023

Accepted Date: Apr 09, 2023

\*Division of Periodontology, Faculty of Dentistry, Thammasat University, 99, Moo18, Klongluang, Pathumthani, 12120, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

กลิ่นปาก (oral malodor) ถือเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยมารับการรักษาทางทันตกรรม นอกเหนือจากอาการอื่น ๆ กลิ่นปากเกี่ยวข้องกับโรคในช่องปากถึงร้อยละ 90 (1) สาเหตุหลักของกลิ่นปากที่สำคัญคือ โรคปริทันต์อักเสบและฟันผุ (2) ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (3) เช่น พอร์ไฟโรโมนเนส จิงจิวัลลิส (*Porphyromonas gingivalis*), 프리โวเทลลา อินเตอร์มีเดีย (*Prevotella intermedia*) เป็นต้น เชื้อเหล่านี้ก่อโรคปริทันต์อักเสบ (4) รวมถึงเชื้อแกรมบวก สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคฟันผุ สารที่ถูกสร้างขึ้นมาจากเชื้อเหล่านี้และทำให้เกิดกลิ่นที่สำคัญคือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide), เมธิลเมอร์แคปแทน (methyl mercaptan), ไดเมธิลซัลไฟด์ (dimethyl sulfide) (5,6)

การตรวจและวินิจฉัยภาวะการมีกลิ่นปาก นอกเหนือจากการตรวจฟันและอวัยวะปริทันต์แล้วจะต้องมีการตรวจร่วมกับการตรวจอื่น ๆ เช่น วัดด้วยประสาทรับกลิ่น (organoleptic measurement) ซึ่งมีความแม่นยำน้อย หรือการตรวจวัดระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยอาศัยหลักการแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography) ซึ่งเครื่องตั้งเดิมมีขนาดใหญ่ ต้นทุนการใช้งานสูง ไม่สามารถใช้งานจริงในทางคลินิกได้ จึงได้มีการนำหลักการมาประยุกต์สร้างเป็นเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบัน เช่น ออรัลโครมาวัน (Oral chroma I) หรือฮาลิมิเตอร์ (Halimeter) ร่วมด้วย ซึ่งจะช่วยให้การตรวจวินิจฉัยแม่นยำยิ่งขึ้น (2,7,8) โดยเครื่องมือออรัลโครมาวันถือเป็นเครื่องมือหลักใกล้เคียงการเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุด (gold standard) สำหรับการตรวจระดับกลิ่นปาก (9) เครื่องมือดังกล่าวสามารถวิเคราะห์หาระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สำคัญได้ทั้งสามชนิดข้างต้นและแยกรายงานค่าออกเป็นแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องแม่นยำแม้ในระดับต่ำ ออรัลโครมาวันมีความละเอียดในการรายงานผลกว่าฮาลิมิเตอร์ที่บอกค่าที่ได้เป็นค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์รวมไม่สามารถแยกเป็นแต่ละชนิด ซึ่งการใช้ฮาลิมิเตอร์ทำให้การแปลผลเพื่อวินิจฉัยมีความละเอียดน้อยลง

เป้าหมายในการดูแลและรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะกลิ่นปาก นอกเหนือจากการลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือการใช้สารประกอบซัลเฟอร์ซึ่งเป็นก๊าซก่อกลิ่นปากหรือการใช้สารหอมระเหย เช่น สารจากสมุนไพรจากกลิ่นปากในระยะสั้นแล้ว การลดหรือกำจัดเชื้อแบคทีเรียก่อกลิ่นปากถือเป็นวิธีการที่สำคัญที่สุด และส่งผลดีต่อผู้ป่วยในระยะยาว ช่องปากเป็นแหล่งของแบคทีเรียก่อกลิ่นปากพบได้ตั้งแต่บริเวณที่มีรอยโรคฟันผุ เหงือกอักเสบตั้งนั้น แนวทางหลักในการลดกลิ่นปากอันดับแรกคือ การอุดฟันในตำแหน่งที่มีฟันผุและการขูดหินน้ำลายโดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีปัญหาโรคปริทันต์อักเสบ พบว่าเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ถือเป็นเชื้อที่สำคัญที่สุดที่สามารถสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ (2) การเกลารากฟันและเน้นย้ำเรื่องการดูแลสุขภาพช่องปากจึงเป็นส่วนสำคัญในการช่วยลดกลิ่นปาก นอกจากนี้พบว่า เชื้อแบคทีเรียก่อกลิ่นปากประมาณร้อยละ 25 สามารถตรวจพบบริเวณผิวหนังด้านหลัง (posterior dorsum) โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นร่องลึก ซึ่งมีการสะสมเกิดเป็นสารเคลือบลิ้น (tongue coating) (10) และมักเป็นส่วนที่ไม่ได้รับการแปรงทำความสะอาดเหมือนในร่องเหงือกและผิวฟันในบริเวณอื่น ๆ

การแปรงลิ้นมีการกล่าวถึงมาตั้งแต่ในสมัยอดีต ชาวอินเดียนิยมแปรงลิ้นและขูดลิ้นร่วมกับการบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของพืชสมุนไพร เช่น หมาก ในอดีตมีการนำหนังหรือเขาสัตว์ งาช้าง มาใช้แปรงลิ้น ปัจจุบันการแปรงลิ้นมีหลายรูปแบบ อาจใช้แปรงสีฟันธรรมดา หรือแปรงกวาดลิ้นรูปร่างต่าง ๆ พบว่าการแปรงลิ้นให้ผลดีในการลดการสะสมของเศษอาหาร (food debris) และคราบต่าง ๆ บริเวณลิ้น และมีแนวโน้มที่จะช่วยลดกลิ่นปากได้โดยการส่งผลต่อการลดสารตั้งต้นสำหรับการสร้างกลิ่นของแบคทีเรีย (11) แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงผลของการแปรงลิ้นในกลุ่มประชากรที่ไม่ได้มีภาวะของโรคปริทันต์อักเสบ ในแง่มุมของการเปลี่ยนแปลงระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์ชนิดต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือออรัลโครมาวันซึ่งมีความแม่นยำสูง (12,13) ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าในกลุ่มประชากรที่ไม่มีโรคปริทันต์อักเสบน่าจะแสดงผลของการแปรงลิ้นต่อการเปลี่ยนแปลงระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์

ได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีปัจจัยสาเหตุอื่น ๆ มาเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้แปรงทำความสะอาดลิ้นต่อกลิ่นปากโดยติดตามในช่วงเวลาหนึ่ง แม้ว่าก่อนหน้านั้นมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพการแปรงลิ้นที่ช่วยลดกลิ่นปาก แต่ผลยังไม่ชัดเจนและเป็นการศึกษาในช่วงเวลาสั้น ๆ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลการแปรงลิ้นต่อการเปลี่ยนแปลงระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์วัดผลโดยใช้เครื่องมือออร์ัลโครมาวันติดตามผลที่ 2 สัปดาห์ เปรียบเทียบก่อนและหลังการแปรงลิ้นด้วยเครื่องมือทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and methods)

กลุ่มตัวอย่างเป็นประชากรทั่วไป จำนวน 30 ราย มีช่วงอายุ 18-30 ปี ไม่มีโรคประจำตัวและการแพ้ยาลาและไม่ได้รับยาปฏิชีวนะใด ๆ ก่อนการวิจัยอย่างน้อย 1 เดือน และมีฟันอย่างน้อย 20 ซี่ เข้ารับการวิจัยด้วยวิธีสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง โดยก่อนการศึกษา 24 ชั่วโมงให้งดสูบบุหรี่ งดดื่มสุรา งดใช้น้ำยาบ้วนปากและแปรงลิ้น และงดทานอาหารที่มีกลิ่นรุนแรง เช่น กระเทียม, หัวหอม เป็นต้น โดยช่วงเช้าของวันที่ศึกษาให้กลุ่มตัวอย่างแปรงฟันด้วยยาสีฟันตามปกติโดยงดแปรงลิ้น บ้วนน้ำสะอาดจนไม่รู้สึกถึงกลิ่นยาสีฟัน จากนั้นเก็บข้อมูลกลิ่นปากครั้งแรกโดยวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ โดยใช้เครื่องมือออร์ัลโครมาวัน (CHM-1, Abilit, Osaka, Japan) เป็นค่าพื้นฐานก่อนการศึกษา (baseline) จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยให้มีระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์เฉลี่ยใกล้เคียงกัน ทั้งสองกลุ่มกำหนดให้แปรงฟันด้วยวิธีขยับปิด (Modified Bass technique) และใช้ไหมขัดฟันวันละ 1 ครั้ง ก่อนนอน 2 สัปดาห์ แต่ในกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คนให้เพิ่มขึ้นขั้นตอนการแปรงลิ้นด้วยอุปกรณ์แปรงลิ้นร่วมด้วยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยเลือกใช้แปรงกวาดลิ้น (tongue scraper) ยี่ห้อออร์ัลบี (Oral B, USA) ซึ่งมีลักษณะโค้งมน เป็นแถบกลม ไม่มีผิวที่หยาบหรือแหลมคม สามารถแปรงลิ้นโดยไม่เป็นอันตราย ใช้งานง่าย และทำความสะอาดได้ง่าย

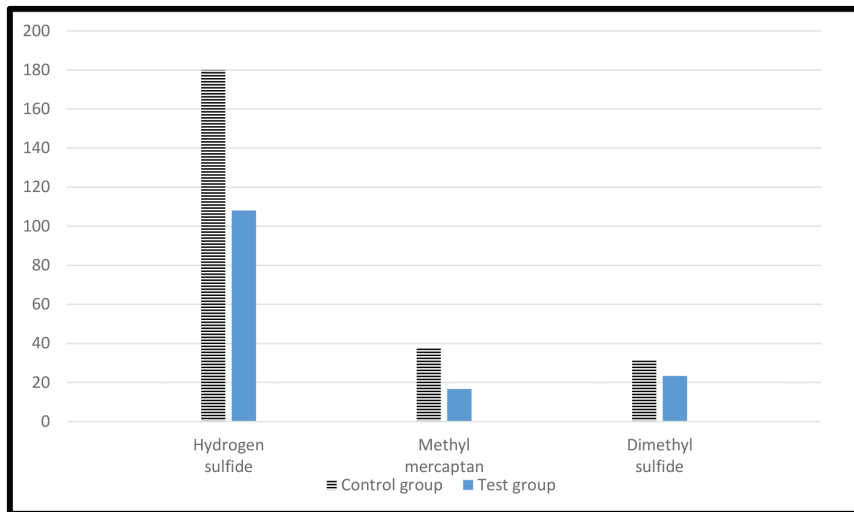
วิธีการแปรงลิ้นที่แนะนำให้กลุ่มทดลองคือใช้แปรงกวาดลิ้นที่ทำความสะอาดแล้ว และไม่มีเศษอาหารติดบนวัสดุ ลากจากโคนลิ้นถึงปลายลิ้น จนทั่วลิ้น และทำซ้ำ 5 ครั้ง หากมีเศษอาหารติดให้บ้วนน้ำ หรือบ้วนน้ำลายทิ้งก่อนแปรงครั้งต่อไป ให้กลุ่มทดลองแปรงลิ้นหลังแปรงฟันทุกครั้ง วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและก่อนนอน (14)

เมื่อครบ 2 สัปดาห์ จึงทำการวัดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ในเช้าวันที่ 14 ด้วยเครื่องมือออร์ัลโครมาวัน แล้วนำค่าที่ได้มาแสดงและเปรียบเทียบระดับของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาและเชิงเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยสถิติอินดีเพนเดนท์ ที เทสต์ (Independent T test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาและผ่านด้านจริยธรรมในการศึกษาในมนุษย์ โดยคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น เมื่อปี พ.ศ. 2562 (HE-WTU542762) และผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยและยินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจก่อนเริ่มทำการทดลอง

### ผลการทดลอง (Results)

การศึกษาในครั้งนี้มีผู้ร่วมวิจัยทั้งสิ้น 30 คนเป็นเพศชาย 12 คนและเพศหญิง 18 คน ช่วงอายุระหว่าง 22 – 27 ปี มีอายุเฉลี่ยประมาณ 24 ปี 8 เดือน ทุกคนมีฟันแท้อย่างน้อย 20 ซี่ ได้รับการขูดหินน้ำลายอย่างสม่ำเสมอทุก 6 เดือน ก่อนการเข้าร่วมวิจัย 24 ชั่วโมงงดการสูบบุหรี่ งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ งดใช้น้ำยาบ้วนปากและการแปรงลิ้น ไม่มีแผลที่ลิ้นหรือในช่องปาก และทุกคนยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ รูปที่ 1 แสดงให้เห็นระดับค่าไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ก่อนเริ่มการศึกษา โดยแสดงค่าหน่วยเป็นส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion; ppb)





รูปที่ 1 ระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ก่อนการแปรงฟันในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง  
 Fig 1. Volatile sulfur compounds level at baseline in both groups.

ผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองทั้งหมด 15 คน ได้ค่าไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ก่อนทำการศึกษาระดับของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้ง 3 ชนิด คือไฮโดรเจนซัลไฟด์, เมธิลเมอร์แคปแทน, ไดเมธิลซัลไฟด์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 108.0667, 16.7333, 23.4000 ส่วนในพันล้านส่วน ตามลำดับ และค่าไอระเหย

สารประกอบซัลเฟอร์ หลังทำการแปรงฟัน 2 สัปดาห์ของก๊าซทั้งหมด 3 ชนิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0000, 0.0001, 0.0000 ส่วนในพันล้านส่วน ตามลำดับ โดยมีระดับค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 น้อยกว่า 0.05 ทั้งสามชนิด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้ง 3 ชนิด ในกลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์เสริมแปรงฟันเปรียบเทียบก่อนและหลังแปรงฟัน 2 สัปดาห์

Table 1. Mean of volatile sulfur compounds in test group (n = 15) comparing between baseline and after tongue brushing for 2 weeks.

VSCs	Visit	n	Mean (ppb*)	p-value
Hydrogen sulfide (H <sub>2</sub> S)	Baseline	15	108.0667	0.001
	2 weeks	15	0.0000	
Methyl mercaptan (CH <sub>3</sub> SH)	Baseline	15	16.7333	0.007
	2 weeks	15	0.0001	
Dimethyl sulfide (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S)	Baseline	15	23.4000	0.001
	2 weeks	15	0.0000	

\*Parts per billion

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้ง 3 ชนิด ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้อุปกรณ์เสริมแปรงลื่นเปรียบเทียบก่อนและหลัง 2 สัปดาห์

Table 2. Mean of volatile sulfur compounds in control group (n = 15) comparing between baseline and 2 weeks.

VSCs	Visit	n	Mean (ppb*)	p-value
Hydrogen sulfide (H <sub>2</sub> S)	Baseline	15	179.9333	0.658
	2 weeks	15	212.2000	
Methyl mercaptan (CH <sub>3</sub> SH)	Baseline	15	39.4667	0.699
	2 weeks	15	43.8667	
Dimethyl sulfide (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S)	Baseline	15	31.5333	0.700
	2 weeks	15	37.8667	

\*Parts per billion

ผลการศึกษาในกลุ่มควบคุมทั้งหมด 15 คน ได้ค่าไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ก่อนทำการรักษาของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้ง 3 ชนิด คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์, เมธิลเมอร์แคปแทน, ไดเมทิลซัลไฟด์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 179.9333, 39.4667, 31.5333 ส่วนในพันล้านส่วนตามลำดับ และค่าไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์หลังทำการรักษาของก๊าซทั้งหมด 3 ชนิด คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 212.2000, 43.8667, 37.8667 ส่วนในพันล้านส่วนตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับเริ่มต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับก๊าซทั้งสามชนิด ดังในตารางที่ 2

ในส่วนของผลข้างเคียงจากการแปรงลื่น พบว่าจากการสอบถามไม่มีผู้ร่วมวิจัยท่านใดที่มีอาการผิวกัดหรือมีแผลจากการใช้แปรงกวาดลื่น รวมถึงไม่มีอาการเจ็บหรืออาการที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของอาหารแต่อย่างใด และแปรงกวาดลื่นยังคงมีสภาพดี รูปร่างเป็นปกติเหมือนเดิมภายหลังการใช้งาน 2 สัปดาห์

### บทวิจารณ์ (Discussion)

กลิ่นปากถือเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อบุคลิกภาพ การแปรงลื่นถือเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการช่วยลดกลิ่นปาก การศึกษานี้ มีการปรับระดับค่าไอระเหย

สารประกอบซัลเฟอร์โดยการจับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้ไม่มีความแตกต่างกันในค่าเริ่มต้น เพื่อให้ผลการศึกษานี้แสดงถึงผลของการแปรงลื่นอย่างแท้จริง โดยการจับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีค่าเฉลี่ยระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์รวมไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในส่วนของผลการศึกษานี้พบว่า การแปรงลื่นร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปากตามปกติด้วยการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟันอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดระดับของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แตกต่างกับบทสรุปจากการศึกษาของ Jin และ Chen ในปี 2018 ซึ่งทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการแปรงลื่นต่อปัญหากลิ่นปากโดยวิธีเมตาอนาไลซิส (meta-analysis) พบว่า การแปรงลื่นช่วยลดระดับของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ แต่ผลที่ได้ยังไม่ชัดเจน มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเฉพาะค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ บางงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์สามารถลดไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ได้กว่าร้อยละ 75 แต่บางงานวิจัยก็ให้ผลไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ระดับของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ มีแนวโน้มลดลงในกลุ่มที่ได้รับการแปรงลื่น (15) ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้มีปัญหาเรื่องกลิ่นปากจากฟันผุและเหงือกอักเสบ โดยแต่ละรายมีค่าไอระเหย

สารประกอบซัลเฟอร์เริ่มต้นรวมไม่เกิน 200-250 ส่วนในพันล้านส่วน ใกล้เคียงกับระดับค่าในงานวิจัยของ Hass และคณะ ปี 2007 ที่เลือกศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพช่องปากดี มีระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์อยู่ในช่วง 150-250 ส่วนในพันล้านส่วน โดยใช้ฮาไลมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ (12) ทั้งนี้เพื่อเน้นดูผลที่ได้รับจากการแปรปรวนเพียงอย่างเดียวที่ 2 สัปดาห์ ผลที่ได้จึงค่อนข้างชัดเจนว่าการแปรปรวนช่วยลดก๊าซกอกลิ้นปากได้ที่ระยะเวลาดังกล่าวและการลดลงของก๊าซเหล่านั้นน่าจะเกิดจากการลดลงของการสะสมของสิ่งสะสมและแบคทีเรียที่บริเวณลิ้น ซึ่ง Quirynen และคณะ ในปี 2004 ได้ทำการศึกษาโดยให้ผู้ป่วย 16 คนแปรปรวนและวัดผลที่ 14 วัน พบว่ามีการสะสมของสารต่าง ๆ บนลิ้นลดลง โดยเฉพาะในส่วนหน้าของลิ้นที่มีการลดลงของแบคทีเรียร่วมด้วย (16) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชิ้นนี้ ไม่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมของสารต่าง ๆ และแบคทีเรียบริเวณลิ้น ทำให้ไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าแบคทีเรียและสิ่งสะสมลดลงหรือไม่ และส่งผลอย่างไรต่อการลดลงของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิด

การศึกษานี้ เลือกวัดผลการแปรปรวนที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ ที่ได้แตกต่างอย่างชัดเจนกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า การควบคุมทางกล (mechanical control) ให้ผลดีต่อการลดระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ในกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Choi และคณะ ในปี 2022 ซึ่งทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 56 คนที่ไม่ได้รับการรักษาทางปริทันต์ใด ๆ ก่อนร่วมวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน โดยภายหลังการแปรปรวนและวัดผลทันทีพบว่า ระดับไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ลดลง แต่ผลที่ได้เป็นผลระยะสั้นและระดับไอระเหยไม่ได้ลดลงอย่างชัดเจน (17) ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ จะช่วยอธิบายผลของการแปรปรวนในระยะยาวได้ดียิ่งขึ้นว่าสามารถช่วยลดปริมาณไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ที่อาจเกิดจากบริเวณลิ้นได้ โดยการวัดผลที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามควรมีการติดตามผลที่ระยะเวลายาวนานขึ้นเพื่อยืนยันประโยชน์ที่ได้จากการแปรปรวนในการ

ลดกลิ่นปาก เช่น ที่ 3 หรือ 6 เดือน เป็นต้น สำหรับในอนาคตทางกลุ่มผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการแปรปรวนต่อการเปลี่ยนแปลงของชนิดเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มประชากรที่หลากหลายมากขึ้นทั้งกลุ่มที่มีและไม่มีปัญหากลิ่นปากชัดเจน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหากลิ่นปากชัดเจนมักมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียบางชนิดเพิ่มขึ้น เช่น ฟุโซแบคทีเรีย (Fusobacterium) (18) รวมถึงมีการลดลงของแบคทีเรียประจำถิ่น ซึ่งการแปรปรวนอาจส่งผลต่อการแก้ไขการเสียสมดุลของระบบนิเวศเชื้อแบคทีเรียบริเวณลิ้นในกลุ่มที่มีปัญหากลิ่นปากได้ และควรทำการศึกษาควบคู่กับลักษณะในทางคลินิก เช่น สภาวะทางปริทันต์ การสะสมบริเวณลิ้น เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในช่องปากต่อการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของไอระเหยสารประกอบซัลเฟอร์ (11)

การเลือกวิธีการแปรปรวนเสริมสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องกลิ่นปาก แม้เป็นทางเลือกที่ดี ง่ายและมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง แต่วิธีการจัดการปัญหากลิ่นปาก จำเป็นต้องตรวจเพื่อหาสาเหตุ และวินิจฉัยปัญหากลิ่นปากของผู้ป่วยให้ถูกต้องก่อนเป็นอันดับแรกโดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพซึ่งหลักการแก๊สโครมาโตกราฟี (19) สามารถให้ความแม่นยำมากที่สุด เช่น เครื่องออร์โธโครมาวันที่ได้เลือกใช้ในการศึกษานี้ นอกจากนี้ปัญหากลิ่นปากอาจส่งผลต่อสภาวะจิตใจผู้ป่วยร่วมด้วย และบางรายอาจมีอาการกลัวการมีกลิ่นปาก (halitophobia) จำเป็นต้องได้รับการรักษา ร่วมกับทางจิตแพทย์ด้วยอีกทางหนึ่ง (20) การวินิจฉัยที่แม่นยำจะช่วยให้แนวทางการรักษาส่งผลดีต่อผู้ป่วย โดยเฉพาะในผู้ที่มีปัญหาโรครีทันต์อักเสบซึ่งมักมีปัญหากลิ่นปาก (21) หากได้รับการรักษาโรครีทันต์อย่างถูกต้องและเพียงพอจะช่วยลดปัญหาแก่ผู้ป่วยไปได้มาก จากนั้น การเลือกเสริมด้วยการแปรปรวนหรือการใช้วิธีการอื่น ๆ ทั้งที่เป็นการควบคุมเชิงกลหรือการใช้สารเคมี สมุนไพร น้ำยาบ้วนปากชนิดต่าง ๆ (22,23) ก็จะช่วยลดกลิ่นปากแก่ผู้ป่วยในการบริหารจัดการแก้ไขปัญหากลิ่นปากได้อย่างครบถ้วนด้วยเช่นกัน

### สรุปผลการศึกษา (Conclusion)

การแปรงลิ้นร่วมกับแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟันอย่างสม่ำเสมอ ช่วยลดระดับโอโรเซพซาร์ประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิด ซึ่งเป็นสารก่อกลิ่นปากที่สำคัญที่เกิดจากสาเหตุในช่องปากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ผลที่ได้อาจใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการกำหนดรูปแบบมาตรฐานสำหรับการแก้ไขปัญหากลิ่นปากแก่ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีสาเหตุจากภายในช่องปากร่วมกับวิธีอื่นๆ ต่อไปได้ในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Bosy A. Oral malodor: philosophical and practical aspects. *J Can Dent Assoc.* 1997; 63(3):196-201.
2. Zurcher A, Laine ML, Filippi A. Diagnosis, Prevalence, and Treatment of Halitosis. *Curr Oral Health Rep.* 2014;1(4):279-285.
3. Loesche WJ, Kazor C. Microbiology and treatment of halitosis. *Periodontol* 2000. 2002;28:256-79.
4. Nakano, Y, Yoshimura M, Koga T. Correlation between oral malodor and periodontal bacteria. *Microbes Infect.* 2002;4(6):679-83.
5. John M, Vandana KL. Detection and measurement of oral malodor in periodontitis patients. *Indian J Dent Res.* 2006;17(1):2-6.
6. Van Den Broek AM, Feenstra L, de Baat C. A review of the current literature on management of halitosis. *Oral Dis.* 2008;14(1):30-9.
7. Rosenberg M. Clinical assessment of bad breath: current concepts. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(4):475-81.
8. Yaegaki K, Coil JM. Genuine halitosis, pseudo-halitosis, and halitophobia: classification, diagnosis, and treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2000;21(10A):880-6.
9. Romano, F, Pigella E, Guzzi N, Aimetti M. Patients self-assessment of oral malodour and its relationship with organoleptic scores and oral conditions. *Int J Dent Hyg.* 2010;8(1):41-6.
10. Sara B, Giuseppe M, Adelaide CM. Dorsal Lingual Surface and Halitosis: a Morphological Point of View. *Acta Stomatol Croat.* 2016;50(2): 151-7.
11. Danser MM, Gomez SM, Weijden GA . Tongue coating and tongue brushing: a literature review. *Int J Dent Hyg.* 2003;1(3):151-8.
12. Haas AN, Silveira EM, Rösing CK. Effect of tongue cleansing on morning oral malodour in periodontally healthy individuals. *Oral Health Prev Dent.* 2007;5(2):89-94.
13. Outhouse TL, Al-Alawi R, Fedorowicz Z, Keenan JV. Tongue scraping for treating halitosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; 19(2):CD005519. doi: 10.1002/14651858.CD005519. pub2.
14. Keceli TI, Gulmez D, Dolgun A, Tekcicek M. The relationship between tongue brushing and halitosis in children. A randomized controlled trial. *Oral Dis.* 2013;21(1): 66-73.
15. Chen C, Jin YS. Effect of mechanical tongue cleaning on halitosis : A meta-analysis. *TMR Integr Nurs.* 2018; 2(2): 68-75.
16. Quirynen M, Avontroodt P, Soers C, Zhao H, Pauwels M, Van Steenberghe D. Impact of tongue cleansers on microbial load and taste. *J Clin Periodontol.* 2004;31(7):506-10.
17. Choi HN, Cho YS, Koo JW. The effect of mechanical tongue cleaning on oral malodor and tongue coating. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(1):108. doi: 10.3390/ijerph19010108.

18. Kazor CE, Mitchell PM, Lee AM, Stokes LN, Loesche WJ, Dewhirst FE, et al. Diversity of bacterial populations on the tongue dorsa of patients with halitosis and healthy patients. *J Clin Microbiol.* 2003;41(2):558-63.

19. Oho T, Yoshida Y, Shimazaki Y, Yamashita Y, Koga T. Characteristics of patients complaining of halitosis and the usefulness of gas chromatography for diagnosing halitosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(5):531-4.

20. Suzuki N, Yoneda M, Naito T, Iwamoto T, Hirofujii T. Relationship between halitosis and psychologic status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(4):542-7.

21. Bolepalli AC, Munireddy C, Peruka S, Polepalle T, Choudary Alluri LS, Mishaeel S. Determining the association between oral malodor and periodontal disease: a case control study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2015; 5(5):413-8.

22. Nandlal B, Shahikumar P, Avinash BS, Sreenivasan PK, Subramanyam R. Malodor reductions and improved oral hygiene by toothbrushing and mouthrinsing. *Indian J Dent Res.* 2016;27(1):42-7.

23. Pedrazzi V, Sato S, de Mattos MG, Lara EH, Panzeri H. Tongue-cleaning methods: A comparative clinical trial employing a toothbrush and a tongue scraper. *J Periodontol.* 2004;75(7): 1009-12.

**ติดต่อขอความ:**

อ.ทพ.มหัทธนะ พูลเกษร  
สาขาวิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 99 หมู่ 18  
ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120  
โทรศัพท์ : 089 787 3862  
อีเมลล์ : Triumph876@outlook.com

**Corresponding author:**

Dr. Mahatana Poolgesorn  
Division of Periodontology, Faculty of Dentistry,  
Thammasat University 99 Moo18 Klongluang,  
Pathumthani, 12120, Thailand.  
Tel: (668) 9787 3862  
E-mail: Triumph876@outlook.com

# ผลของความหนาต่อความสามารถในการรับแรงของการรวมกันระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น

กนกกาญจน์ ขอรรัตน์\* อบุชาติ ศรีจันบาล\*\* ปุฉิวรรณ กอวงษ์\*\* บุญทริก นิตย์วัฒน์ชาญชัย\*

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นที่มีต่อความสามารถในการรับแรงของวัสดุ

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ใช้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ เอเวอร์ฟลิว (everX Flow, GC Corporation, Tokyo, Japan) ซึ่งเป็นคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นที่ใช้เป็นโครงสร้างฐาน (substructure) และ จีเนียล โพสทีเรียรี่ (G-aenial Posterior, GC corporation, Tokyo, Japan) ซึ่งเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมที่ใช้เป็นวัสดุปิดทับ ทดสอบในชิ้นงานจำนวน 40 ชิ้น เตรียมเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด 5 x 5 x 4 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามความหนาของวัสดุที่ใช้ปิดทับคือ ความหนา 1, 2, 3, และ 4 มิลลิเมตร ทำการวัดความสามารถในการรับแรง (load-bearing capacity) ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดที่มีหัวกดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร กดตั้งฉากกับพื้นผิวชิ้นงานจนเกิดการแตกหัก แล้วตรวจสอบการแตกหัก (fracture pattern) ในแต่ละชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แล้วเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบหลังการวิเคราะห์ของทูกี (Tukey's Post-hoc test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95

**ผลการศึกษา:** ความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีผลต่อความสามารถในการรับแรงของวัสดุ โดยชิ้นงานในกลุ่มที่มีความหนาของวัสดุปิดทับ 1 มิลลิเมตร มีค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยวัสดุกลุ่มนี้มีการแตกแบบทั้งก่อนน้อยที่สุด การแตกส่วนใหญ่เป็นการแตกแบบบางส่วนที่สามารถซ่อมแซมได้

**สรุป:** กลุ่มความหนาของวัสดุที่ใช้ในการปิดทับหนา 1 มิลลิเมตร มีความสามารถในการรับแรงสูงที่สุดเนื่องจากวัสดุส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น ซึ่งวัสดุมีคุณสมบัติในการกระจายแรงกระจายความเครียดและหยุดรอยร้าวได้ดี

**คำสำคัญ:** คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น เรซินคอมโพสิต วัสดุปิดทับเรซินคอมโพสิต ความสามารถในการรับแรง

วันที่รับ: 14 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่แก้ไข: 18 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 31 พฤษภาคม 2566

\*ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ ทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

\*\*ศูนย์วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330



# The Effect of Thickness on Load-Bearing Capacity of Combined Conventional Resin Composite and Short Fiber-Reinforced Composite

Kanokkarn Khorat\* Anucharte Srijunbarl\*\* Puliwan Gorwong\*\*  
Boondarick Niyatiwatchanchai\*

## Abstract

**Objective:** To evaluate the effect of the thickness of conventional resin composite and short fiber-reinforced composite on load-bearing capacity.

**Materials and Methods:** Two resin composites were used in this study. Short fiber-reinforced composite (everX Flow, GC corporation, Tokyo, Japan) was used as the substructure and conventional resin composite (G-ænial Posterior, GC corporation, Tokyo, Japan) was used as the overlying layer for a total of 40 specimens with 5 x 5 x 4 mm dimension cuboid shape. There were four experimental groups according to the thickness of the top layer which were 1, 2, 3, and 4 mm respectively. Load-bearing capacity of the specimens were determined by a universal testing machine with a 2-mm diameter crosshead. The crosshead was moved perpendicularly to the specimens until fractured. The fracture patterns were further investigated by using a stereomicroscope. The data were statistically analyzed with one-way ANOVA and Tukey's Post-hoc test to determine the mean differences of the load-bearing capacity among the experimental groups. The significance level was indicated at 0.05. Results: The thickness of the conventional resin composite and short fiber-reinforced composite affected the load-bearing capacity of the restoration. The 1-mm group significantly had the highest load-bearing capacity compared with other groups ( $p < 0.05$ ) and partial fractures in this group were mostly reparable.

**Conclusion:** The covering conventional resin composite of 1-mm thickness had the highest load-bearing capacity. This could be explained by the increase in the remaining space for short fiber-reinforced composite which contributes to force distribution, stress distribution and crack arrest.

**Keywords:** Short fiber-reinforced composite, Resin composite, Capping materials, Overlying resin composite, Load-bearing capacity

Received Date: Feb 14, 2023

Revised Date: May 18, 2023

Accepted Date: May 31, 2023

\*Department Of Operative Dentistry, Faculty Of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok, 10330, Thailand.

\*\*Dental R&D Center Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok 10330, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่นิยมใช้เพื่อบูรณะฟัน เนื่องจากมีความสวยงามใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ มีความแข็งแรงที่ยอมรับได้ มีการสึก การดูดน้ำและการละลายตัวต่ำ มีความทึบรังสี อีกทั้งยังอนุรักษ์โครงสร้างของฟันเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดและยังช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของฟันที่ยังเหลืออยู่ (1) และด้วยการพัฒนาสมบัติทางกายภาพของเรซินคอมโพสิตควบคู่ไปกับการเพิ่มความสวยงาม ทำให้ในปัจจุบันเรซินคอมโพสิตได้กลายมาเป็นวัสดุหลักในการบูรณะฟัน (material of choice) (2) แต่อย่างไรก็ตามวัสดุเรซินคอมโพสิตก็ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะ โดยสาเหตุหลักของความล้มเหลวในการบูรณะฟันหลังด้วยเรซินคอมโพสิตมักเกิดจากการแตกของวัสดุทั้งก้อน (bulk fracture) (3) ซึ่งเป็นผลมาจากวัสดุมีความแข็งแรงที่ไม่เพียงพอ (4,5) จึงเป็นที่มาของการพยายามพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิตให้มีความแข็งแรงมากขึ้น เพื่อลดความล้มเหลวจากการแตกหัก

การเพิ่มความแข็งแรงในเรซินคอมโพสิตสามารถทำได้หลากหลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการนำเส้นใยแก้ว (glass fiber) มาใช้เป็นวัสดุอัดแทรก (filler) เพื่อเสริมความแข็งแรงของวัสดุ เกิดเป็นคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใย (fiber-reinforced composite) ซึ่งได้ถูกคิดค้นขึ้นมาในปี ค.ศ.1960 โดย Smith และคณะ (6) แต่ในขณะนั้นคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยยังไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการนำเส้นใยมาใช้ร่วมกับเรซิน เพราะมีความยุ่งยากในการใช้งาน จนในปี ค.ศ.2013 มีการนำเสนอคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น (short fiber-reinforced composite) แบบสำเร็จรูปออกมาสู่ท้องตลาด ซึ่งใช้สำหรับบูรณะฟันโดยตรง โดยใส่เส้นใยชนิดสั้นให้เป็นส่วนหนึ่งของวัสดุอัดแทรกผสมอยู่ในส่วนของพอลิเมอร์เมทริกซ์ สามารถนำมาใช้ทดแทนส่วนของชั้นเนื้อฟันในโพรงฟันขนาดใหญ่ได้ (7) ในแง่ของการใช้งานทางคลินิกคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นจำเป็นต้องมีวัสดุชนิดอื่นปิดทับทั้งด้านบนและด้านข้าง (ในกรณีที่บูรณะโพรงฟันชนิดคลาสซุ) เพื่อไม่ให้วัสดุ

สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายในช่องปากโดยตรง เพราะวัสดุมีอัตราการดูดน้ำที่สูงหากสัมผัสกับความชื้นภายในช่องปาก นอกจากนั้นวัสดุยังมีความแข็งผิวและความต้านทานการสึกต่ำ ไม่เหมาะที่จะรับแรงจากการบดเคี้ยวโดยตรง จึงจำเป็นต้องมีวัสดุที่สามารถชดเชยข้อด้อยดังกล่าวปิดทับอยู่ด้านบน (capping material) โดยวัสดุที่นิยมใช้ปิดทับมักเป็นวัสดุกลุ่มคอมโพสิตที่มีอนุภาคเป็นวัสดุอัดแทรก (particulate filler composite) ชนิดต่าง ๆ เช่น เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ เรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ความแข็งแรงสูง เป็นต้น (7-10)

โดยบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นกับโพรงฟันที่มีความลึกตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไปและต้องมีส่วนของวัสดุปิดทับเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมหนา 1-2 มิลลิเมตร บริเวณด้านบดเคี้ยว และหนา 0.5 มิลลิเมตร บริเวณด้านประชิด (8,9) แต่ในหลายการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการทดสอบความสามารถในการรับแรงโดยใช้วัสดุปิดทับที่ความหนาต่างกันด้วยเหตุผลที่แตกต่างออกไป โดยมีผลการศึกษาที่พบว่าเมื่อเลือกใช้เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุปิดทับความหนา 0.5-1 มิลลิเมตร ให้ค่าความสามารถในการรับแรงสูงสุด และยังคงพบว่ายังลดความหนาของชั้นวัสดุปิดทับลง จะยิ่งส่งผลให้วัสดุมีค่าความสามารถในการรับแรงเพิ่มมากขึ้น (7,11-13) สอดคล้องกับการศึกษาของ Garoushi และคณะ ปี 2006 พบว่าเมื่อวัสดุปิดทับมีความหนา 0.5 มิลลิเมตร ให้ค่าความสามารถในการรับแรงสูงสุด (14) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่สนับสนุนให้ใช้วัสดุปิดทับที่มีความหนา 1.5-2 มิลลิเมตร โดยให้เหตุผลว่าเป็นการเลียนแบบโครงสร้างของฟัน (mimic tooth structure) โดยที่วัสดุปิดทับควรมีคุณสมบัติเสมือนชั้นเคลือบฟันที่มีความหนาตามธรรมชาติเฉลี่ย 1.5-2 มิลลิเมตร แล้วบริเวณที่เหลือจึงควรเป็นส่วนของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นซึ่งเปรียบเสมือนชั้นเนื้อฟัน (15-17) ในทางตรงกันข้ามมีการศึกษาที่พบว่าการบูรณะฟันด้วยวัสดุสองชนิดเลียนแบบโครงสร้างฟันธรรมชาติกลับให้ค่าความต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างกับการบูรณะด้วยวัสดุชนิดเดียว (18,19) เมื่อพิจารณารูปแบบของการ

แตกหัก พบว่าการศึกษาที่แนะนำให้ใช้วัสดุปิดทับที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร พบการแตกส่วนใหญ่เป็นการแตกแบบบางส่วน (Partial fracture) ที่สามารถซ่อมแซมได้ซึ่งเป็นการล้มเหลวที่พึงประสงค์มากกว่าในทางคลินิกแต่วัสดุปิดทับที่ความหนาอื่นจะมีการแตกแบบซ่อมแซมไม่ได้เป็นส่วนใหญ่ (14) ชัดแย้งกับการศึกษาของ Omran และคณะ ในปี 2019 ที่พบว่าในกลุ่มที่วัสดุปิดทับมีความหนา 2 มิลลิเมตร พบการแตกแบบบางส่วนมากที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มที่วัสดุปิดทับหนา 1 และ 1.5 มิลลิเมตร (13)

ในปัจจุบันจึงยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดเกี่ยวกับความหนาที่เหมาะสมของวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมที่ใช้ปิดทับและความหนาของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นว่าควรมีค่าเท่าใดจึงจะทำให้วัสดุมีความสามารถในการรับแรงหรือมีความทนทานต่อการแตกหักมากที่สุด จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นต่อความสามารถในการรับแรงของวัสดุ โดยมีสมมติฐานหลักของการศึกษา คือ ความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นไม่ส่งผลต่อความสามารถในการรับแรงของวัสดุ

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods)

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบประกอบด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นซึ่งมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้งานตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำดังแสดงในตารางที่ 1

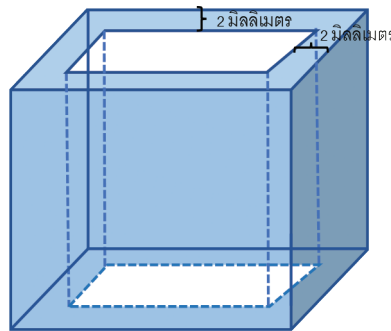
ตารางที่ 1 รายละเอียดของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตและวิธีการใช้งานตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำที่ใช้ในการศึกษา (8,20)

Table 1. Manufacturers' information of materials used in this study (8,20).

Materials	Shade	Type	Filler	Resin matrix	Filler content	Maximum thickness	Light curing protocols	Young's modulus (GPa)
G-ænial Posterior	A3	Nanohybrid	Fumed silica, Silica, Strontium, Fluoro-alumino-silicate, pre-polymerized fillers averaging 16-17 µm	UDMA, dimethacrylate co-monomers	77% wt, 65%vol	2 mm	20 sec (Halogen/LED>700 mW/cm2)	8.2
everX Flow	Bulk shade	Flowable short fiber-reinforced composite	E-glass fibers (140µm,Ø6µm), Barium glass, Silicon dioxide	Bis-MEPP (15-25%), 25% wt, TEGDMA (1-10%), UDMA (1-10%)	70% wt (fiber filler 42-52% wt)	5.5 mm	20 sec (Halogen/LED, >700 mW/cm2)	11.4

**การเตรียมแบบสำหรับหล่อชิ้นงาน**

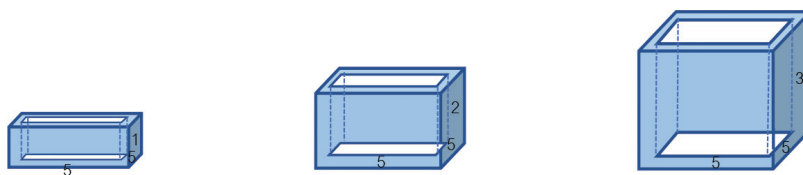
จัดทำแบบสำหรับหล่อชิ้นงานด้วยซิลิโคนใส ชั้นรูปเป็นทรงสี่เหลี่ยมภายในกลวง สำหรับเป็นที่อยู่ของวัสดุ มีความหนา 2 มิลลิเมตรโดยรอบ



**รูปที่ 1 แบบสำหรับหล่อชิ้นงาน**

**Fig 1. Specimen mold with dimensions in millimeters.**

ทำแบบสำหรับหล่อชิ้นงานทั้งหมด 3 ขนาด โดยช่องภายในที่กลวงมีขนาด 5 x 5 x 1 มิลลิเมตร, 5 x 5 x 2 มิลลิเมตรและ 5 x 5 x 3 มิลลิเมตร



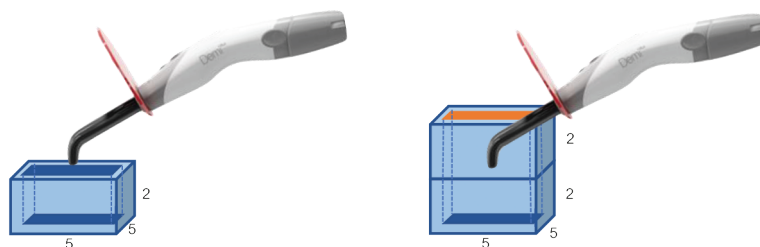
**รูปที่ 2 แบบสำหรับหล่อชิ้นงานทั้ง 3 ขนาดที่ใช้ในการทดลอง**

**Fig 2. Three sizes of specimen molds.**

**การเตรียมชิ้นงาน**

ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีขนาด 5 x 5 x 4 มิลลิเมตร ซึ่งได้มาจากการอุดวัสดุให้เต็มภายในแบบสำหรับหล่อชิ้นงานจำนวน 2-3 ชั้นมาต่อกัน เพื่อลดบัพจ้ยกวนระหว่างระยะห่างจากปลายกระบอกรีดเครื่องฉายแสงถึง

วัสดุ โดยทำการอุดภายในแบบสำหรับหล่อชิ้นงานแรกให้เต็มและฉายแสงก่อน จากนั้นนำแบบสำหรับหล่อชิ้นงานชั้นถัดมาวางทับบนชั้นแรก ให้รูกลวงภายในอยู่ตรงกันและขอบของแบบเสมอกัน จากนั้นอุดวัสดุลงในแบบชั้นที่สองให้เต็ม ดังภาพตัวอย่าง



**รูปที่ 3 ตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานโดยใช้แบบสำหรับหล่อชิ้นงานสองชั้นวางซ้อนกัน**

**Fig 3. Specimen preparation: Stacking two molds together.**

วิธีการอุดจะเริ่มจากการวางแบบสำหรับหล่อชิ้นงานลงบนกระดาษปิดสไลด์ขนาด 22 x 22 มิลลิเมตร ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการทดสอบ โดยขั้นแรกจะใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นอัดเพื่อเป็นโครงสร้างฐาน ตัวแทนของวัสดุคือเอเวอร์เอ็กซ์โพลว ใส่วัสดุจนเต็มแบบสำหรับหล่อชิ้นงาน ทำการฉีควัสดุออกจากหลอดให้เต็มแบบสำหรับหล่อชิ้นงานในครั้งเดียว เพื่อลดการเกิดช่องว่างระหว่างชั้นกรณีฉีดยาหลายครั้ง แล้วใช้เครื่องมือบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิต (Composite filling instrument; CVIPC, Hu-Friedy, CA, USA) ปาดวัสดุส่วนเกินออก ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที โดยใช้เครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (LED Curing light Demi Plus, Kerr, CA, USA) มีความเข้มของแสง 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ปลายกระบอของเครื่องฉายแสงจะวางตั้งฉากกับชิ้นงานและวางให้ครอบคลุมชิ้นงานทั้งหมด (ปลายกระบอของเครื่องฉายแสงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร สามารถครอบคลุมชิ้นงานที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 5 x 5 มิลลิเมตรได้ทั้งหมด) วางปลายกระบอของเครื่องฉายแสงให้ชิดกับชิ้นงานมากที่สุดแต่ไม่ให้สัมผัสกับวัสดุ เมื่อฉายแสงเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำแบบสำหรับหล่อชิ้นงานขึ้นที่ 2 วางบนชั้นแรก โดยให้ขอบของแบบทุกด้านเสมอกันและช่องว่างตรงกลางตรงกัน จากนั้นใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับ ตัวแทนของวัสดุคือจีเนียลโพลีทีเรียรี่ ทำการอุดจนเต็มโดยนำวัสดุใส่เข้าไปในแบบหล่อชิ้นงานเพียงครั้งเดียวด้วยเครื่องมือบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิต แล้วใช้กระดาษปิดสไลด์กดให้แน่นเพื่อลดการเกิดช่องว่างระหว่างชั้น จากนั้นฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที โดยให้ปลายกระบอของเครื่องฉายแสงวางตั้งฉากกับชิ้นงานและวางให้ครอบคลุมชิ้นงานทั้งหมด วางปลายกระบอของเครื่องฉายแสงให้ชิดกับกระดาษปิดสไลด์แล้วจึงทำการฉายแสง โดยวิธีดังกล่าวข้างต้นใช้สำหรับกลุ่มที่มีวัสดุปิดทับความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ส่วนกลุ่มที่มีวัสดุปิดทับหนา 3 มิลลิเมตร และกลุ่มควบคุมที่มีเฉพาะเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมทั้งชิ้นหนา 4 มิลลิเมตร ทำการอุดแต่ละชั้นให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร (เนื่องจากจีเนียล โพลีทีเรียรี่ มีค่า

ความลึกในการบ่มตัว 2 มิลลิเมตร) ทำการอุดชั้นแรกตามวิธีการข้างต้น คือใส่วัสดุลงในแบบหล่อชิ้นงานเพียงครั้งเดียวจนเต็ม ใช้เครื่องมือบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตกดและปาดวัสดุส่วนเกินออก จากนั้นฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที หลังจากฉายแสงให้วางแบบสำหรับหล่อชิ้นงานขึ้นถัดมาที่มีขนาดตรงตามความหนาที่ต้องการ ตรวจสอบขอบและช่องว่างตรงกลางของแบบว่าวางเสมอกันทุกด้าน จากนั้นทำการอุดชิ้นงานจนเต็ม ใช้กระดาษปิดสไลด์กดให้แน่น วางปลายกระบอของเครื่องฉายแสงให้ชิดกับกระดาษปิดสไลด์แล้วฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที โดยมีการวัดความเที่ยงตรงของเครื่องฉายแสงด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (LED Radiometer; DEMITRON, Kerr, Orange, CA, USA) ก่อนการเตรียมชิ้นงานแต่ละครั้ง และวัดซ้ำทุกครั้ง ชั่วโมงในระหว่างการเตรียมชิ้นงาน โดยเครื่องฉายแสงต้องมีความเข้มแสงที่วัดได้ 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หลังจากนั้นขีดส่วนเกินของชิ้นงานให้เรียบเสมอไปกับขอบของแบบสำหรับหล่อชิ้นงานด้วยเครื่องขีดผิววัสดุ (Nano 2000, Pace technologies, AZ, USA) ด้วยกระดาษทรายความละเอียด 1,200 กริต ทำการขัดเปียก (wet ground) ทำการกดเบา ๆ เป็นเวลา 5 วินาที แกะชิ้นงานออกจากแบบสำหรับหล่อชิ้นงาน ตรวจสอบให้แน่ใจว่าชิ้นงานสามารถวางตั้งได้อย่างมั่นคงในระหว่างการทดสอบ แล้วนำมาวัดความหนาของชิ้นงานที่ได้ด้วยเครื่องวัดขนาดแบบดิจิตอล (Digital vernier caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Japan) ให้มีขนาด 5 x 5 x 4 มิลลิเมตร (อัตราความคลาดเคลื่อน  $\pm 0.1$  มิลลิเมตร) เมื่อได้ขนาดที่ต้องการแล้ว นำชิ้นงานที่ได้ไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereomicroscope, SZ61, OLYMPUS, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อดูว่าพื้นผิวของชิ้นงานมีลักษณะสมบูรณ์ ไม่มีรูพรุนขนาดใหญ่ รอยร้าว และการแตกหัก จากนั้นเก็บชิ้นงานในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator, CONTHERM 160M, CONTHERM scientific Ltd., WLG, New Zealand) ที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์อย่างน้อย 24 ชั่วโมง ชิ้นงานทั้งหมดจะถูกเตรียมให้

เสร็จภายในวันเดียวกัน แล้วเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิพร้อมกัน จากนั้นวันถัดมานำชิ้นงานทั้งหมดออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิพร้อมกัน ซับให้แห้ง แล้วนำไปทดสอบความสามารถในการรับแรงของชิ้นงาน

**การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง**

ทำการแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 4 กลุ่ม ตามความหนาที่แตกต่างกันของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (จีเนียล โพลทีเรียร์) โดยมีความหนา 1, 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น (เอเวอร์เอ็กซ์ โพลว) โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนชิ้นงานกลุ่มละ 10 ชิ้น ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างการทดลอง**

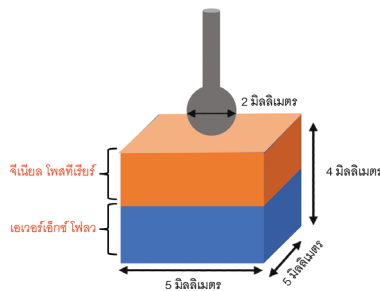
**Table 2. Testing groups.**

กลุ่ม	ความหนาของ จีเนียล โพลทีเรียร์ (มิลลิเมตร)	ความหนาของ เอเวอร์เอ็กซ์ โพลว (มิลลิเมตร)	ภาพชิ้นงาน	จำนวน (n)
G1EX3	1	3		10
G2EX2	2	2		10
G3EX1	3	1		10
G4EX0 กลุ่มควบคุม (Control)	4	0		10

**การวัดความสามารถในการรับแรง**

นำชิ้นงานกลุ่มที่ 1 ถึง 4 ออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิและซับด้วยกระดาษซับให้แห้ง ทดสอบความสามารถในการรับแรงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (Universal Testing Machine Instron 8872, INSTRON, MA, USA) นำชิ้นงานวางบนแท่นยึด แล้วกดด้วยหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมทรงกลม (stainless steel ball) เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ความเร็ว 1 มิลลิเมตร

ต่อมาที่ ในแนวตั้งตั้งฉากกับพื้นผิวของชิ้นงาน กดตรงบริเวณกึ่งกลางของชิ้นงานจนกระทั่งชิ้นงานเกิดการแตกหัก โดยดัดแปลงจากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Garoushi และคณะ ที่ทำการทดลองเพื่อหาความสามารถในการรับแรงของวัสดุคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นปิดทับด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (14,16) จากนั้นบันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหัก (N) และบันทึกรูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้น



**รูปที่ 4 การทดสอบความสามารถในการรับแรงของวัสดุ**

**Fig 4. Demonstrated load-bearing capacity test of the material.**



### รูปแบบการแตกหัก

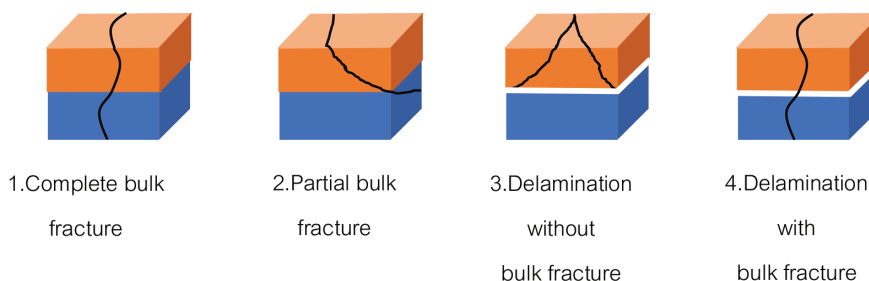
ตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า (visual examination) ร่วมกับการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ที่กำลังขยาย 40 เท่า จากการศึกษาส่วนใหญ่ได้จำแนกรูปแบบการแตกหักออกเป็น 4 ชนิด (12,13,15,17,21) ดังนี้

1. การแตกแบบทั้งก้อน (complete bulk fracture) เป็นการแตกของวัสดุทั้งก้อนตั้งแต่ส่วนของชั้นที่ใช้ปิดทับลงมาจนถึงวัสดุส่วนโครงสร้างฐานทั้งชั้น

2. การแตกแบบบางส่วน (partial bulk fracture) เป็นการแตกของวัสดุในชั้นของวัสดุปิดทับลามลงมาจนถึงชั้นโครงสร้างฐานบางส่วน

3. การแตกแบบแยกชั้น (delamination without bulk fracture) เป็นการแตกเฉพาะส่วนของชั้นวัสดุปิดทับโดยแยกชั้นออกมาจากชั้นโครงสร้างฐาน

4. การแตกแบบแยกชั้นร่วมกับการแตกแบบทั้งก้อน (delamination with bulk fracture) เป็นการแตกในส่วนของชั้นวัสดุปิดทับโดยแยกชั้นออกมาจากโครงสร้างฐานและรอยแตกลามเข้ามาถึงชั้นของโครงสร้างฐานด้วย โดยในชั้นโครงสร้างฐานจะแตกทั้งชั้นหรือแตกเพียงบางส่วนก็ได้



รูปที่ 5 รูปแบบการแตกหักชนิดต่างๆ  
Fig 5. Different types of fracture.

โดยรูปแบบของการแตกหักจะสามารถบ่งบอกได้ว่าวัสดุนั้นเกิดความล้มเหลวจากสาเหตุใด เช่น หากเกิดจากความแข็งแรงที่ไม่เพียงพอ วัสดุจะเกิดการแตกแบบทั้งก้อน หากวัสดุชั้นล่างมีความสามารถในการต้านทานรอยร้าวได้ดี วัสดุชั้นบนจะเกิดการแตกกระเพาะออกบางส่วน นอกจากนั้นการแตกของวัสดุยังสามารถบอกความสามารถในการซ่อมแซมของวัสดุว่าสามารถทำได้หรือไม่ เช่น การแตกแบบบางส่วนหรือการแตกแบบแยกชั้น ย่อมมีโอกาสในการซ่อมแซมได้มากกว่าการแตกแบบทั้งก้อน

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความสามารถในการรับแรง โดยนำค่าที่ได้ของชิ้นงานแต่ละชิ้น มาหาค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละกลุ่มการศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลค่าเฉลี่ยของความสามารถในการรับแรงด้วยการทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงปกติจึงใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการรับแรง แล้วทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบหลังการวิเคราะห์ของทูคี (Tukey's Post-hoc test) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทุกสถิติคำนวณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### ผลการทดลอง (Results)

ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการรับแรงของชิ้นงานในแต่ละกลุ่มแสดงในตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาความหนาของวัสดุปิดทับที่แตกต่างกัน พบความแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ของค่าเฉลี่ยความสามารถในการรับแรงในทุกกลุ่ม ยกเว้นกลุ่มที่วัสดุปิดทับมีความหนา 3 มิลลิเมตร และ 4 มิลลิเมตรที่มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มที่มีวัสดุปิดทับหนา 1 มิลลิเมตร

มีค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1,784.20 นิวตัน ในขณะที่กลุ่มวัสดุปิดทับความหนา 4 มิลลิเมตร มีค่าความสามารถในการรับแรงต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ย 1,278.60 นิวตัน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการรับแรงของชิ้นงานที่มีความหนาของวัสดุปิดทับที่แตกต่างกัน

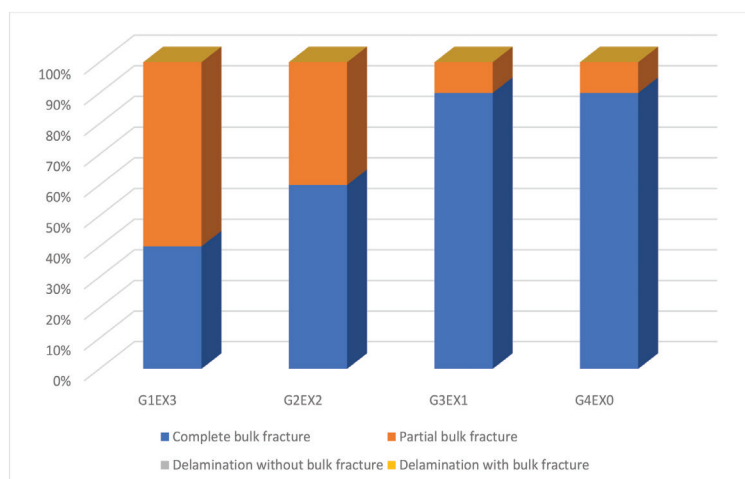
Tabel 3. Mean load-bearing capacity (n) of the specimens in different capping material thicknesses.

Mean (SD) of load-bearing capacity			
Capping material thickness			
1 mm (G1EX3)	2 mm (G2EX2)	3 mm (G3EX1)	4 mm (G4EX0)
1784.20 (95.65)A	1549.26 (201.15)B	1305.89 (180.12)C	1278.60 (177.95)C

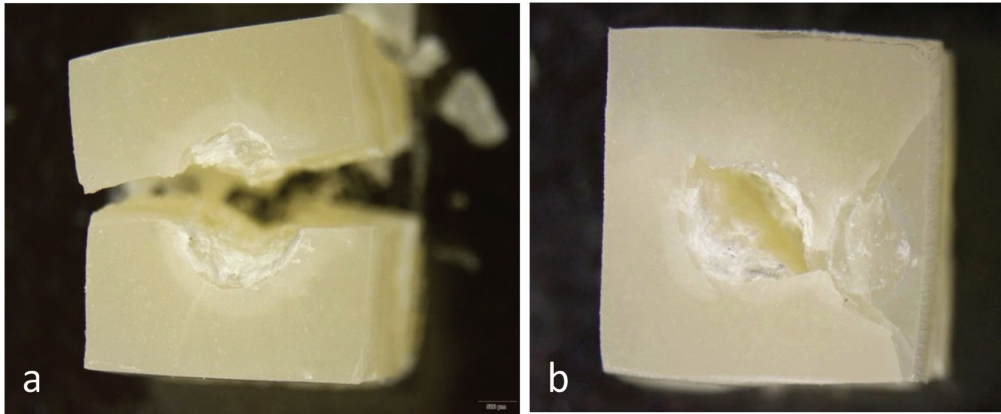
The same superscript letters represent non-statistically significant differenced ( $p > 0.05$ ) among the groups

ส่วนค่าของร้อยละการแตกหักในรูปแบบต่าง ๆ นั้น พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการแตกหักเกิดขึ้นเพียง 2 รูปแบบ คือ การแตกแบบทั้งก้อนและการแตกแบบบางส่วน โดยกลุ่มที่วัสดุปิดทับมีความหนา 1 มิลลิเมตร มีการแตกแบบทั้งก้อนคิดเป็นร้อยละ 40 และแตกแบบบางส่วนร้อยละ 60 ส่วนกลุ่มที่วัสดุปิดทับมีความหนา

2 มิลลิเมตร มีการแตกแบบทั้งก้อนร้อยละ 60 และแตกแบบบางส่วนร้อยละ 40 ส่วนกลุ่มที่วัสดุปิดทับหนา 3 และ 4 มิลลิเมตร มีรูปแบบการแตกเหมือนกัน คือ แตกแบบทั้งก้อนร้อยละ 90 และแตกแบบบางส่วนร้อยละ 10 ดังแสดงในรูปภาพที่ 7



รูปที่ 6 ร้อยละของการแตกหักในรูปแบบต่างๆ ของชิ้นงานในแต่ละกลุ่ม  
Fig 6. The percentage of various fracture patterns of the specimens.



รูปที่ 7 ภาพแสดงรูปแบบการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า (a.) แตกแบบทั้งก้อนของชิ้นงานในกลุ่มควบคุม (b.) แตกแบบบางส่วนของชิ้นงานในกลุ่ม G1EX3

Fig 7. Stereomicroscope images (40X) of fracture patterns, (a.) Complete bulk fracture of control group, (b.) Partial bulk fracture of G1EX3 group.

### บทวิจารณ์ (Discussion)

การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นที่มีต่อความสามารถในการรับแรงของวัสดุ โดยผลการศึกษาพบว่าวัสดุปิดทับที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ที่ปิดทับอยู่บนวัสดุคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น มีค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุปิดทับความหนาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่ายิ่งวัสดุปิดทับมีความหนาน้อยลงและคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีความหนามากขึ้น จะทำให้มีค่าความสามารถในการรับแรงมากขึ้นตามไปด้วย (12-14,22) จึงสามารถสรุปได้ว่าความหนาของวัสดุปิดทับนั้นส่งผลต่อความสามารถในการรับแรงของชิ้นงาน ทำให้ปฏิเสธสมมติฐานของการศึกษานี้ ส่วนรูปแบบในการแตกหัก พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการแตกที่เกิดขึ้นเพียง 2 รูปแบบ คือ การแตกแบบทั้งก้อนและการแตกแบบบางส่วน อัตราส่วนแสดงดังรูปภาพที่ 7

แม้ปัจจุบันวัสดุเรซินคอมโพสิตมีการพัฒนาไปอย่างมากทั้งในด้านคุณสมบัติเชิงกลและความสวยงาม แต่อย่างไรก็ตามเรซินคอมโพสิตยังมีข้อด้อยอยู่ คือ

วัสดุค่อนข้างมีความเปราะเมื่อเทียบกับเนื้อฟันมนุษย์ (3,23) เมื่อเรซินคอมโพสิตได้รับแรงหรือความเครียดจนทำให้วัสดุเกิดรอยร้าว ด้วยความเปราะของวัสดุจะทำให้เกิดการแผ่ขยายของรอยร้าว ส่งผลให้วัสดุเกิดการแตกทั้งก้อนและเกิดความล้มเหลวได้ (24-27) จึงมีการพยายามคิดค้นจนเกิดเป็นคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นขึ้นมา เพื่อทดแทนข้อด้อยของเรซินคอมโพสิตดังกล่าว โดยวัสดุมีคุณสมบัติ แข็งแรงต่อการโค้งงอ ทนทานต่อการแตกหัก และมีความต้านทานต่อการแตกหักที่มากกว่าเรซินคอมโพสิตทั่วไป เนื่องจากคุณสมบัติของเส้นใย ที่เมื่อมีค่าความยาวที่มากกว่าหรือเท่ากับความยาวเส้นใยวิกฤติ (critical fiber length) ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 50 เท่าของระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter) ของเส้นใย (28-30) จะสามารถช่วยกระจายความเครียด ช่วยเสริมความแข็งแรง หยุดการเกิดและการดำเนินไปของรอยร้าวได้ (stop crack propagation) โดยกลไกการหยุดรอยร้าวของเส้นใยนั้นเกิดจากการเรียงตัวของเส้นใยที่วางตัวขวางแนวของรอยร้าวทำให้รอยร้าวนั้นไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ นอกจากนั้นเส้นใยยังทำหน้าที่ลดความเครียดที่เกิดขึ้นบริเวณปลายรอยร้าว (crack tip) ทำให้รอยร้าวไม่เกิดการแผ่ขยาย (3,15, 24,31,32) ดังการศึกษาของ Lassila

และคณะ ในปี ค.ศ. 2020 ที่ทำการเปรียบเทียบความทนทานต่อการแตกหัก ความแข็งแรงต่อการโค้งงอและความสามารถในการรับแรงของคอมโพสิตทั้งหมด 8 ผลิตภัณฑ์ โดยมีคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น (เอเวอร์เอ็กซ์ โพลว) อยู่ในการทดลองด้วยซึ่งเส้นใยในผลิตภัณฑ์ที่ใช้มีค่าอยู่ในช่วงของความยาวเส้นใยวิกฤต ผลการทดลองพบว่าคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีความสามารถในการรับแรงได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ และมีคุณสมบัติเชิงกลดีกว่าผลิตภัณฑ์อื่น เนื่องมาจากการมีเส้นใยชนิดสั้นช่วยในการเสริมแรงและหยุดรอยร้าว ส่วนเรซินคอมโพสิตโดยทั่วไปที่ไม่มีเส้นใย จะเกิดการแตกแบบทั้งก้อนเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากไม่มีเส้นใยที่ช่วยในการหยุดยั้งรอยร้าว (15)

ผลการทดลองของการศึกษานี้พบว่า กลุ่มที่วัสดุปิดทับหนา 1 มิลลิเมตร ให้ค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่วัสดุปิดทับหนา 2 มิลลิเมตร ในส่วนของกลุ่มที่มีวัสดุปิดทับหนา 3 มิลลิเมตร และกลุ่มที่เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมทั้งชิ้นงานหรือ 4 มิลลิเมตร มีความสามารถในการรับแรงไม่แตกต่างกัน อาจเป็นผลเนื่องมาจากคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีความหนาที่น้อยเกินไป (น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) จึงส่งผลให้วัสดุไม่มีความสามารถในการต้านทานการแตกหัก ทำให้มีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตทั่วไป ซึ่งสอดคล้องไปกับการศึกษาของ Garoushi และคณะ ในปี ค.ศ.2006 ที่พบว่าคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นที่ใช้เป็นโครงสร้างฐาน ควรมีความหนามากกว่าวัสดุที่ใช้ปิดทับจึงจะสามารถช่วยเสริมแรงและต้านทานการแตกหักได้ (14) และตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ให้ใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นเป็นโครงสร้างฐาน โดยกำหนดให้โพรงพื้นมีความลึกอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร และต้องเหลือพื้นที่เพื่อปิดทับด้วยคอมโพสิตที่มีอนุภาคเป็นวัสดุอัดแทรกหรือคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมทั่วไป โดยให้มีความหนาอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร บนด้านบดเคี้ยว และ 0.5 มิลลิเมตร บริเวณด้านประชิด ส่วนที่เหลือให้เป็นพื้นที่ของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นซึ่งควรมีค่ามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อหวังผลในการ

ช่วยเสริมแรงและต้านการแตกหัก (8,9) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะทางระหว่างจุดเกิดความเครียด (stress initiation) ถึงคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นก็มีความสำคัญ เพราะเชื่อว่าเรซินคอมโพสิตโดยทั่วไปที่ไม่มีเส้นใยนั้นจะทำให้เกิดการขยายแตกขยาย (crack expanding) จากจุดกำเนิดความเครียดแผ่ไปยังบริเวณรอบ ๆ (33) ดังจะเห็นได้จากหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ทำการทดลองแล้วพบว่าความหนาของวัสดุปิดทับควรมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร หรือควรมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยแตกขยายที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เหลือจะได้เป็นส่วนของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นซึ่งช่วยให้เกิดการเสริมแรงและต้านการแตกหักได้ดี (12,14,16) ดังที่ได้กล่าวมา จึงเป็นเหตุผลของการมีค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุดในกลุ่มที่มีความหนาของคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมน้อยที่สุดในการทดลองนี้

เมื่อพิจารณารูปแบบในการแตกหักของวัสดุแล้ว พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการแตกที่เกิดขึ้นเพียง 2 รูปแบบ คือ การแตกแบบทั้งก้อนและการแตกแบบบางส่วน โดยไม่พบการแตกแบบแยกชั้นในชิ้นงานใดเลย การแตกหักของวัสดุแสดงให้เห็นว่าคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นและเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมที่เป็นวัสดุปิดทับสามารถยึดติดกันได้ค่อนข้างดี ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการยึดระหว่างกันของเรซินคอมโพสิต เช่น ความขรุขระพื้นผิว พลังงานอิสระบนพื้นผิว (surface free energy) ปฏิกริยาของวัสดุ (material reactivity) ความหนืดและความหนาของชั้นออกซิเจนอินฮิบิท (oxygen inhibited layer) เป็นต้น (34) ซึ่งในการศึกษานี้สามารถอธิบายได้จากสองสาเหตุหลักดังนี้ ประการแรก คือพบว่ามีการศึกษาที่สนับสนุนว่าคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นผลิตภัณฑ์เอเวอร์เอ็กซ์ โพลสทีเรียร์ (everX Posterior, GC corporation, Tokyo, Japan) มีค่าความหนาของชั้นออกซิเจนอินฮิบิท ที่หนากว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นในการทดลอง (35) ซึ่งชั้นออกซิเจนอินฮิบิทเป็นชั้นที่ถูกออกซิเจนขัดขวางปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ ทำให้ยังหลงเหลือคาร์บอนพันธะคู่อยู่ในชั้นนี้เป็นจำนวนมากซึ่งคาร์บอนพันธะคู่นี้จะทำปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์

กับมอโนเมอร์ในคอมโพสิตชั้นต่อไปหลังจากการฉายแสง (36) การเชื่อมกันของเรซินคอมโพสิตในลักษณะนี้พบได้ในการอุดเป็นชั้นๆ และการมีชั้นออกซิเจนอินิทิทที่ผิวเรซินคอมโพสิตบนชั้นที่อุดไว้ก่อนหน้าจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงยึดเหนี่ยว (shear bond strength) ระหว่างเรซินคอมโพสิตที่อุดเชื่อมกันแต่ละชั้น ดังนั้นคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นจึงมีความสามารถในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตชนิดเดียวกันและชนิดอื่นได้ดี เนื่องจากการมีชั้นออกซิเจนอินิทิทที่หนา (35) ส่วนสาเหตุถัดมาที่ไม่ทำให้เกิดการแตกแบบแยกชั้นนั้น เนื่องมาจากเกิดการยื่น (protrude) ของเส้นใยที่บริเวณพื้นผิวรอยต่อของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น ถือเป็นความช่วยเหลือเสริมการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ (micromechanical interlocking) อีกทางหนึ่ง โดยมีการศึกษาที่พบว่าค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น (เอเวอร์เอ็กซ์ โฟลว) กับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมมีค่าไม่แตกต่างจากการบูรณะเป็นชั้นด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมทั่วไป ส่วนการยึดระหว่างคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นด้วยกันมีค่าสูงที่สุดในการทดลอง เนื่องจากการยื่นของเส้นใยออกมาจากทั้งสองพื้นผิว ทำให้ยังเกิดการยึดเกาะกันได้ดีขึ้น (37)

ในการศึกษานี้พบว่ารูปแบบของการแตกหักในกลุ่มที่มีวัสดุปิดทับหนา 1 มิลลิเมตร มีอัตราส่วนการแตกแบบทั้งก่อนเพียงร้อยละ 10 ในขณะที่กลุ่มวัสดุปิดทับหนา 3 และ 4 มิลลิเมตร มีการแตกแบบทั้งก่อนมากถึงร้อยละ 90 ซึ่งการแตกแบบบางส่วนนั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานน้อยกว่าการแตกแบบทั้งก่อน หากนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกอาจสรุปได้ว่าการแตกแบบบางส่วนหากเกิดขึ้นบนโครงสร้างฟันน่าจะมีความเป็นไปได้ในการซ่อมแซม (reparable) มากกว่าการแตกแบบทั้งก่อน จึงเป็นการล้มเหลวที่พึงประสงค์ในทางคลินิกมากกว่า ซึ่งการศึกษานี้ได้สอดคล้องไปกับผลการศึกษาก่อนหน้าหลายการศึกษาที่พบว่าคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นสามารถลดการแตกหักแบบไม่สามารถซ่อมแซมได้ (catastrophic failure) หรือการแตกแบบทั้งก่อนได้มากกว่าการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมทั่วไป (12-15,30,33)

ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วรูปแบบการแตกหักมักจะสัมพันธ์กับค่าความสามารถในการรับแรง โดยในกลุ่มที่วัสดุมีค่าความสามารถในการรับแรงสูง การแตกหักจะมีแนวโน้มที่ซ่อมแซมได้มากกว่ากลุ่มที่มีค่าความสามารถในการรับแรงต่ำ สามารถอธิบายได้จากคุณสมบัติของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นที่ช่วยเสริมแรงกระจายความเครียดและต้านทานการเกิดรอยร้าวได้ดังที่กล่าวไปข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Omran และคณะในปี 2019 ที่แม้จะพบว่ากลุ่มที่มีวัสดุปิดทับบางที่สุด คือ 1 มิลลิเมตร ให้ค่าความสามารถในการรับแรงสูงที่สุด แต่กลับพบว่ามีการแตกของวัสดุส่วนใหญ่เป็นการแตกแบบทั้งก่อนมากถึงร้อยละ 70 ในขณะที่กลุ่มวัสดุปิดทับหนา 2 มิลลิเมตร มีการแตกส่วนใหญ่เป็นการแตกแบบบางส่วนที่สามารถซ่อมแซมได้และเกิดการแตกแบบทั้งก่อนเพียงร้อยละ 30 (13) สอดคล้องกับผลการศึกษทางคลินิกของ Tekce และคณะ ในปี ค.ศ. 2020 ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้งานของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นผลิตภัณฑ์เอเวอร์เอ็กซ์ โพลทีเรียร์ ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมผลิตภัณฑ์จีเนียล โพลทีเรียร์ เปรียบเทียบกับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมเพียงอย่างเดียว ทำทดลองในฟันกรามแท้ที่ผ่านการรักษารากฟันมาแล้ว จำนวน 48 ซี่ พบว่าในระยะเวลา 3 ปี ความล้มเหลวของวัสดุในกลุ่มที่ใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นนั้นเกิดขึ้นมากกว่า โดยอัตราการรอด (survival rate) ของกลุ่มที่ใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีค่าร้อยละ 78.6 ส่วนกลุ่มที่ใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมมีค่าร้อยละ 91.5 โดยความล้มเหลวส่วนใหญ่ของกลุ่มที่ใช้คอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมาจากการแตกของวัสดุ ซึ่งคาดว่ามาจากความหนาของวัสดุที่ใช้ปิดทับในการทดลองนี้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ทำให้ความหนาของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นลดลง จึงทำให้ความสามารถในการต้านทานการแตกหักโดยรวมลดลงด้วย (32) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาทางคลินิกของ Tanner และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 ที่ทำในฟันหลังแท้จำนวน 36 ซี่ และติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลา 2.5 ปี พบว่าอัตราการรอดของการใช้คอมโพสิตเสริมแรง



ด้วยเส้นใยชนิดสั้นปิดทับด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมมีค่าสูงถึงร้อยละ 97.2 ซึ่งคาดว่ามาจากคุณสมบัติของวัสดุที่คล้ายคลึงกับเนื้อฟันและสามารถต้านการเกิดรอยร้าวจากแรงที่มากระทำได้ แต่จากการศึกษาก็ยังพบความล้มเหลวของการบูรณะบางประการคือ เกิดฟันผุใต้วัสดุอุดจำนวน 1 ซี่ เกิดการบิ่นแตกบนผิวด้านนอกของชั้นงาน (superficial chipping) จำนวน 3 ซี่ ซึ่งเป็นส่วนของวัสดุที่ใช้ปิดทับด้านบน แต่เป็นการแตกที่สามารถซ่อมแซมและขัดแต่งได้ และเกิดการเปลี่ยนสีที่ขอบของวัสดุจำนวน 7 ซี่ โดยสามารถทำการแก้ไขโดยการขัดแต่งได้เช่นกัน (38)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ความล้มเหลวของวัสดุเรซินคอมโพสิตส่วนใหญ่คือการแตกของวัสดุทั้งก่อน บังคับเรื่องความแข็งแรงของวัสดุจึงเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงก่อนเลือกใช้วัสดุ เพราะหากวัสดุมีความแข็งแรงมาก ย่อมแสดงว่าวัสดุนั้นสามารถทนทานต่อแรงบดเคี้ยวได้มาก โอกาสเกิดความล้มเหลวเนื่องจากวัสดุแตกจะเกิดขึ้นน้อยลง (39) ซึ่งการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุทางทันตกรรมนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่เหมาะสมในการศึกษานี้คือวิธีการทดสอบความสามารถในการรับแรงของวัสดุ (load-bearing capacity) โดยความสามารถในการรับแรงของวัสดุเป็นความสามารถของวัสดุที่สามารถทนต่อความเครียดในขณะที่มีแรงกดคงที่ (static load) มากกระทำจนกระทั่งวัสดุเกิดการแตกหัก (24) การทดสอบนี้เหมาะสำหรับวัสดุที่เป็นของแข็งและมีความเปราะเช่นเดียวกับคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิต มีข้อดีคือสามารถทำและแปลผลได้ง่าย ใช้ในการดูแนวโน้มของความสามารถในการรับแรงของวัสดุได้ ยิ่งไปกว่านั้นการทดสอบความสามารถในการรับแรงยังไม่มียกเว้นเกี่ยวกับรูปทรงของชั้นงาน ทำให้การออกแบบขนาดและรูปร่างชั้นงานสามารถทำให้เหมาะสมกับวัสดุที่เลือกใช้ได้ (39-41) โดยชั้นงานที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นวัสดุ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน บูรณะซ้อนกันเป็นชั้นทรงสี่เหลี่ยม โดยหากเลือกการทดสอบอื่น ลักษณะของชั้นงานดังกล่าวจะไม่ตรงไปตามเกณฑ์มาตรฐานของการทดสอบนั้น ๆ จึงต้องใช้การทดสอบความสามารถในการรับแรงเนื่องจากเหมาะสมในการออกแบบชั้นงานมากที่สุด นอกจากนั้น

การศึกษาก่อนหน้าที่ทำในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ มักเลือกใช้การทดสอบนี้ทดสอบความแข็งแรงของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นด้วยเช่นกัน (12-16,30,33,42,43)

มีผลการศึกษาทางคลินิกที่รายงานเกี่ยวกับความสำเร็จในการบูรณะฟันด้วยคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น ว่ามีความสำเร็จในทางคลินิกค่อนข้างสูงในการศึกษาระยะสั้น (38) แต่ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานวัสดุชนิดนี้ในระยะยาว แต่หากมองในภาพรวมแล้ว วัสดุชนิดนี้อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถรับการบูรณะโดยอ้อมได้แล้ว (indirect restoration) และเหมาะกับการบูรณะในโพรงฟันขนาดใหญ่ โดยมีข้อดีคือสามารถอนุรักษ์เนื้อฟันไว้ได้ ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับเนื้อฟันที่เหลืออยู่และใช้เวลาในการรักษาที่น้อยกว่าการบูรณะโดยอ้อม การศึกษานี้จึงมีประโยชน์ในแง่ของการทำให้ได้ทราบถึงวิธีการใช้งานของวัสดุชนิดนี้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิก ซึ่งการศึกษานี้พบว่าความสามารถในการรับแรงจะมีค่ามากขึ้นเมื่อ เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมที่ใช้ปิดทับมีความหนาที่น้อยที่สุด ร่วมกับการมีความหนาที่มากขึ้นของคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาทางคลินิกในระยะยาวที่แสดงให้เห็นว่าผลของการใช้วัสดุปิดทับที่บางมาก ๆ นั้นเพียงพอต่อการต้านการสึกหรือแตกบิ่นในอนาคต หรือไม่ นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดหลายประการที่อาจส่งผลต่อการทดลองได้ เช่น ผู้วิจัยเลือกทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้ง่าย แต่ก็มีข้อด้อยคืออาจไม่สามารถจำลองสถานการณ์ทางคลินิกต่าง ๆ ได้ทั้งหมด รวมถึงการทดสอบความสามารถในการรับแรงที่เลือกใช้นั้นสามารถใช้แทนทิศทางของแรงได้เพียงทิศทางเดียว ซึ่งแตกต่างจากแรงในการบดเคี้ยวจริงในช่องปากที่มีแรงจากหลายทิศทางมากระทำกับตัวฟัน (44) ในอนาคตหากมีการทดลองเพิ่มเติมกับ คอมโพสิตชนิดอื่นที่นำมาใช้ปิดทับให้มีความหลากหลายมากขึ้นรวมถึงมีการเพิ่มการจำลองทางคลินิกอาจจะให้ผลที่แตกต่างออกไปจากการทดลองนี้ได้



### บทสรุป (Conclusion)

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมที่ใช้ปิดทับบนคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นหนา 1 มิลลิเมตร มีความสามารถในการรับแรงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแตกหัก พบว่ากลุ่มที่วัสดุปิดทับหนา 1 มิลลิเมตร มีการแตกแบบทั้งก่อนน้อยที่สุด นอกจากนั้นยังไม่พบการแตกแบบแยกชั้นระหว่างเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิด จึงสามารถสรุปได้ว่าเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิดสามารถเชื่อมติดกันได้ดี และมีความสามารถในการรับแรงสูงขึ้นเมื่อคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยชนิดสั้นมีความหนามากขึ้น

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. Aust Dent J. 2011;56 (Suppl 1):59-66.
2. Kumar A, tekriwal S, Rajkumar B, Gupta V, Rastogi R. A Review on Fibre Reinforced Composite Resins. Ann Prosthodont Restor Dent. 2016;2(1):11-6.
3. Garoushi S, Gargoum A, Vallittu PK, Lassila L. Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature. J Investig Clin Dent. 2018;9(3):e12330. doi: 10.1111/jicd.12330.
4. Rodolpho PADR, Donassollo TA, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. Dent Mater. 2011;27(10):955-63.
5. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. Clin Oral Investig. 2003;7(2):71-9.
6. Butterworth C, Ellakwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. Dent Update. 2003;30(6):300-6.
7. Garoushi S, Mangoush E, Vallittu M, Lassila L. Short fiber reinforced composite: a new alternative for direct onlay restorations. Open Dent J. 2013;7:181-5.
8. GC corporation, everX Flow Comprehensive Guide Version 1.0 [Internet]. Leuven; 2020 [cited 2020 May 15]. Available from: [https://www.gcamerica.com/products/operator/everx\\_flow/everx\\_flow\\_comprehensive\\_technical\\_guide.pdf](https://www.gcamerica.com/products/operator/everx_flow/everx_flow_comprehensive_technical_guide.pdf)
9. GC corporation, everX Posterior Technical Manual [Internet]. Banksmeadow; 2019 [cited 2020 Feb 3]. Available from: <http://www.gcaustralia.com/Upload/product/pdf/32/GC0819-EverX-Posterior-Brochure-FA4nc.pdf> everX Posterior Technical Manual. GC 2013.
10. Soares LM, Razaghy M, Magne P. Optimization of large MOD restorations: Composite resin inlays vs. short fiber-reinforced direct restorations. Dent Mater. 2018;34(4):587-97.
11. Garoushi SK, Hatem M, Lassila LVJ, Vallittu PK. The effect of short fiber composite base on microleakage and load-bearing capacity of posterior restorations. Acta Biomater Odontol Scand. 2015;1(1):6-12.
12. Lassila L, Sailyoja E, Prinssi R, Vallittu PK, Garoushi S. Bilayered composite restoration: the effect of layer thickness on fracture behavior. Biomater Investig Dent. 2020;7(1):80-5.
13. Omran TA, Garoushi S, Lassila L, Shinya A, Vallittu PK. Bonding interface affects the load-bearing capacity of bilayered composites. Dent Mater J. 2019;38(6):1002-11.
14. Garoushi S, Lassila LV, Tezvergil A, Vallittu PK. Load bearing capacity of fibre-reinforced and particulate filler composite resin combination. J Dent. 2006;34(3):179-84.

15. Lassila L, Sailynoja E, Prinssi R, Vallittu PK, Garoushi S. Fracture behavior of Bi-structure fiber-reinforced composite restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;101:103444. doi: 10.1016/j.jmbbm.2019.103444.
16. Garoushi S, Lassila LV, Tezvergil A, Vallittu PK. Static and fatigue compression test for particulate filler composite resin with fiber-reinforced composite substructure. *Dent Mater.* 2007;23(1):17-23.
17. Bijelic-Donova J, Keulemans F, Vallittu PK, Lassila LVJ. Direct bilayered biomimetic composite restoration: The effect of a cusp-supporting short fiber-reinforced base design on the chewing fracture resistance and failure mode of molars with or without endodontic treatment. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;103:103554. doi: 10.1016/j.jmbbm.2019.103554.
18. Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored With Bulk Fill, Bulk Fill Flowable, Fiber-reinforced, and Conventional Resin Composite. *Oper Dent.* 2016;41(5):E131-40. doi: 10.2341/15-320-L.
19. Barreto BC, Van Ende A, Lise DP, Noritomi PY, Jaecques S, Sloten JV, et al. Short fibre-reinforced composite for extensive direct restorations: a laboratory and computational assessment. *Clin Oral Investig.* 2016;20(5):959-66.
20. GC corporation. G-ænial Anterior& Posterior Technical Manual [Internet]. Banksmeadow; 2019 [cited 2020 Aug 20]. Available from: [https://cdn.gceurope.com/v1/PID/gaenial/manual/MAN\\_G-aenial\\_Anterior-Posterior\\_en.pdf](https://cdn.gceurope.com/v1/PID/gaenial/manual/MAN_G-aenial_Anterior-Posterior_en.pdf).
21. Fonseca RB, de Paula MS, Favarao IN, Kasuya AV, de Almeida LN, Mendes GA, et al. Reinforcement of dental methacrylate with glass fiber after heated silane application. *Biomed Res Int.* 2014;2014:364398. doi: 10.1155/2014/364398.
22. Tiu J, Belli R, Lohbauer U. Thickness influence of veneering composites on fiber-reinforced systems. *Dent Mater.* 2021;37(3):477-85.
23. Khan AS, Azam MT, Khan M, Mian SA, Ur Rehman I. An update on glass fiber dental restorative composites: a systematic review. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2015;47:26-39.
24. Bijelic-Donova J, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Mechanical properties, fracture resistance, and fatigue limits of short fiber reinforced dental composite resin. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):95-102.
25. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Mechanical Properties and Wear of Five Commercial Fibre-Reinforced Filling Materials. *Chin J Dent Res.* 2017;20(3):137-43.
26. Kim KH, Okuno O. Microfracture behaviour of composite resins containing irregular-shaped fillers. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(12):1153-9.
27. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials-A systematic review. *Dent Mater.* 2017;33(3):e101-14. doi: 10.1016/j.dental.2016.11.013.
28. Lassila L, Sailynoja E, Prinssi R, Vallittu P, Garoushi S. Characterization of a new fiber-reinforced flowable composite. *Odontology.* 2019;107(3):342-52.

29. Petersen RC. Discontinuous fiber-reinforced composites above critical length. *J Dent Res.* 2005;84(4):365-70.
30. Lassila L, Oksanen V, Frater M, Vallittu PK, Garoushi S. The influence of resin composite with high fiber aspect ratio on fracture resistance of severely damaged bovine incisors. *Dent Mater J.* 2020;39(3):381-8.
31. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater.* 2004;20(10):947-55.
32. Tekce N, Aydemir S, Demirci M, Tuncer S, Sancak EI, Baydemir C. Clinical Performance of Direct Posterior Composite Restorations with and without Short Glass-fiber-reinforced Composite in Endodontically Treated Teeth: 3-year Results. *J Adhes Dent.* 2020;22(2):127-37.
33. Garoushi S, Sungur S, Boz Y, Ozkan P, Vallittu PK, Uctasli S, et al. Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. *Clin Oral Investig.* 2021;25(7):4543-52.
34. Bijelic-Donova J, Garoushi S, Lassila LV, Vallittu PK. Oxygen inhibition layer of composite resins: effects of layer thickness and surface layer treatment on the interlayer bond strength. *Eur J Oral Sci.* 2015;123(1):53-60.
35. Ahmadizenouz G, Esmaeili B, Taghvaei A, Jamali Z, Jafari T, Amiri Daneshvar F, et al. Effect of different surface treatments on the shear bond strength of nanofilled composite repairs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2016;10(1):9-16.
36. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. *Craig's Restorative dental materials.* 14th ed. St. Louis: Elsevier; 2019.
37. Lassila L, Tuokko J, Suni A, Garoushi S, Vallittu PK. Effect of interfacial surface treatment on bond strength of particulate-filled composite to short fiber-reinforced composite. *Biomater Investig Dent.* 2022;9(1):33-40.
38. Tanner J, Tolvanen M, Garoushi S, Säilynoja E. Clinical evaluation of fiber-reinforced composite restorations in posterior teeth-results of 2.5 year follow-up. *Open Dent J.* 2018;12:476-85.
39. Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, et al. *Academy of Dental Materials guidance-Resin composites: Part I-Mechanical properties.* *Dent Mater.* 2017;33(8):880-94.
40. International Organization for Standardization. ISO 4049:2000. *Dentistry – Polymer-based filling, restorative and luting materials.* Geneva: ISO; 2000.
41. American Society of Testing and Materials. Designation: D695-15: *Standart Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics.* PA: ASTM; 2017.
42. Lassila L, Haapsaari A, Vallittu PK, Garoushi S. Fracture Resistance of Anterior Crowns Reinforced by Short-Fiber Composite. *Polymers (Basel).* 2022;14(9):1809. doi: 10.3390/polym14091809.
43. Rocca GT, Saratti CM, Cattani-Lorento M, Feilzer AJ, Scherrer S, Krejci I. The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated molars restored with CAD/CAM resin composite overlay restorations. *J Dent.* 2015;43(9):1106-15.

44. Kawata T, Yoda N, Kawaguchi T, Kuriyagawa T, Sasaki K. Behaviours of three-dimensional compressive and tensile forces exerted on a tooth during function. J Oral Rehabil. 2007;34(4):259-66.

**ติดต่อบทความ :**

อ.ทพ.บุญทริก นียติวัฒน์ชาญชัย  
ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์  
แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
โทรศัพท์ : 02 218 8795  
อีเมลล์ : boondarick.n@gmail.com

**Corresponding author:**

Dr. Boondarick Niyatiwatchanchai  
Department of Operative Dentistry, Faculty of  
Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri  
Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok  
10330  
Tel: (662) 218 8795  
E-mail: boondarick.n@gmail.com

## อิทธิพลของระยะเวลาทำงานที่หลากหลายต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3 ชนิด

สิวาลัย เลิศคารม\*,\*\*\* อุษชาติ ศรีจันบาล\*\* ปุฉิวรรณ กอวงษ์\*\* ศุภิต บันทนพิบูล\*\*\*  
 รัชสิมา สุกุลนะมรรคา\*\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาทำงานที่แตกต่างกันต่อการดูดซึมน้ำ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** นำวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Fuji II LC™ Capsule (GC Corporation; Tokyo, Japan), Riva Light Cure (SDI; Bayswater, Australia) และ Riva Light Cure HV (SDI; Bayswater, Australia) มาศึกษาผลของระยะเวลาที่ชะลอการฉายแสงต่อการดูดซึมน้ำ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรด โดยทดสอบตามมาตรฐาน ISO 4049:2000 (E) และ ISO 9917-1:2007 (E) วัสดุแต่ละผลิตภัณฑ์ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามระยะเวลาที่รอก่อนการฉายแสง ได้แก่ 1 นาที, 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นระยะเวลาทำงานที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดการดูดซึมน้ำและการละลายตัวในน้ำทดสอบโดยการนำตัวอย่างทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม. หนา 1 มม. ไปทำให้แห้งด้วยสารดูดความชื้น ทำการบันทึกปริมาตรและน้ำหนักก่อนแช่น้ำ จากนั้นจึงแช่น้ำเป็นเวลา 7 วัน แล้วบันทึกค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาตรเป็นค่าการดูดซึมน้ำ นำตัวอย่างทดลองไปทำให้แห้งอีกครั้งด้วยสารดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักที่หายไปเทียบกับน้ำหนักต่อปริมาตรก่อนการแช่น้ำเป็นค่าการละลายตัวในน้ำ ส่วนการถูกกัดกร่อนโดยกรดจะใช้ตัวอย่างทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. หนา 2 มม. ที่ก่อดำอยู่ในแบบหล่ออะคริลิก นำไปแช่ในสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดระดับผิวหน้าของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการแช่กรดเป็นค่าการถูกกัดกร่อนโดยกรด

**ผลการศึกษา:** การเพิ่มระยะเวลาทำงานส่งผลให้การดูดซึมน้ำของ Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV มีค่าลดลง แต่ไม่มีผลต่อการดูดซึมน้ำของ Riva Light Cure การละลายตัวในน้ำและการถูกกัดกร่อนโดยกรดไม่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มระยะเวลาทำงานในทุกผลิตภัณฑ์

**สรุป:** การเพิ่มระยะเวลาทำงานส่งผลให้เกิดการดูดซึมน้ำลดลงใน Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV แต่ไม่ส่งผลต่อการละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ

**คำสำคัญ:** เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ การดูดซึมน้ำ การละลายตัว การถูกกัดกร่อน การฉายแสง ระยะเวลาทำงาน

วันที่รับ: 07 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่แก้ไข: 28 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 23 มิถุนายน 2566

\*888/205 ถ.ศรีนครินทร์ พัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

\*\*ศูนย์วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถ.อังรีดูนังต์ วังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

\*\*\*ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถ.อังรีดูนังต์ วังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

## Influence of Working Time Variations on Physical Properties of Three Resin-modified Glass Ionomer Cements.

Siwalai Lertkarom\*,\*\*\* Anucharte Srijunbarl\*\* Puliwan Gorwong\*\*  
Dusit Nantanapiboon\*\*\* Rangsimma Sakoolnamarka\*\*\*

### Abstract

**Objective:** To evaluate the influence of working time variations on water sorption, water solubility and acid erosion of resin-modified glass ionomer cements.

**Materials and Methods:** Three resin-modified glass ionomer cements, including Fuji II LC™ Capsule (GC Corporation; Tokyo, Japan), Riva Light Cure (SDI; Bayswater, Australia) and Riva Light Cure HV (SDI; Bayswater, Australia), were used to evaluate water sorption, water solubility and acid erosion by following the instructions of ISO 4049:2000 (E) and ISO 9917-1:2007 (E). Each product consisted of four experimental groups subjected to different light activation starting time after mixing. There were 1-minute, 10-minute, 15-minute and control. The control group was the working time recommended by manufacturers. For water sorption and water solubility tests, specimens with diameter of 15 mm and thickness of 1 mm were dried with desiccant. The weight and volume were recorded before water storage. Specimens were stored in water for seven days and weighed again. The increasing weight per volume after water storage was defined as water sorption value. The specimens were then dried with desiccant and weighed again. The reducing weight compared with the weight per volume before water storage was defined as water solubility value. For the acid erosion test, specimens with diameter of 5 mm and thickness of 2 mm in acrylic molds were immersed in 0.1 mol/l lactic acid solution for 24 hours. The eroded surface of specimen compared with the surface of the acrylic mold was recorded as acid erosion value.

**Results:** Increased working time decreased water sorption in Fuji II LC™ Capsule and Riva Light Cure HV but not in Riva Light Cure. However, increased working time had no influence on water solubility and acid erosion of all products.

**Conclusion:** Increased working time decreased water sorption in Fuji II LC™ Capsule Riva Light Cure HV but had no influence on water solubility and acid erosion of resin-modified glass ionomer cements used in this study.

**Keywords:** Resin-modified glass ionomer cement, Water sorption, Water solubility, Acid erosion, Light activation, Working time

Received Date: Feb 7, 2023

Revised Date: May 28, 2023

Accepted Date: Jun 23, 2023

\*888/205 Srinagarindra Rd., Pattanakarn, Suan Luang, Bangkok 10250, Thailand.

\*\* Dental R&D Center Faculty of Dentistry Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok 10330, Thailand.

\*\*\* Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok 10330, Thailand.



## บทนำ (Introduction)

เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่พัฒนาขึ้นจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม โดยเติมส่วนประกอบของเรซินมอนอเมอร์ และสารกระตุ้นปฏิกิริยาการแข็งตัว ทำให้คงคุณลักษณะที่ดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แบบดั้งเดิม ในเรื่องของการปล่อยฟลูออไรด์จากวัสดุ และปรับปรุงคุณสมบัติในหลายด้านให้ดีขึ้น เช่น ความแข็งแรง ระยะเวลาการก่อตัว การไวต่อความชื้น และการละลายตัวในน้ำ (1) ทำให้วัสดุกลุ่มนี้เป็นที่นิยม สามารถใช้บูรณะฟันในบริเวณที่รับแรงได้ดีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมและในบริเวณที่ต้องการความสวยงามด้วย (2)

องค์ประกอบหลักของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประกอบด้วยส่วนผง ได้แก่ ฟิลิกแก้ว ฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกต (fluoro-alumino silicate glass) ที่เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ (ion-leachable glass) และส่วนของเหลว คือกรดพอลิอะคริลิก, มอนอเมอร์, น้ำ และตัวกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน การเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมี 2 ปฏิกิริยาหลัก ได้แก่ ปฏิกิริยากรด-ด่าง และปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของมอนอเมอร์ เมื่อวัสดุได้รับการผสม จะมีปฏิกิริยากรด-ด่างเกิดขึ้น กรดจะแตกตัวเป็นโปรตอนและสายโซ่ที่เป็นประจุลบ โดยโปรตอนจะเข้าไปกัดผงแก้วทำให้เกิดการปลดปล่อยประจุแคลเซียม อลูมิเนียม และฟลูออไรด์ ประจุเหล่านี้จะเคลื่อนที่ออกมาสู่ส่วนเหลวเมื่อแคลเซียมและอลูมิเนียมซึ่งเป็นประจุบวกทำปฏิกิริยากับสายโซ่ของกรดซึ่งเป็นประจุลบ จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นโครมซายเกล็ด (polysalt) ที่ไม่ละลายน้ำ ปฏิกิริยาจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องทำให้วัสดุแข็งตัวมากขึ้น(3) ส่วนปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของเรซินจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยแสง มอนอเมอร์จะเชื่อมต่อกันเป็นโครมซายพอลิเมอร์ที่มีความหนาแน่น และมีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มมากขึ้น หากมีปัจจัยรบกวนทำให้สัดส่วนในการเกิดปฏิกิริยาทั้ง 2 นี้เกิดการเปลี่ยนแปลงจึงอาจส่งผลให้คุณสมบัติบางประการของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย มีการศึกษาก่อนหน้ารายงาน

ถึงระยะเวลาก่อนเริ่มทำการการฉายแสงภายหลังจากการผสมวัสดุนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สัดส่วนการเกิดปฏิกิริยาขณะก่อตัวเปลี่ยนแปลงไป (4) และอาจส่งผลต่อคุณสมบัติของวัสดุได้ เช่น ปริมาณการเกิดพอลิเมอร์ ความแข็งแรงดัด ความแข็งผิว และกำลังยึดของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (5-7)

ในการบูรณะฟัน นอกเหนือจากการมีวัสดุที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีแล้ว การคงอยู่และเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุบูรณะเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่งจะส่งผลให้การบูรณะประสบความสำเร็จได้ในระยะยาว เนื่องจากวัสดุบูรณะต้องเผชิญกับความชื้นจากน้ำลายและการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในช่องปากอยู่ตลอดเวลา การดูดซับน้ำของวัสดุสามารถทำให้วัสดุขยายตัวและก่อให้เกิดความเครียดกับฟันและบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะกับฟันได้ (8) ในขณะที่น้ำและสภาวะที่เป็นกรดนั้นสามารถทำให้เกิดการละลายและกัดกร่อนของวัสดุเช่นกัน สิ่งเหล่านี้อาจนำไปสู่การรั่วซึมตามขอบและเกิดการฟุ่ซ้ำบริเวณวัสดุบูรณะตามมา จึงนำมาสู่การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาที่ชะลอการฉายแสงต่อการดูดซับน้ำ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยมีสมมติฐานว่างคือระยะเวลาทำงานที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติการดูดซับน้ำ การละลายตัวในน้ำ และการกัดกร่อนโดยกรดของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดเดียวกัน

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

### การทดสอบการดูดซับน้ำและการละลายตัวในน้ำ

การทดสอบจะใช้ผลิตภัณฑ์เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Fuji II LC™ Capsule (GC Corporation; Tokyo, Japan), Riva Light Cure (SDI; Bayswater, Australia) และ Riva Light Cure HV (SDI; Bayswater, Australia) โดยประยุกต์จากมาตรฐาน ISO 4049:2000 (E) (9) โดยผสมวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดแคปซูลด้วยเครื่องปั่นอมัลกัม (Ultramat 2 SDI; Bayswater, Australia) เป็นเวลา 10 วินาที ตามคำแนะนำ

ของบริษัทผู้ผลิต และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสม ตัวอย่างทดลองจะถูกเตรียมในกล่องมืดเพื่อควบคุมการรบกวนของแสงจากสภาวะแวดล้อม โดยเตรียมแบบพิมพ์โลหะไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม.หนา 1 มม.รองด้านล่างด้วยแผ่นแก้ว เติมวัสดุลงในแบบพิมพ์จนล้นออกมาเล็กน้อย ปิดทับด้านบนด้วยแผ่นแก้ว เพื่อให้ผิวหน้าเรียบและกำจัดวัสดุส่วนเกินออก ยึดแบบพิมพ์และแผ่นแก้วเข้าด้วยกันด้วยตัวหนีบ ระยะเวลาหลังจากเริ่มผสมวัสดุจนกระทั่งเริ่มทำการฉายแสงจะแตกต่างกันออกไปตามกลุ่มการทดลองและผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแต่ละผลิตภัณฑ์มีระยะเวลาทำงานต่างกัน แบ่งกลุ่มการทดลองในแต่ละผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 นาที, กลุ่มระยะเวลาทำงานตามที่บริษัทกำหนด (3 นาที 15 วินาที สำหรับ Fuji II LC™ Capsule และ 2 นาที 10 วินาที สำหรับ Riva Light Cure และ

Riva Light Cure HV), กลุ่ม 10 นาที และกลุ่ม 15 นาที เมื่อถึงเวลาที่กำหนดจึงทำการฉายแสง (3M™ Elipar™ DeepCure-S, 3M; St. Paul, MN, USA) ที่ความเข้มแสงประมาณ 1,470 mW/cm<sup>2</sup> โดยทำการวางบริเวณปลายของเครื่องฉายแสงแนบกับแผ่นแก้ว ฉายแสงให้ทั่วทั้งด้านของตัวอย่างทดลองได้รับการฉายแสงอย่างน้อย 20 วินาที ทำการพลิกด้านและฉายแสงจนทั่วอีกรอบ จากนั้นจึงนำเข้าสู่ตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่  $37 \pm 1$  °C เป็นเวลา 15 นาที แกะตัวอย่างทดลองออกจากแบบพิมพ์ขัดผิวด้านข้างเพื่อกำจัดวัสดุส่วนเกินออกด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1000 ร่วมกับน้ำจันทน์ด้านข้างเรียบ เป่าลมเพื่อกำจัดเศษวัสดุออก ตรวจสอบให้ได้ตัวอย่างทดลองที่ไม่มีตำหนิซึ่งมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 14.8 มม. (รูปที่ 1) แต่ละกลุ่มทดลองจะประกอบไปด้วยตัวอย่างทดลองจำนวน 5 ชิ้น



รูปที่ 1 ลักษณะตัวอย่างทดลองสำหรับทดสอบการดูดซับน้ำและการละลายตัวในน้ำ

Fig 1. The specimen for the water sorption and water solubility tests.

การทดสอบการดูดซับน้ำและการละลายตัวในน้ำเริ่มจากการเก็บตัวอย่างทดลองในภาชนะปิดที่บรรจุด้วยสารดูดความชื้นโดยเก็บที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง และ  $23 \pm 1$  °C อีก 2 ชั่วโมงเพื่อกำจัดความชื้นออกจากวัสดุ ทำซ้ำจนกระทั่งมวลของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.1 มก. ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง จดบันทึกเป็นมวลแห้งของวัสดุก่อนการแช่น้ำ (m1) โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล (RADWAG AS 220/C/2, RADWAG; Poland) ที่ความละเอียด 0.1 มก.

คำนวณปริมาตรของตัวอย่างทดลองก่อนการแช่น้ำ (V) โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้งในแนวที่ตั้งฉากกัน และค่าเฉลี่ยของความหนาที่บริเวณกึ่งกลางและขอบของตัวอย่างทดลอง หน่วยเป็นลบ.มม.

นำตัวอย่างทดลองไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  °C เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยวางบนตะแกรงให้ตัวอย่างทดลองอยู่ห่างกันอย่างน้อย 3 มม. ปริมาตรน้ำไม่ต่ำกว่า 10 มล. ต่อตัวอย่างทดลอง 1 ชิ้น เมื่อครบ

7 วันจึงนำตัวอย่างทดลองมาล้างน้ำ ชั่งให้แห้งด้วยกระดาษชั่งระอบเนกประสงค์เป็นเวลา 5 วินาที แกว่งในอากาศ 15 วินาที และชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดลองเป็นเวลา 1 นาทีหลังนำขึ้นจากน้ำ จดบันทึกเป็นมวลของวัสดุหลังการแช่น้ำ ( $m_2$ )

จากนั้นจึงนำตัวอย่างทดลองไปเก็บในภาชนะปิดที่บรรจุสารดูดความชื้นเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต่อด้วย  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  อีก 2 ชั่วโมง และทำซ้ำจนกระทั่งมวลของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.1 มก. ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากวัสดุอีกครั้ง จดบันทึกมวลแห้งของวัสดุหลังจากการแช่น้ำ ( $m_3$ ) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลำดับขั้นตอนในการทดสอบการดูดซับน้ำและการละลายตัวในน้ำ  
 Fig 2. Flowchart of the water sorption and water solubility tests.

ทำการคำนวณค่าการดูดซับน้ำ ( $W_{sp}$ ) และค่าการละลายตัวในน้ำ ( $W_{sl}$ ) ของวัสดุ ดังนี้

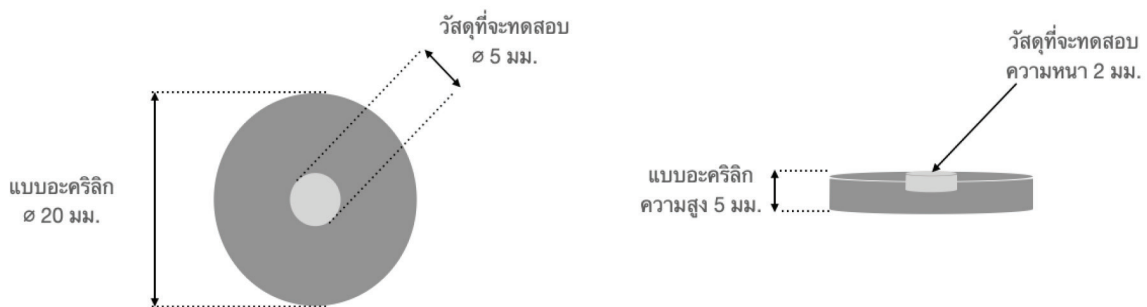
$$W_{sp} = \frac{(m_2 - m_3)}{V}$$

$$W_{sl} = \frac{(m_1 - m_3)}{V}$$

### การทดสอบการถูกกัดกร่อนโดยกรด

การทดสอบจะประยุกต์จากมาตรฐาน ISO 9917-1:2007 (E) (10) โดยเริ่มจากผสมวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ ชนิดแคปซูลด้วยเครื่องปั่นอมัลกัมเป็นเวลา 10 วินาทีตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมวัสดุ ตัวอย่างทดลองจะถูกเตรียมในกล่องมิดเพื่อควบคุมการรบกวนของแสงจากสภาวะแวดล้อม เติมวัสดุลงในแบบอะคริลิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. และหนา 5 มม. ที่มีช่องว่างตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 มม. ความลึก 2 มม. ดังภาพ ปิดทับด้านบนด้วยแผ่นแก้ว เพื่อให้ผิวหน้าเรียบและกำจัดวัสดุส่วนเกินออก ยึดแบบอะคริลิกและแผ่นแก้วเข้าด้วยกันด้วยตัวหนีบ ทำการจับเวลาและฉายแสงในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบการดูดซึมน้ำ

และการละลายตัวในน้ำ จากนั้นจึงนำเข้าสู่ตู้ที่ถูควบคุมอุณหภูมิไว้ที่  $37 \pm 2$  °C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาขัดผิวหน้าด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200 ร่วมกับน้ำ เพื่อกำจัดวัสดุส่วนเกิน แต่กลุ่มจะประกอบด้วยตัวอย่างทดลอง 5 ชิ้น (รูปที่ 3) ทำการตรวจสอบระดับผิวหน้าของวัสดุเทียบกับแบบอะคริลิกโดยใช้ไดอัลเกจ (Dial gauge, 543-394B, Mitutoyo, Japan) ระดับผิวหน้าของวัสดุเมื่อเทียบกับแบบอะคริลิกต้องมีค่าไม่เกิน 5 ไมครอน บันทึกระดับผิวหน้าของวัสดุก่อนการแช่ในกรด ( $D_0$ ) โดยอาศัยความแตกต่างของระดับผิวหน้าของวัสดุเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของระดับผิวหน้าของแบบอะคริลิก 4 ตำแหน่ง ซึ่งห่างจากขอบของวัสดุประมาณ 0.5 – 1 มม. และแต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 90 องศา (รูปที่ 4)



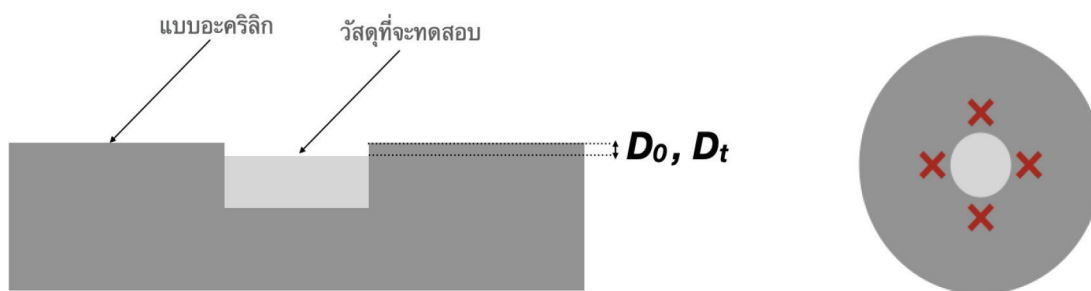
รูปที่ 3 ลักษณะตัวอย่างทดลองสำหรับทดสอบการถูกกัดกร่อนโดยกรด

Fig 3. The specimen for acid erosion test.

สารที่ใช้ในการทดสอบการกัดกร่อนคือสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดแลคติกและโซเดียมแลคเตทที่มีความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร ทำการเตรียมสารละลายโดยใช้กรดแลคติก 8.27 กรัม และโซเดียมแลคเตท 0.92 กรัม ละลายกับน้ำปราศจนได้สารละลายปริมาตร 1 ลิตร และตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 18 ชั่วโมง ก่อนการใช้งานจะต้องมีการปรับค่า pH โดยเติมสารละลายโซเดียมแลคเตทหรือกรดแลคติกที่มีความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ลงไปจนได้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ  $2.74 \pm 0.02$  นำตัวอย่างทดลองไปแช่ในสารละลายที่เตรียมไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  °C

โดยให้ตัวอย่างทดลองแต่ละชิ้นอยู่ในสารละลายปริมาตร 30 มล. และมีสารละลายอยู่เหนือผิวหน้าของตัวอย่างทดลอง  $10 \pm 3$  มม.

เมื่อครบ 24 ชั่วโมงจึงนำตัวอย่างทดลองขึ้นจากสารละลาย ล้างน้ำให้สะอาด และซับให้แห้ง ทำการวัดผิวหน้าของวัสดุภายหลังจากการแช่กรด (Dt) โดยอาศัยโดยอาศัยความแตกต่างของระดับผิวหน้าของวัสดุเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของระดับผิวหน้าของแบบอะคริลิก 4 ตำแหน่ง ซึ่งห่างจากขอบของวัสดุประมาณ 0.5–1 มม. และแต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 90 องศาในลักษณะเดียวกันกับการหาค่า  $D_0$  (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การหาค่า  $D_0$  และ  $D_t$  โดยอาศัยขอบของแบบอะคริลิก (กากบาท) เป็นจุดอ้างอิง  
 Fig 4. The  $D_0$  and  $D_t$  determination using the material surface level and the average surface level of the four spots on the acrylic mold.

ค่าการถูกกัดกร่อนโดยกรด (D) หาได้จากการคำนวณระดับผิวหน้าของวัสดุที่หายไปจากการแช่ในกรด ดังนี้

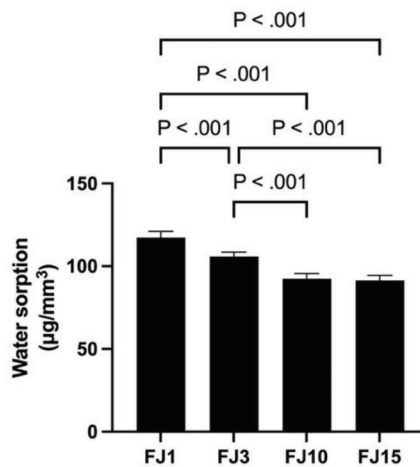
$$D = D_t - D_0$$

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอาศัยโปรแกรม SPSS version 28.0 การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วย Kolmogorov-Smirnov test พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวที่ปกติ ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยของปริมาณการดูดซับน้ำ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ได้รับการฉายแสงที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เดียวกันจะถูกนำมาหาความแตกต่างด้วยการทดสอบ One-way ANOVA และ Tukey's HSD Post Hoc Test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ 0.05

#### ผลการทดลอง (Results)

ปริมาณการดูดซับน้ำของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในผลิตภัณฑ์ Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV ที่ได้รับการชะลอการฉายแสงที่ระยะเวลาต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลิตภัณฑ์ Fuji II LC™ Capsule ที่ได้รับการชะลอการฉายแสงเป็นระยะเวลา 1 นาที ( $117.34 \pm 1.68$ ) มีปริมาณการดูดซับน้ำโดยเฉลี่ยมากที่สุด ตามด้วยกลุ่ม 3 นาที 15 วินาที ( $105.89 \pm 1.20$ ), 10 นาที ( $92.41 \pm 1.40$ ) และ 15 นาที ( $91.33 \pm 1.32$ ) ตามลำดับ แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นคู่ของกลุ่ม 10 นาทีและ 15 นาที (รูปที่ 5)

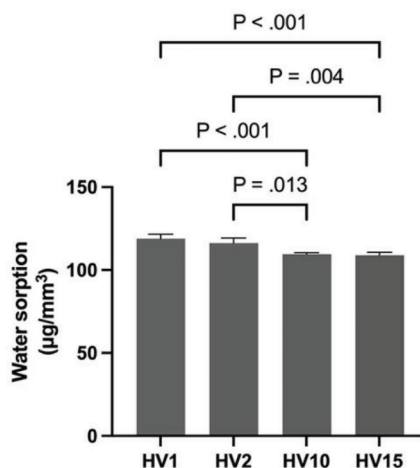


รูปที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุ Fuji II LC™ Capsule ในกลุ่ม 1 นาที (FJ1), กลุ่ม 3 นาที 15 วินาที (FJ3), กลุ่ม 10 นาที (FJ10) และกลุ่ม 15 นาที (FJ15) พร้อมตัวเลขบ่งบอกระดับนัยสำคัญทางสถิติ

Fig 5. Bar chart demonstrated the water sorption of Fuji II LC™ Capsule in group 1-min (FJ1), 3-min-15-sec (FJ3), 10-min (FJ10) and 15-min (FJ15) with p-values.

สำหรับผลิตภัณฑ์ Riva Light Cure HV พบว่า กลุ่มที่ได้รับการชะลอการฉายแสงเป็นระยะเวลา 1 นาที (118.94 ± 1.18) มีปริมาณการดูดซึมน้ำโดยเฉลี่ยมากที่สุด ตามด้วยกลุ่ม 2 นาที 10 วินาที (116.25 ± 1.39),

10 นาที (109.54 ± 0.43) และ 15 นาที (108.90 ± 0.79) ตามลำดับ แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นคู่ของกลุ่ม 1 นาที กับกลุ่ม 2 นาที 10 วินาที และคู่ของกลุ่ม 10 นาที กับ 15 นาที (รูปที่ 6)



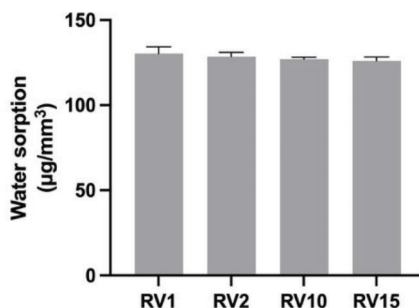
รูปที่ 6 แผนภูมิแท่งแสดงค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุ Riva Light Cure HV ในกลุ่ม 1 นาที (HV1), กลุ่ม 2 นาที 10 วินาที (HV2), กลุ่ม 10 นาที (HV10) และกลุ่ม 15 นาที (HV15) พร้อมตัวเลขบ่งบอกระดับนัยสำคัญทางสถิติ

Fig 6. Bar chart demonstrated the water sorption of Riva Light Cure HV in group 1-min (HV1), 2-min-10-sec (HV2), 10-min (HV10) and 15-min (HV15) with p-values.



ส่วนผลิตภัณฑ์ Riva Light Cure พบว่ามีแนวโน้มการดูดซึมน้ำในลักษณะเดียวกันกับ Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV คือ กลุ่ม 1 นาที (130.31 ± 1.77) มีปริมาณการดูดซึมน้ำโดยเฉลี่ยมาก

ที่สุด ตามด้วยกลุ่ม 2 นาที 10 วินาที (128.62 ± 1.03), 10 นาที (127.04 ± 0.53) และ 15 นาที (126.04 ± 1.00) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละกลุ่ม (p > 0.05) (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 แผนภูมิแท่งแสดงค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุ Riva Light Cure ในกลุ่ม 1 นาที (RV1), กลุ่ม 2 นาที 10 วินาที (RV2), กลุ่ม 10 นาที (RV10) และกลุ่ม 15 นาที (RV15) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละกลุ่ม

Fig 7. Bar chart demonstrated the water sorption of Riva Light Cure in group 1-min (RV1), 2-min-10-sec (RV2), 10-min (RV10) and 15-min (RV15). No statistical difference was found among groups.

ปริมาณการละลายตัวในน้ำและการถูกกัดกร่อนโดยกรดของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ได้รับการชะลอการฉายแสงที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อ

เปรียบเทียบในผลิตภัณฑ์เดียวกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05) (ตารางที่ 1-3)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของผลิตภัณฑ์ Fuji II LC™ Capsule  
Table 1. Means and standard deviations of the water solubility and acid erosion of Fuji II LC™ Capsule.

ผลิตภัณฑ์	กลุ่ม (n = 5)	การละลายตัวในน้ำ (µg/mm³)		การถูกกัดกร่อนโดยกรด (µm)	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
Fuji II LC™	1 นาที (FJ1)	1.72	0.07	25.15	1.42
Capsule	3 นาที 15 วินาที (FJ3)	1.74	0.14	25.20	1.23
	10 นาที (FJ10)	2.17	0.20	24.45	2.11
	15 นาที (FJ15)	2.03	0.19	26.55	1.04

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของผลิตภัณฑ์ Riva Light Cure HV  
 Table 2. Means and standard deviations of the water solubility and acid erosion of Riva Light Cure HV.

ผลิตภัณฑ์	กลุ่ม (n = 5)	การละลายตัวในน้ำ ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )		การถูกกัดกร่อนโดยกรด ( $\mu\text{m}$ )	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
Riva Light	1 นาที (HV1)	2.61	0.21	8.15	0.64
Cure HV	2 นาที 10 วินาที (HV2)	2.92	0.19	9.40	0.71
	10 นาที (HV10)	2.76	0.19	8.95	0.33
	15 นาที (HV15)	2.34	0.19	7.80	0.46

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณ การละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของผลิตภัณฑ์ Riva Light Cure  
 Table 3. Means and standard deviations of the water solubility and acid erosion of Riva Light Cure.

ผลิตภัณฑ์	กลุ่ม (n = 5)	การละลายตัวในน้ำ ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )		การถูกกัดกร่อนโดยกรด ( $\mu\text{m}$ )	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
Riva Light	1 นาที (RV1)	2.79	0.12	5.85	0.78
Cure	2 นาที 10 วินาที (RV2)	2.49	0.19	4.75	0.65
	10 นาที (RV10)	2.79	0.17	6.25	0.72
	15 นาที (RV15)	2.77	0.06	6.35	0.77

### บทวิจารณ์ (Discussion)

การศึกษานี้เลือกใช้เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในรูปแบบแคปซูล เพื่อควบคุมปัจจัยรบกวนต่าง ๆ เช่น สัดส่วนของส่วนผงต่อส่วนเหลว การผสมวัสดุ วิธีการผสม การขึ้นรูปวัสดุและการชะลอการฉายแสงในกล่องมืด เพื่อควบคุมปัจจัยแสงจากสิ่งแวดล้อม จำลองการชะลอการฉายแสงโดยให้กลุ่ม 1 นาทีเป็นการฉายแสงที่เร็วที่สุดที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติตามมาด้วยกลุ่มที่ฉายแสงตามระยะเวลาทำงาน (Working time) ที่บริษัทแนะนำ ซึ่งยังไม่เลยจุดสูงสุดของปฏิกิริยากรด-ด่างโดยจะอยู่ที่ประมาณ 5 นาทีแรก

หลังการผสม (4) ในขณะที่กลุ่ม 10 และ 15 นาทีจะเป็นกลุ่มที่ชะลอการฉายแสงจนเลยจุดสูงสุดของปฏิกิริยากรด-ด่างไปแล้ว

การดูดซึมน้ำของวัสดุเกิดจากความชอบน้ำของโมเลกุลเรซิน (11) และรอยแตกหรือช่องว่างในวัสดุ (12) หากวัสดุมีการดูดซึมน้ำมากจะส่งผลให้วัสดุมีการขยายตัวและมีความแข็งแรงลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการชะลอการฉายแสงออกไปภายหลังจากการผสมทำให้วัสดุมีการดูดซึมน้ำลดลงสามารถอธิบายได้จากการการฉายแสงที่เวลา 1 นาที ซึ่งเป็นกลุ่มที่ฉายแสงเร็วที่สุด วัสดุจะเกิดการแข็งตัว

ทันทีจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของเรซิน ทำให้ได้ลักษณะของโครงข่ายเรซินที่มีความต่อเนื่องกันมากทันทีที่ฉายแสง (7) น้ำจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านและดูดซับไปตามโครงข่ายเรซินที่มีความชอบน้ำนี้ได้ (11) ในทางกลับกัน การฉายแสงวัสดุอย่างรวดเร็วจะพบโครงข่ายเกลือกจากปฏิกิริยากรด-ด่างเกิดขึ้นน้อย อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยากรด-ด่างจะยังคงดำเนินต่อเนื่องต่อไป โดยอาศัยน้ำในวัสดุเป็นตัวกลางในการเกิดปฏิกิริยา น้ำในวัสดุสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ระเหยได้ง่าย (unbound water) และส่วนที่ระเหยได้ยาก (bound water) ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยากรด-ด่างจะมีการยึดเกาะกับโมเลกุลของน้ำได้อย่างเหนียวแน่น ปริมาณของน้ำที่ระเหยได้ยากจึงมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป (13)

การทดสอบการดูดซับน้ำของวัสดุในการศึกษานี้จะมีการนำวัสดุไปโล่น้ำออกก่อนนำวัสดุกลับมาแช่น้ำใหม่อีกครั้ง ดังนั้นวัสดุจะมีการสูญเสียน้ำในขั้นตอนการโล่น้ำ ทำให้เกิดรอยร้าวขึ้น จากการทดลองพบว่าวัสดุในกลุ่มที่ได้รับการฉายแสงอย่างรวดเร็วจะพบรอยร้าวมากกว่ากลุ่มที่ฉายแสงช้า อธิบายได้จากปฏิกิริยากรด-ด่างที่ยังเกิดน้อยและมีสัดส่วนของน้ำที่ระเหยง่ายในวัสดุมาก เมื่อนำวัสดุกลับไปแช่น้ำใหม่ น้ำจะแทรกซึมไปตามรอยร้าวเหล่านี้ ส่งผลให้วัสดุเกิดการดูดซับน้ำมากตามมา (12) จึงอาจกล่าวได้ว่าวัสดุที่ได้รับการฉายแสงอย่างรวดเร็วจะมีความไวต่อการได้รับและสูญเสียน้ำมากกว่าวัสดุที่ได้รับการฉายแสงช้า โดยผลนี้ให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผลิตภัณฑ์ Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV แต่กลับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผลิตภัณฑ์ Riva Light Cure สาเหตุอาจเกิดจากการวัสดุมีสัดส่วนผงกับส่วนเหลวแตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV มีสัดส่วนผงกับส่วนเหลวอยู่ที่ประมาณ 3.3:1 (14,15) ในขณะที่ Riva Light Cure มีสัดส่วนผงกับส่วนเหลวอยู่ที่ 3.1:1 (16)

การละลายตัวในน้ำของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มักเกิดจากการปลดปล่อยมอนอเมอร์ที่หลงเหลือจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันออกมา ดังนั้น

ปริมาณการเกิดพอลิเมอไรเซชันจึงส่งผลต่อการละลายตัวในน้ำของวัสดุ การปลดปล่อยองค์ประกอบของวัสดุออกมาในปริมาณมากอาจส่งผลให้เกิดการเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อที่อยู่โดยรอบได้ (6, 11) มีการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานถึงการปลดปล่อยโมเลกุลของเรซินที่ลดลงเมื่อเริ่มทำการฉายแสงที่เวลา 10 นาทีหลังการผสมวัสดุ (6) อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของการละลายตัวในน้ำเมื่อระยะเวลาที่เริ่มทำการฉายแสงเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจเป็นผลจากการใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันกับการศึกษาก่อนหน้านี้ซึ่งใช้เอทานอลและการรบกวนของน้ำที่ยึดเกาะกับโครงสร้างของวัสดุอย่างเหนียวแน่นจนทำการระเหยออกได้ยาก (13)

เมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด โปรตอนจากกรดจะเข้าไปแทนที่ประจุบวกของโลหะในวัสดุ และเกิดการละลายของโลหะออกมาจากพื้นผิว ทำให้มีการสูญเสียโครงสร้างไป (17) อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของการถูกกัดกร่อนโดยกรดของวัสดุเมื่อระยะเวลาที่เริ่มฉายแสงเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งคาดว่าเกิดจากการมีเรซินซึ่งมีความทนทานต่อกรดเป็นองค์ประกอบในวัสดุที่สามารถปกป้องโครงข่ายเกลือกจากการถูกกัดกร่อนโดยกรดได้ (18)

จะเห็นได้ว่าระยะเวลาทำงานก่อนเริ่มทำการฉายแสงสามารถส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้ เช่น ความไวต่อน้ำและความขึ้นดั่งผลของการศึกษานี้ จึงยังเป็นการเน้นย้ำถึงความสำคัญของการทาสารเคลือบผิวเพื่อลดผลกระทบในทางคลินิก โดยการทาสารเคลือบผิวจะสามารถยับยั้งการได้รับหรือสูญเสียน้ำของวัสดุ (19) ทำให้สัดส่วนของน้ำในวัสดุมีความเหมาะสมที่จะทำให้ปฏิกิริยากรด-ด่างดำเนินต่อไปได้ และในทางการวิจัยระยะเวลาก่อนทำการฉายแสงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญและมีการควบคุมในการศึกษาเกี่ยวกับเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการยังมีข้อจำกัดในการลอกเลียนสภาวะในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ ผลการทดลองที่ได้จึงอาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงที่เกิดขึ้นภายในช่องปาก เช่น ผลของน้ำลาย การเปลี่ยนแปลงความ

เป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำลาย ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในช่องปาก นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยากรด-ด่างที่ดำเนินไปน้ำจะถูกผนวกเข้าไปในโครงสร้างของวัสดุได้เพิ่มมากขึ้น การแช่น้ำและติดตามผลในระยะเวลาที่นานขึ้นอาจให้ผลที่แตกต่างออกไปได้

### บทสรุป (Conclusion)

การเพิ่มระยะเวลาทำงานส่งผลให้เกิดการดูดซับน้ำลดลงใน Fuji II LC™ Capsule และ Riva Light Cure HV แต่ไม่ส่งผลต่อการละลายตัวในน้ำ และการถูกกัดกร่อนโดยกรดของวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำการศึกษานี้

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Mathis RS, Ferracane JL. Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent Mater.* 1989;5(5):355-8.
2. Rizzante F, Cunali R, Bombonatti J, Correr G, Gonzaga C, Furuse A. Indications and restorative techniques for glass ionomer cement. *RSBO.* 2015;12(1):79-87.2016;12:79.
3. Wilson AD, Nicholson JW. *Acid-Base Cements: Their biomedical and industrial applications*: Cambridge University Press; 2005.
4. Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition. *J Dent Res.* 2010;89(1):82-6.

5. Butda P, Prasansuttipom T, Thanatvarakom O, Jittidecharaks S. Effect of waiting interval before light curing on bond strength of resin modified glass ionomer cement under simulated pulp pressure. *CM Dent J.* 2018;39(1):113-25.
6. Dursun E, Nguyen JF, Tang ML, Attal JP, Sadoun M. HEMA release and degree of conversion from a resin-modified glass ionomer cement after various delays of light activation. *Dent Mater.* 2016;32(5):640-5.
7. Lagarde M, Francois P, Goff SL, Attal JP, Dursun E. Structural and long-term mechanical properties from a resin-modified glass ionomer cement after various delays of light-activation. *Dent Mater J.* 2018;37(6):874-9.
8. Sokolowski K, Szczesio-Wlodarczyk A, Bociog K, Krasowski M, Fronczek-Wojciechowska M, Domarecka M, et al. Contraction and Hydroscopic Expansion Stress of Dental Ion-Releasing Polymeric Materials. *Polymers (Basel).* 2018;10(10):1093. doi: 10.3390/polym10101093.
9. International Organization for Standardization. *International Standard-ISO 4049: Dentistry : Polymer-based Restorative Materials.* ISO; 2000.
10. International Organization for Standardization. *International Standard-ISO 9917-1: Dental Water-based Cements - Part 1 : Powder/ liquid acid-base cement.* 2nd ed: ISO; 2007.
11. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211-22.
12. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent.* 2003;31(1):43-50.

13. Nicholson JW. Maturation processes in glass-ionomer dental cements. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018;4(1):63-71.

14. GC Fuji IITM LC Capsule's instruction for use. USA: GC Corporation; 2019.

15. RIVA Light Cure HV High viscosity light cured resin reinforced glass ionomer restorative material instruction for use. Australia: SDI Limited; 2021.

16. RIVA Light Cure Light cured resin reinforced glass ionomer restorative material instruction for use. Australia: SDI Limited; 2022.

17. Hazar-Yoruc B, Bavbek AB, Ozcan M. The erosion kinetics of conventional and resin-modified glass-ionomer luting cements in acidic buffer solutions. *Dent Mater J.* 2012; 31(6):1068-74.

18. Wan Bakar W, McIntyre J. Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive acids. *Aust Dent J.* 2008;53(3):226-34.

19. Jevnikar P, Sersa I, Sepe A, Jarh O, Funduk N. Effect of surface coating on water migration into resin-modified glass ionomer cements: a magnetic resonance micro-imaging study. *Magn Reson Med.* 2000;44(5):686-91.

**ติดต่อขอความ:**

รศ.ร.อ.หญิง ทพญ.ดร.รังสิมา สกูลณะมรรคา  
ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
34 ถ.อังรีดูนังต์ วังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
โทรศัพท์: 02 218 8795  
อีเมล: aorrangsima@yahoo.com

**Corresponding authors:**

Assoc. Prof. Lt. Rangsima Sakoolnamarka  
Department of Operative Dentistry, Faculty of  
Dentistry, Chulalongkorn University  
34 Henri Dunant Rd., Wang Mai, Pathum Wan,  
Bangkok 10330, Thailand.  
Tel: (662) 218 8795  
E-mail: aorrangsima@yahoo.com

# ผลของคลื่นไมโครเวฟต่อสัญญาณชีพและความเครียดของผู้มารับบริการฟຳพືนคุดกรຳมລຳงື່ຳສຳມ

อริวัฒน์ ตันตัสัมฤทธิ์\*

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของคลื่นไมโครเวฟต่อสัญญาณชีพ ความเครียด และความวิตกกังวลในผู้ป่วยที่มารับบริการฟຳพືนคุดกรຳมລຳงື່ຳສຳມ

**วัตถุประสงค์และวิธีการ:** การวิจัยแบบกึ่งทดลองนี้ มีกลุ่มตัวอย่างของผู้ป่วยที่มารับบริการฟຳพືนคุดกรຳมລຳงື່ຳສຳມจำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 20 คน และกลุ่มทดลอง 20 คน กลุ่มควบคุมให้ใส่หูฟังโดยไม่เปิดคลื่นไมโครเวฟ กลุ่มทดลองให้ใส่หูฟังที่เปิดคลื่นไมโครเวฟ มีการประเมินความวิตกกังวลด้วยแบบสอบถาม ก่อนและหลังฟຳตัด ใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพ วัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจใน 4 ช่วงเวลา คือ ขณะนั่งรอหน้าห้องทันตกรรมก่อนการฟຳตัด (T1) ขณะหลังฉีดยาชา (T2) ขณะกรอฟันหรือกระตุก (T3) และขณะกัดผ้าก๊อชเมื่อการฟຳตัดสิ้นสุด (T4) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ Paired t-test และระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Independent t-test และ Repeated measures ANOVA

**ผลการศึกษา:** ในกลุ่มทดลอง พบความดันโลหิตซิสโตลิกความดันโลหิตไดแอสโตลิกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างช่วงนั่งรอหน้าห้องทันตกรรมก่อนฟຳตัด (T1) กับเมื่อการฟຳตัดสิ้นสุด (T4) และช่วงขณะกรอฟันหรือกระตุก (T3) กับเมื่อการฟຳตัดสิ้นสุด (T4) ส่วนในกลุ่มควบคุมความดันโลหิตซิสโตลิกและความดันโลหิตไดแอสโตลิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างช่วงนั่งรอหน้าห้องทันตกรรมก่อนฟຳตัด (T1) กับเมื่อการฟຳตัดสิ้นสุด (T4) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความดันโลหิตซิสโตลิกในช่วงขณะหลังฉีดยาชา (T2) กับเมื่อการฟຳตัดสิ้นสุด (T4) คะแนนความวิตกกังวลระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฟຳตัดไม่มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.188$ ,  $p = 0.747$ )

**สรุป:** คลื่นเสียงไมโครเวฟ มีผลต่อความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจในผู้มารับบริการฟຳพືนคุดกรຳมລຳงື່ຳສຳມ

**คำสำคัญ:** คลื่นไมโครเวฟ ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ความเครียด

วันที่รับ: 2 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่แก้ไข: 27 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 20 กรกฎาคม 2566

\*งานทันตกรรม ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 222 หมู่ 1 ถนนติวานนท์ บางตลาด ปากเกร็ด นนทบุรี 11120



# The Effect of Binaural Beats on Vital Signs and Stress of the Impacted Mandibular Third Molar Surgery

Athiwat Tantisamrit\*

## Abstract

**Objective:** To study the effect of binaural beats on vital signs, stress and anxiety of outpatients with impacted mandibular third molar surgery.

**Material and Methods:** This quasi-experimental research consisted of 40 patients with impacted mandibular third molar which were divided into control group (20 patients) and experimental group (20 patients). The control group did not listen to binaural beats. The experimental group listened to binaural beats. All patients were assessed for anxiety with the questionnaire before and after surgery. Vital sign including blood pressure and heart rate were measured during four periods: at waiting area (T1), after anesthesia (T2), during bone or tooth removal (T3) and end of surgery (T4). Data were analyzed by following statistics, the pair t-test was used to assess individual group, the independent t-test and repeated measures ANOVA were used to assess the significance of differences between 2 groups.

**Results:** The experimental group showed a significant reduction in systolic blood pressure, diastolic blood pressure and heart rate between at waiting area (T1) and end of surgery (T4), during bone or tooth removal (T3) and end of surgery (T4). The control group showed a significant reduction in systolic blood pressure and diastolic blood pressure between at waiting area (T1) and end of surgery (T4). Comparison between groups found significant difference in systolic blood pressure between after anesthesia (T2) and end of surgery (T4). There was no significant difference of anxiety score before and after surgery. ( $p = 0.188$ ,  $p = 0.747$ )

**Conclusion:** Listening to binaural beats affect to blood pressure and heart rate during the impacted mandibular third molar surgery.

**Keywords:** Binaural beats, Blood pressure, Heart rate, Stress

Received date: Feb 2, 2023

Revised Date: May 27, 2023

Accept Date: Jul 20, 2023

\*Dental department, Panyanantaphikkhu Chonprathan Medical Center Srinakharinwirot University, 222 moi 1, Tiwanon Road, Bangtalat, Pakkret, Nonthaburi, 11120, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

ความเครียดและความวิตกกังวลของผู้มารับบริการในงานทันตกรรมสามารถพบได้บ่อย และส่งผลต่อการทำงานของทันตแพทย์ทำให้มีความยากลำบากในการทำงานมากขึ้น ซึ่งหนึ่งในนั้นคือการผ่าตัดภายในช่องปาก โดยเฉพาะฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เป็นการผ่าตัดฟันซี่ที่อยู่ในสุดและหลังผ่าตัดจะเป็นตำแหน่งที่ทำความสะอาดได้ยากเสี่ยงที่จะเกิดการติดเชื้อ ผู้มารับบริการมักปฏิเสธการรักษาหากไม่มีความจำเป็นต้องทำ ปัจจัยที่เกิดความเครียดในการทำฟันมาจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะสภาพแวดล้อม สถานที่ อุปกรณ์ทำฟัน กลิ่นน้ำยาต่าง ๆ เสียงการกรอฟัน และจากความรู้สึกของตัวผู้ป่วย จะเห็นได้ว่าความเครียดและความวิตกกังวลในการรักษาทางทันตกรรม (1,2) นำมาซึ่งปัญหาหลายอย่าง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทอัตโนมัติและต่อมไร้ท่อ มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ซึ่งมีผลต่อการเต้นของหัวใจ หัวใจจะเต้นเร็วและแรงขึ้น ถ้าความเครียดเกิดต่อไปเป็นเวลานาน ระบบพาราซิมพาเทติกจะเข้ามาบีบคั้นต่อส่งผลให้ร่างกายเหงื่อออก ลำไส้ปั่นป่วน กรดในกระเพาะอาหารจะหลั่งออกมามากขึ้น จนร่างกายอาจทนไม่ได้ ก่อให้เกิดความเสียหายตามมา และส่งผลกระทบต่อไปถึงระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเนื่องจากฮอร์โมนมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้มีการหลั่งสารไซโตไคน์ลดลงซึ่งตัวสารไซโตไคน์มีผลกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารเบปไทด์ ซึ่งสารเบปไทด์กระตุ้นให้มีการสร้างหลอดเลือดใหม่ (3,4) ดังนั้นหากตัวสารไซโตไคน์ลดลงการสร้างหลอดเลือดใหม่ก็จะลดลง นอกจากนี้สารไซโตไคน์มีผลทำให้เซลล์ที่จำเป็นต่อการหายของแผลและปรับโครงสร้างในบริเวณนั้นอีกทั้งยังกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว ให้เกิดการติดเชื้อน้อยลง (5)

การจัดการความเครียดในคลินิกทันตกรรม มีได้หลายวิธีการ จากงานวิจัยของดำนวรนันท์และคณะ (6) พบว่าเมื่อให้ยาไมดาโซแลม (midazolam) ในกลุ่มผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปาก ทำให้คะแนนความวิตกกังวลและความดันโลหิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในโลหิต (SpO<sub>2</sub>) ไม่แตกต่าง ดังนั้นการลด

ความวิตกกังวลด้วยวิธีต่าง ๆ จึงเลือกนำมาใช้ในทางทันตกรรม เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดฟันผุ (7) การใช้ทักษะการสื่อสารที่ดีกับผู้มารับบริการเพื่อลดความเครียด การสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้มารับบริการเกิดความไว้วางใจ (8) ในด้านสิ่งแวดล้อมความวิตกกังวลอาจเกิดจากการรับรู้ เช่น ขณะเห็นเข็มฉีดยา การได้ยินเสียงการกรอฟัน (9) ดังนั้นการลดความวิตกกังวลคือการลดการได้ยินเสียงหรือ มีการนำดนตรีใช้ในการลดความเครียดตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคล พบว่าการใช้ดนตรีสามารถลดความเครียดได้อย่างมีนัยสำคัญ (10,11) โดยมีการนำดนตรีมาใช้ในผู้ป่วยที่มารับบริการทางทันตกรรมเพื่อกดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ควบคุมความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ (12) จากการศึกษาของ Di Nasso และคณะ ปี ค.ศ. 2016 (13) ใช้การฟังเพลงเพื่อลดความกังวลและความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ป่วยที่มารับบริการรักษารากฟัน 100 คน โดยใช้เพลงที่มีคลื่นความถี่ 432 เฮิรท์ซ์ พบว่าสามารถลดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ที่มารับการรักษารากฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ ดนตรีที่ใช้ในการลดความเครียดมีหลากหลายชนิด ตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคล จากงานวิจัยของ Etzel และคณะ พบว่าเมื่อฟังดนตรีที่ต่างกัน ความชอบและไม่ชอบ ส่งผลกับอัตราการเต้นของหัวใจ (14) ในงานวิจัยนี้จึงเลือกคลื่นเสียงไบนิวรอลบีทส์ (Binaural beats) (15) ซึ่งเป็นการนำคลื่นเสียง 2 เสียงที่มีความถี่ต่างกันไม่มากถูกนำมากระตุ้นสมองผ่านการฟังด้วยหูฟังแบบสเตอริโอและนำผ่านกระโหลกศีรษะ ทำให้เกิดการแทรกสอดในสมอง คลื่นสมองของมนุษย์มี 4 กลุ่มใหญ่ คือ เบต้า (Beta) เอลฟา (Alpha) เธต้า (Theta) และ เดลต้า (Delta) หูของคนเราสามารถได้ยินที่ความถี่คลื่นเสียง 20-20,000 เฮิรท์ซ์ จึงต้องใช้หลักการของการแทรกสอดคลื่นในสมองทำให้เกิดคลื่นอัลฟาเป็นระดับความถี่ประมาณ 8-13.9 เฮิรท์ซ์ ทำให้ผู้ฟังเกิดการผ่อนคลายและจิตใจสงบเยือกเย็น จากการศึกษาของ BK และคณะ ในปี ค.ศ. 2017 (16) มีการนำคลื่นเสียงไบนิวรอลบีทส์มาใช้ในการทดลองผู้ป่วยที่มาถอนฟัน 60 ราย โดยการให้ฟังคลื่นเสียงหูด้านซ้าย 200 เฮิรท์ซ์ หูด้านขวา 209.3 เฮิรท์ซ์ ผลคือผู้รับบริการ

สามารถลดความวิตกกังวลในการถอนฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ และในประเทศไทยได้มีการนำคลื่นเสียงโบนิวรอลบีทซ์ระดับอัลฟา ผสมกับดนตรีไทยเดิม โดยหูด้านขวาคลื่นเสียง 400 เฮิรท์ซ และหูด้านซ้าย 410 เฮิรท์ซ ร่วมกับการดูภาพประทับใจสามารถลดความเจ็บปวดและสัญญาณชีพขณะคลอด ซึ่งได้ผลอย่างมีนัยสำคัญ (17) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณชีพความดันซิสโตลิก ไดแอสโตลิก อัตราการเต้นของหัวใจและความวิตกกังวล ในผู้ป่วยที่มารับบริการผ่าฟันคุดกรามล่างซี่ที่สาม ที่ได้รับการลดการได้ยินเสียงในงานทันตกรรมกับการลดการได้ยินเสียงร่วมกับฟังคลื่นโบนิวรอลบีทซ์

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่โครงการวิจัย: EC 011/64

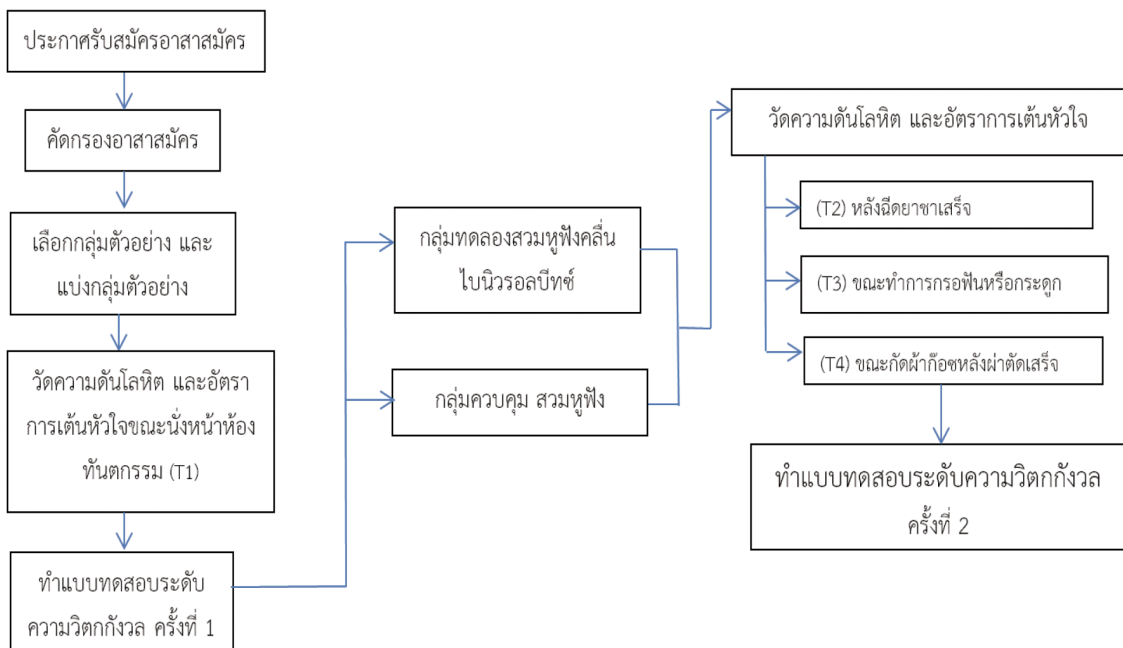
ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดได้รับการประชาสัมพันธ์ด้วยป้ายประกาศของแผนกทันตกรรม เมื่อผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครคือ มีฟันกรามใหญ่ซี่ที่ 3 ล่างเป็นฟันคุดที่ต้องมีการกรอกระดูกหรือฟันเพื่อเอาออก สุขภาพร่างกายแข็งแรงและไม่มีโรคประจำตัวไม่เคยมีประวัติการผ่าตัดสมอง โดยอาสาสมัครทุกคนจะได้รับกริ่งแจ้งรายละเอียดในโครงการวิจัย มีความเต็มใจ พร้อมทั้งลงชื่อในเอกสารยินยอมการเข้าร่วมวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 40 คนอายุ 18-40 ปี ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Random assignment) การแยกกลุ่มตามเพศเป็น 2 กลุ่ม และแบ่งช่วงอายุ 18-29 ปีกับ 30-40 ปีของแต่ละเพศ เป็นอีก 2 กลุ่ม ก่อนทำการจับสลากคนที่ได้ลำดับเลขคี่ให้อยู่ในกลุ่มควบคุม ส่วนคนที่อยู่ในลำดับเลขคู่ให้อยู่ในกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลอง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ มีการกำหนดตารางการนัดหมายนัดวันทำการทดลอง แยก 2 กลุ่มออกจากกันในวันที่ทำการทำวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยดำเนินการตามมาตรการควบคุมการติดเชื้อช่วงโควิด 19 ของทันตแพทย์สภา

มีการวัดความดันและอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 1 ก่อนทำแบบสอบถามความวิตกกังวลก่อนผ่าตัด ใช้แบบสอบถามคำนวณค่าคะแนนความวิตกกังวลทางทันตกรรมที่ดัดแปลงมาจากของฮัมฟริส (The Modified Dental Anxiety Score: (MDAS ของ Humphris)) (18,19) โดยจำแนกระดับความกังวลต่อการรักษาทางทันตกรรมของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของ Humphris และคณะ คือ ไม่มีความกังวล (MDAS  $\leq$  5) มีความกังวลในระดับต่ำ ( $6 \leq$  MDAS  $\leq$  10) มีความกังวลในระดับปานกลาง ( $11 \leq$  MDAS  $\leq$  15) มีความกังวลในระดับสูง ( $16 \leq$  MDAS  $\leq$  18) มีความกังวลในระดับสูงมาก (MDAS  $\geq$  19) (6) และวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบรัดข้อมือนี่ห้อ Omron รุ่น HEM-6181 DELUXE ซึ่งมีการสอบเทียบเครื่องมือวัด (calibration) ด้วยวิธี Pressure Sensor Accuracy Test เพื่อทดสอบว่าผ้าพันที่ข้อมือไม่เสียหาย ไม่มีรูอากาศรั่ว หรือรอยลึกร้าวต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้งาน จากผู้ผลิตเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ก่อนทำการทดลองในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2565 โดยกลุ่มควบคุมใส่หูฟังแบบ Stereo Headphones sony wh-1000 xm<sup>3</sup> ของบริษัทโซนี่ไทย จำกัด ผลิตที่ประเทศมาเลเซีย เพื่อลดเสียงรบกวน ส่วนกลุ่มทดลองใส่หูฟังแบบ Stereo Headphones sony wh-1000 xm<sup>3</sup> เพื่อลดเสียงรบกวนร่วมกับฟังคลื่นโบนิวรอลบีทซ์ นักร้องหน้าห้อง 10 นาที หลังจากนั้นเดินเข้าห้องทำฟันนั่งที่เก้าอี้ ปรับตำแหน่งเก้าอี้และเริ่มการฉีดยาชา

คลื่นโบนิวรอลบีทซ์ในการทดลองมาจาก Brain Waves Binaural Beats apps (16) เวอร์ชัน 7.0.0 ให้บริการโดย Mynio Tech Apps, Chapeco, Santa Catarina, Brazil ฟังผ่านหูฟังสเตอริโอ โดยหูซ้ายฟังที่ความถี่ 200 เฮิรท์ซ หูขวาฟังที่ความถี่ 209.3 เฮิรท์ซ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ชัมซุง กาแล็กซี่ เอ 7

วัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 2 ในช่วงหลังฉีดยาชา วัดครั้งที่ 3 ในช่วงการกรอกระดูกหรือฟัน วัดครั้งที่ 4 ในช่วงกัดผ้าก๊อชหลังผ่าตัดเสร็จ และจากนั้นทำแบบสอบถามความวิตกกังวลครั้งที่ 2 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา  
 Fig 1. Flow chart of the study design.

**สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส (SPSS Version 18) ผลการวิจัยแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าความดันโลหิต การเต้นของหัวใจ ระหว่างกลุ่มที่ช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้สถิติ Independent t-test และภายในกลุ่มโดยใช้สถิติคือ One-way repeated ANOVA measures ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีการทดสอบของเชฟเฟ้ (The Sheffe's test) คิดคะแนนความวิตกกังวลก่อนหลังโดยใช้สถิติ Pair-t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ผลการทดลอง (Results)**

อาสาสมัครเข้าร่วมในการศึกษาทั้งสิ้น 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 20 คน กลุ่มควบคุมประกอบด้วย เพศชาย 9 คน (ร้อยละ 45) เพศหญิง 11 คน (ร้อยละ 55) โดยมีอายุเฉลี่ย  $24.35 \pm 5.412$  ปี ระดับการศึกษาสูงสุดระดับมัธยม 6 คน (ร้อยละ 30) ระดับปริญญาตรี 14 คน (ร้อยละ 70) มีประวัติการรักษาทางทันตกรรม

19 คน (ร้อยละ 95) มีประวัติการถอนฟัน 17 คน (ร้อยละ 85) และกลุ่มทดลองประกอบด้วยเพศชาย 12 คน (ร้อยละ 60) เพศหญิง 8 คน (ร้อยละ 40) อายุเฉลี่ย  $22.6 \pm 3.604$  ปี ระดับการศึกษาสูงสุดระดับมัธยม 7 คน (ร้อยละ 35) ระดับปริญญาตรี 13 คน (ร้อยละ 65) มีประวัติการรักษาทางทันตกรรมทุกคน (ร้อยละ 100) มีประวัติการถอนฟัน 16 คน (ร้อยละ 80) จากการทดสอบทางสถิติด้วย chi-square test คะแนนความวิตกกังวลก่อนและหลังการผ่าตัดในกลุ่มควบคุม  $p = 0.084$  และกลุ่มทดลอง  $p = 0.374$  ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Paired t-test, significance with 0.05 level ( $\alpha = 0.05$ )) ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ  $p = 0.241$ ,  $p = 0.211$ ,  $p = 0.407$  เวลาการผ่าตัด ค่าเฉลี่ย  $23.2 \pm 6.043$  นาที กลุ่มควบคุม  $22.55 \pm 5.605$  นาที กลุ่มทดลอง  $23.85 \pm 6.531$  นาที เวลาผ่าตัดของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Independent t-test ( $p = 0.503$ )) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่ม คะแนนความวิตกกังวลก่อนและหลังการผ่าตัด

Table 1. Exhibiting demographic data and information of the participants including pre and post-operative anxiety scores.

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่ม		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	ผลสถิติ p-value
เพศชาย	คน (ร้อยละ)	9 (ร้อยละ 45)	12 (ร้อยละ 60)	0.342 <sup>a</sup>
เพศหญิง	คน (ร้อยละ)	11 (ร้อยละ 55)	8 (ร้อยละ 40)	
อายุเฉลี่ย (ปี)	Mean ± SD	24.35 ± 5.41	22.6 ± 3.60	0.236 <sup>c</sup>
การศึกษา				
-ระดับมัธยม(คน)	คน (ร้อยละ)	6 (ร้อยละ 30)	7 (ร้อยละ 35)	0.736 <sup>a</sup>
-ระดับปริญญาตรี(คน)	คน (ร้อยละ)	14 (ร้อยละ 70)	13 (ร้อยละ 65)	
ประวัติการรักษาทางทันตกรรม(คน)	คน (ร้อยละ)	19 (ร้อยละ 95)	20 (ร้อยละ 100)	0.311 <sup>b</sup>
ประวัติการถอนฟัน (คน)	คน (ร้อยละ)	17 (ร้อยละ 85)	16 (ร้อยละ 80)	0.677 <sup>b</sup>
คะแนนความวิตกกังวล				
- ก่อนการผ่าตัด	Mean ± SD	11.35 ± 4.94	9.35 ± 4.49	0.188 <sup>c</sup>
- หลังการผ่าตัด	Mean ± SD	10.35 ± 3.95	9.95 ± 3.81	0.747 <sup>c</sup>
เวลาการผ่าตัด (นาที)	Mean ± SD	22.55 ± 5.60	23.85 ± 6.53	0.503 <sup>c</sup>

Note: n is frequency, % is percentage,

a, Pearson Chi-square test was used, b, Chi-square test for independent was used, c, Independent t-test was used.

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันซิสโตลิก ระหว่างช่วงเวลาต่าง ๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในช่วงขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1) กับช่วงหลังฉีดยา (T2) ในทั้ง 2 กลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $\alpha < 0.001$ ,  $\alpha = 0.006$  ตามลำดับ) ช่วงหลังฉีดยา (T2) กับการกรอกระดูก (T3) เพิ่มขึ้น ( $\alpha = 0.006$ ) และขณะทำการกรอกระดูก (T3) กับหลัง

เสร็จการผ่าตัด (T4) ลดลง ( $\alpha < 0.001$ ) อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลอง โดยตั้งแต่ ช่วงขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1) กับหลังเสร็จการผ่าตัด (T4) ทั้งสองกลุ่ม ความดันลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามลำดับ ( $\alpha < 0.001$ ,  $\alpha = 0.006$ ) (Multiple Comparison for Repeated measures ANOVA; Scheffe) ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตซิสโตลิก ระหว่างช่วงเวลาต่าง ๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Table 2. Differences of mean and standard deviation of a systolic pressure between the control and experimental groups at different investigation times.

กลุ่ม	ความดันโลหิตซิสโตลิก				Multiple Comparison (Scheffe)			
	ขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1)	หลังฉีดยา (T2)	ขณะทำการกรอกระดูก (T3)	หลังเสร็จการผ่าตัด (T4)	T1vsT2	T2vsT3	T3vsT4	T1vsT4
กลุ่มควบคุม	122.5 ± 16.03	110.6 ± 14.99	114.2 ± 16.43	113.9 ± 16.92	< 0.001	0.054	0.887	< 0.001
กลุ่มทดลอง	116.6 ± 15.28	109.8 ± 14.44	116.9 ± 17.80	109.9 ± 13.96	0.006	0.006	< 0.001	0.006

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างช่วงเวลาต่าง ๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ค่าความดันในช่วงขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1) กับช่วงหลังฉีดยา (T2) ทั้ง 2 กลุ่ม ( $\alpha < 0.001$ ,  $\alpha = 0.001$  ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และขณะที่ช่วงหลังฉีดยา (T2) กับช่วงการกรอกระดูก (T3) มีการเพิ่มขึ้น ( $\alpha = 0.001$ ) ช่วงการกรอกระดูก (T3) กับช่วงหลังเสร็จการผ่าตัด (T4) ( $\alpha < 0.001$ ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลอง โดย

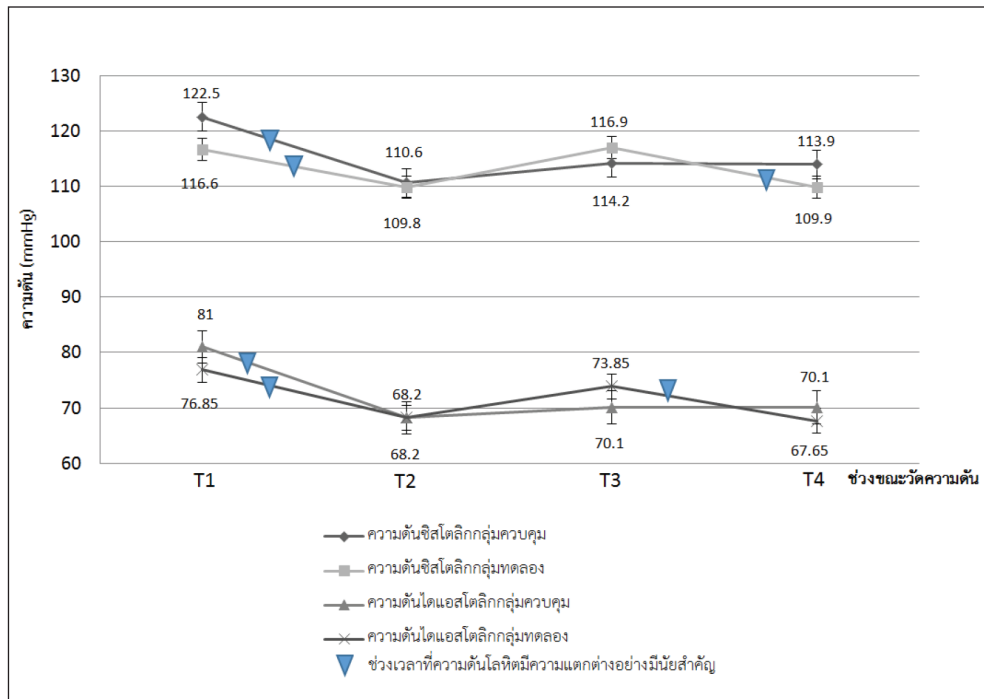
ถ้าดูตั้งแต่ช่วงขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1) กับหลังการผ่าตัด(T4) ทั้งสองกลุ่ม ( $\alpha < 0.001$ ) ความดันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Multiple Comparison for Repeated measures ANOVA; Scheffe) และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความดันโลหิตซิสโตลิกในช่วงขณะหลังฉีดยา (T2) กับเมื่อการผ่าตัดสิ้นสุด (T4) ( $\alpha = 0.049$ ) ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 2

ตารางที่ 3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ความดันโลหิตไดแอสโตลิก ระหว่างช่วงเวลาต่างๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Table 3. Differences of mean and standard deviation of a diastolic pressure between the control and experimental groups at different investigation times.

กลุ่ม	ความดันโลหิตซิสโตลิก				Multiple Comparison (Scheffe)			
	ขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1)	หลังฉีดยา (T2)	ขณะทำการกรอกระดูก (T3)	หลังเสร็จการผ่าตัด (T4)	T1vsT2	T2vsT3	T3vsT4	T1vsT4
กลุ่มควบคุม	81 ± 10.97	68.2 ± 9.05	70.1 ± 10.58	70.1 ± 9.84	< 0.001	0.168	0.999	< 0.001
กลุ่มทดลอง	76.85 ± 9.61	68.2 ± 7.61	73.85 ± 10.86	67.65 ± 9.46	0.001	0.001	< 0.001	< 0.001





รูปที่ 2 ระดับของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความดันโลหิตซิสโตลิกและไดแอสโตลิกในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ

Fig 2. Mean and standard deviation of levels of systolic and diastolic pressures of the control and experimental groups at different investigation times.

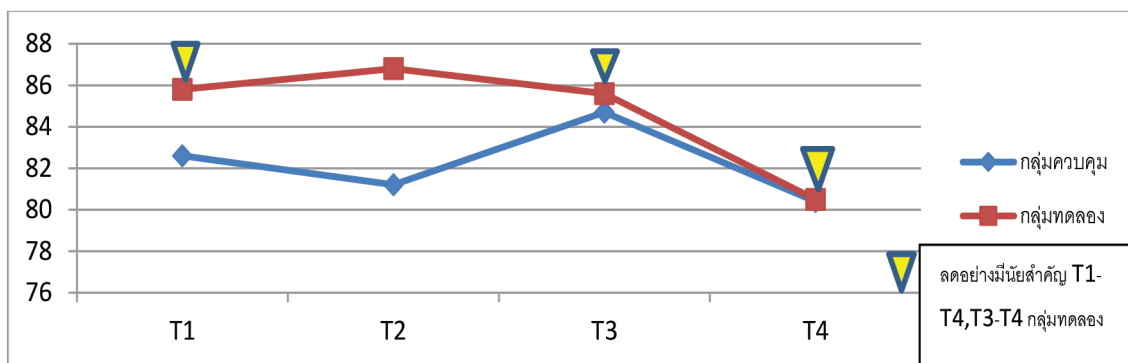
ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างช่วงเวลาต่าง ๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลปรากฏว่า จากช่วงการกรอกกระดุก (T3) กับหลังการผ่าตัด (T4) ( $\alpha = 0.004$ ) และช่วงขณะนั่งเก้าอี้หน้าห้อง (T1) กับ

หลังการผ่าตัด (T4) ( $\alpha < 0.001$ ) ในกลุ่มทดลอง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Multiple Comparison for Repeated measures ANOVA; Scheffe) ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 3

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างช่วงเวลาต่าง ๆ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Table 4. Differences of mean and standard deviation of pulse rate between the control and experimental groups at different investigation times.

กลุ่ม	อัตราการเต้นของหัวใจ				Multiple Comparison (Scheffe)			
	ขณะนั่ง เก้าอี้หน้า (T1)	หลังฉีดยา (T2)	ขณะทำการ กรอกระดูก (T3)	หลังเสร็จ การผ่าตัด (T4)	T1vsT2	T2vsT3	T3vsT4	T1vsT4
กลุ่ม ควบคุม	82.6 ± 13.03	81.2 ± 12.15	84.7 ± 13.48	80.35 ± 9.35	0.501	0.076	0.051	0.239
กลุ่ม ทดลอง	85.75 ± 10.61	86.75 ± 15.23	85.55 ± 13.89	80.45 ± 9.24	0.658	0.462	0.004	< 0.001



รูปที่ 3 ระดับของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อัตราการเต้นของหัวใจ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ

Fig 3. Demonstrating mean and standard deviation of levels of pulse rate of the control and experimental groups at different investigation times.

### บทวิจารณ์ (Discussion)

ข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่มจากตารางที่ 1 ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของเพศ อายุ การศึกษาประวัติการรักษาทางทันตกรรม ประวัติการถอนฟัน คะแนนความวิตกกังวลก่อนและหลังการผ่าตัด ระยะเวลาที่ใช้ในการผ่าตัด รวมถึงผลวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจตอนเริ่มการทดลอง ซึ่งการผ่าตัดฟันกรามใหญ่ล่างซี่ที่ 3 อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ หรือเทคนิคการผ่าตัดอาจมีผลต่อสัญญาณชีพ การศึกษาครั้งนี้จึงทำโดยทันตแพทย์ผู้ที่มีประสบการณ์เพียงคนเดียว ฟันที่คัดเข้ามาทำการผ่าตัดเลือกในลักษณะ classification I,II,III position A,B,C ที่ต้องมีการกรอทั้งกระดูกและหรือฟัน ระยะเวลาการผ่าตัดนับตั้งแต่งการใส่ยาชา รอยชามีประสิทธิภาพก่อนเริ่มการผ่าตัด ใช้ระยะเวลาในการผ่าตัดเฉลี่ย 23.2 นาที (14-39 นาที) โดยบางเคสมีการถอนฟันบนร่วมด้วย ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

การประเมินทางด้านจิตใจและอารมณ์ ประเมินจาก anxiety score โดยที่ผลของทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ BK และคณะ (16) ที่ใช้คลื่นไมโครเวฟและวัดความวิตกกังวล ด้วย visual analog scale โดยค่าความวิตกกังวลหลังจากฟังคลื่น 10 นาที ก่อนการถอนฟัน มีค่าความวิตกกังวลเริ่มต้นค่อนข้างสูงและลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p$ -value < 0.01) จาก 5.37 ลงเหลือ 3.59 (คะแนนเต็ม 10) ส่วนการศึกษานี้ให้ฟังคลื่นเสียงตลอดการผ่าตัดแล้ววัดความวิตกกังวลภายหลังการผ่าตัดเสร็จ ซึ่งการผ่าตัดอาจมีผลต่อร่างกายให้เกิดความเครียดที่มีผลต่อด้านจิตใจและอารมณ์มากขึ้นจึงทำให้คะแนนความวิตกกังวลที่วัดภายหลังไม่ลดลง

คะแนนความวิตกกังวลจะอยู่ในช่วง 5-25 คะแนน ค่าเฉลี่ยในการศึกษาครั้งนี้ทั้ง 2 กลุ่มคะแนนอยู่ที่  $9.35 \pm 4.449$  ถึง  $11.35 \pm 4.945$  ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับความวิตกกังวลค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง สอดคล้องกับที่มีประวัติทางทันตกรรมอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงประวัติเคยได้รับการ

ถอนฟันมาแล้วรวมทั้งก่อนการผ่าตัด ผู้วิจัยได้มีการสื่อสาร อธิบายขั้นตอน วิธีการผ่าตัด ข้อปฏิบัติตัวหลังการผ่าตัด ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงวิธีการจัดการกับผลที่อาจเกิดขึ้น

ดนตรีถูกนำมาใช้ในการลดความเครียด ตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคลและพบว่าสามารถลดความเครียดได้อย่างมีนัยสำคัญ (10,11) รวมถึงการใช้ยา (6) เพื่อลดความกลัว ความวิตกกังวล และในบางบทความมีการใช้เทคนิคความเงียบ เพื่อสลับความวุ่นวายของจิตใจที่ได้ผล ตลอดไปจนถึงการทำสมาธิ (20)

ในส่วนของความเครียดทางด้านร่างกาย พบว่ากลุ่มทดลองสามารถลดสัญญาณชีพได้ในช่วงท้ายของการผ่าตัด แต่มีบางช่วงที่ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น ซึ่งอาจเนื่องจากการผ่าตัดใช้ระยะเวลาที่ไม่นานพอที่คลื่นเสียงเริ่มมีผลต่อผู้ป่วย เวลาการผ่าตัด ค่าเฉลี่ย  $23.2 \pm 6.043$  นาที กลุ่มควบคุม  $22.55 \pm 5.605$  นาที กลุ่มทดลอง  $23.85 \pm 6.531$  นาที เวลาผ่าตัดของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.503$ ) การศึกษาของ Bae และคณะ ปี 2014 (21) พบว่าระยะเวลาที่มีผลต่อสัญญาณชีพนั้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างที่ได้ฟังดนตรีในระยะแรก ๆ ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงเพียงเล็กน้อยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อได้ฟังดนตรีต่อเนื่องตั้งแต่ 30 ถึง 60 นาที ความดันโลหิตเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มทดลองความดันซิสโตลิกไดแอสโตลิกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่การทดลองอาจต้องใช้เวลานานขึ้น โดยอาจต้องเพิ่มเวลาในช่วงที่นั่งรอหน้าห้องนานขึ้นอีก 20-30 นาทีขึ้นไปก่อนทำหัตถการ หรือใช้ในการผ่าตัดอื่นๆที่ใช้เวลานานมากกว่านี้ เพื่อให้ผลที่ชัดเจนมากกว่านี้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ ความดันซิสโตลิก ไดแอสโตลิก ในช่วงที่เริ่มจนเสร็จสิ้นการรักษาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่อัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างเหมือนกับในกลุ่มทดลอง อาจเป็นไปได้ที่หูฟังที่ใช้มีการตัดเสียงรบกวนจากภายนอกคือเสียงเครื่องมือ เสียงกรอฟัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wong และคณะ

ปี 2011 (22) เสี่ยงการกรอฟันทำให้เกิดความวิตกกังวลเพิ่มขึ้นได้ เช่นเดียวกับคลินิกทันตกรรมในญี่ปุ่นที่ศึกษาโดย Yamada และคณะ ปี 2006 (23) ผู้ป่วยจะรู้สึกวิตกกังวลเมื่อได้ยินเสียงกรอฟันเป็นอันดับแรก รวมถึงการเห็นเข็มฉีดยาและการเข้ามาในห้องทำฟัน ซึ่งอาจมีผลต่อความดันและอัตราการเต้นของหัวใจได้

การศึกษานี้พยายามค้นหาคลื่นที่สามารถตัดข้อจำกัดเรื่องความพึงพอใจต่อเสียงดนตรีออก แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ ก็มีผู้เข้าร่วมการวิจัยบางรายรู้สึกไม่ค่อยชอบคลื่นเสียงชนิดนี้ จึงอาจจะเป็นจุดเริ่มต้นหากมีการนำคลื่นเสียงมาใช้ทดลอง โดยให้ทำการเปิดคลื่นเสียงด้วยวิธีการผสมกับเสียงชนิดอื่นมาใช้ ส่วนความดังของคลื่นเสียงอยู่ในระดับที่อาสาสมัครไม่รู้สึกรำคาญขึ้นกับแต่ละบุคคล รวมทั้งยังสามารถสื่อสารกับทันตแพทย์ที่ทำการผ่าตัดได้ ซึ่งการทดลองก่อนหน้านี้ไม่มีระบุไว้เกี่ยวกับระดับความดังของเสียง (16)

ถ้าหากมีการทดลองในครั้งต่อไป ควรต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้ การทำผ่าตัดบางครั้งในส่วนของหูฟังอาจทำให้อาสาสมัครจัดตำแหน่งของศีรษะได้ไม่ดี ทำให้บางครั้งการผ่าตัดมีความลำบากเกิดขึ้นได้บ้าง ซึ่งอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนชนิดของหูฟังให้เป็นชนิดที่เหมาะสม หรือวัดความเครียดจากน้ำลายโดยดูจากค่าอัลฟาอะไมเลส (24) หรือวัดจากคลื่นสมองว่าอยู่ในช่วงที่มีภาวะผ่อนคลายระดับอัลฟาหรือไม่

คลื่นเสียงโบนิวรอลบิซซ์ยังมีการศึกษาไม่มาก โดยอาจนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมความเครียด ความวิตกกังวลของผู้ที่มารับการบริการทางทันตกรรมที่มีโรคทางระบบ ปัญหาแผลผ่าตัดที่หายช้าเพราะเกิดความเครียดในขณะที่ทำการผ่าตัด เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการรักษาที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

### บทสรุป (Conclusion)

จากผลการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัคร พบว่าคลื่นเสียงโบนิวรอลบิซซ์ มีผลกระทบต่อความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจ แต่ไม่ได้มีผลต่อความวิตกกังวล

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การศึกษานี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขอขอบคุณหัวหน้างานทันตกรรม ทพญ.อารยา หารรษา ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ พญ.สุรีพร ภัทรสุวรรณ ที่ให้การสนับสนุน และ ผศ.(พิเศษ) ดร.เกิ้ลชกร วินัย สยอวรรณ สถาบันพระบรมราชชนกที่ให้คำปรึกษา

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. *N Engl J Med.* 1998; 338(3):171-9.
2. Schulkin J, McEwen BS, Gold PW. Allostasis, amygdala, and anticipatory angst. *Neurosci Biobehav Rev.* 1994;18(3):385-96.
3. Cole-King A, Harding KG. Psychological factors and delayed healing in chronic wounds. *Psychosom Med.* 2001;63(2):216-20.
4. Vileikyte L. Stress and wound healing. *Clin Dermatol.* 2007;25(1):49-55.
5. Kiecolt-Glaser JK, Marucha PT, Malarkey WB, Mercado AM, Glaser R. Slowing of wound healing by psychological stress. *Lancet.* 1995;346(8984):1194-6.
6. Danworanan P, Tintara P, Niyombandit M. The changes of vital signs and sedative levels of oral surgical patients under low of oral midazolam. *Songkhla Med J.* 1999;17(1):31-37. (in Thai)
7. Prapaspong J, Pitiphat W, Puasiri S. Dental anxiety in rural adults aged 35-44 years in Sirindhorn District, Ubon Ratchathani Province. *Proceeding of the 12<sup>th</sup> Graduate Research Conference Khon Kaen University.* 2011. p. 977-87. (in Thai)

8. Appukuttan DP. Strategies to manage patients with dental anxiety and dental phobia: literature review. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2016;8:35-50. doi: 10.2147/CCIDE.S63626.
9. Mcmurtry CM, Noel M, Taddio A, Antony MM, Asmundson GJ, Riddell RP, et al. Intervention for individuals with high levels of needle fear: systematic review of randomized controlled trials and quasi-randomized controlled trials. *Clin J Pain*. 2015;31(10 Suppl):S109-23.
10. McCraty R, Barrios- Choplin B, Atkinson M, Tomasio D. The effects of different types of music on mood, tension, and mental clarity. *Altern Ther Health Med*. 1998;4(1):75-84.
11. Mckinney CH, Tims FC, Kumar AM, Kumar M. The effect of selected classical music and spontaneous imagery on plasma beta-endorphin. *J Behav Med*. 1997;20(1):85-99.
12. Yamashita K, Kibe T, Ohno S, Kohjitani A, Sugimura M. The effects of music listening during extraction of the impacted mandibular third molar on the autonomic nervous system and psychological state. *J Oral Maxillofac Surg*. 2019;77(6): 1153.e1-1153.e8. doi: 10.1016/j.joms.2019.02.028.
13. Di Nasso L, Nizzardo A, Pace R, Pierleoni F, Pagavino G, Giuliani V. Influences of 432 Hz music on the perception of anxiety during endodontic treatment: a randomized controlled clinical trial. *J Endod*. 2016;42(9):1338-43.
14. Etzel JA, Johnsen EL, Dickerson J, Tranel D, Adolphs R. Cardiovascular and respiratory responses during musical mood induction. *Int J Psychophysiol*. 2006;61(1):57-69.
15. Garcia-Argibay M, Santed MA, Reales JM. Efficacy of binaural auditory beats in cognition, anxiety, and pain perception: a meta-analysis. *Psychol Res*. 2019;83(2):357-72.
16. Isik BK, Esen A, Büyükerkmen B, Kiliç A, Menziletoglu D. Effectiveness of binaural beats in reducing preoperative dental anxiety. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017;55(6):571-4.
17. Permsuk A, Kompetpanee S, Jantakhin Y. The effects of visualizing valence picture and listening to classical thai music inserting binaural beats on the first stage of labor pain and vital signs of primigravidarum. *Research Methodology and Cognitive Science*. 2018;16(1):26-40. (in Thai)
18. Sununliganon L, Pratomnam S, Chartkraibanch K. The effect of pre-operative instruction on anxiety reduction in the patient undergoing tooth extraction. *J Dent Assoc Thai*. 2008;58(2):85-92. (in Thai)
19. Humphris GM, Morrison T, Lindsay SJ. The modified dental anxiety scale: validation and United Kingdom norms. *Community Dent Health*. 1995;12(3):143-50.
20. Naowan W, Eamprasert A. Stress management and related factors of work life quality management. *Journal Management Science Review*. 2020;22(1):223-32. (in Thai)
21. Bae I, Lim HM, Hur MH, Lee M. Intra-operative music listening for anxiety, the BIS index, and the vital signs of patients undergoing regional anesthesia. *Complement Ther Med*. 2014; 22(2):251-7.
22. Wong HM, Mak CM, Xu YF. A four-part setting on examining the anxiety-provoking capacity of the sound of dental equipment. *Noise Health*. 2011;13(55):385-91.
23. Yamada T, Ebisu S, Kuwano S. A questionnaire survey on the effect of the sound of dental drills on the feeling of patients in dental clinics. 2006;27(5):305-8.

24. Chaturvedi Y, Chaturvedy S, Marwah N, Chaturvedi S, Agarwal S, Agarwal N. Salivary cortisol and alpha-amylase-biomarkers of stress in children undergoing extraction: An in vivo study. Int J Clin Pediatr Dent. 2018;11(3):214-8.

**ติดต่อบทความ:**

ทพ.อธีวัฒน์ ตันติสัมฤทธิ์

งานทันตกรรม ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุชลประทาน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 222 หมู่ 1 ถนนติวานนท์

บางตลาด ปากเกร็ด นนทบุรี 11120

โทรศัพท์: 02 502 2345 ต่อ 4884

อีเมล: korntan@gmail.com

**Corresponding author:**

Dr. Athiwat Tantisamrit

Dental Department, Panyananthaphikkhu

Chonprathan Medical Center, Srinakharinwirot

University,

222 moi 1, Tiwanon Road, Bangtalat, Pakkret,

Nonthaburi, 11120, Thailand.

Tel: (662) 502 2345 ext. 4884

E-mail: korntan@gmail.com



## ผลของการบ้วนปากหลังการแปรงฟันในการลดแผ่นคราบชีวภาพ

พรรณษกร แสงแก้ว\* กฤตมา ก้าวเกรียงไกร\* ชวัญชนก ต้นวัฒนากุล\* สรรพวุฒิ แสนเสมอ\*  
อัญชิสสา เปล่งอารมณ์\* วรุณี เกิดวงศ์บัณฑิต\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** ศึกษาผลของการบ้วนปากหลังการแปรงฟันต่อการลดแผ่นคราบชีวภาพ

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** ผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 36 คน จะได้รับการอบรมเรื่องการแปรงฟัน การขูดหินน้ำลายและขัดฟันในการนัดครั้งที่ 1 งดการทำความสะอาดช่องปากใด ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนวันนัดครั้งที่ 2 แล้วให้แปรงฟันตามวิธีที่จับฉลากได้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธีการ คือ การแปรงฟันแบบไม่บ้วนปาก และการแปรงฟันแล้วบ้วนปาก ตรวจวัดดัชนีคราบจุลินทรีย์ทันที และหลังจากผ่านไป 5 นาที ขูดหินน้ำลายและขัดฟัน งดการทำความสะอาดช่องปากใด ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนวันนัดครั้งที่ 3 แล้วทำการศึกษาเช่นเดียวกับการนัดครั้งที่ 2

**ผลการศึกษา:** แบ่งกลุ่มที่แปรงฟันแบบไม่บ้วนปากและกลุ่มที่แปรงฟันแล้วบ้วนปาก ทั้ง 2 กลุ่ม มีข้อมูล 3 ชุด ชุดที่ 1 ก่อนการแปรงฟัน ชุดที่ 2 หลังการแปรงฟันทันที ชุดที่ 3 หลังการแปรงฟัน 5 นาที ในแต่ละชุด ประกอบไปด้วย ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้า ฟันหลัง ซึ่งประกอบไปด้วยทั้งหมดของด้านนั้น ๆ ขอบเหงือก และด้านประชิด พบว่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ของ 2 กลุ่ม มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่มในทุกด้าน ยกเว้นด้านประชิดเมื่อวัดผลหลังแปรงฟันทันที และเมื่อเวลาผ่านไปไว้ 5 นาที คราบจุลินทรีย์ด้านประชิดลดลงอีก จนเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่บริเวณขอบเหงือกของฟันหน้า ณ เวลาทันทีและ 5 นาทีหลังจากแปรงฟันแบบไม่บ้วนปาก เมื่อเทียบกับแบบบ้วนปาก ที่  $p\text{-value} < 0.05$

**สรุป:** การแปรงฟันลดคราบจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การบ้วนปากหลังการแปรงฟันไม่ช่วยลดคราบจุลินทรีย์ที่ยึดกับผิวฟัน

**คำสำคัญ:** แผ่นคราบชีวภาพ คราบจุลินทรีย์ การบ้วนปาก การแปรงฟัน การแปรงฟันแบบไม่บ้วนปาก

วันที่รับ: 19 ธันวาคม 2565

วันที่แก้ไข: 25 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่ตอบรับ: 20 กรกฎาคม 2566

## The Effect of Post-Brushing Rinsing on Reducing Dental Biofilm

Pansakorn Sangkaew\* Kritima Kaokriengkrai\* Khwanchanok Tunwattanagul\* Sappawut Sansamer\* Anchisa Plengarom\* Varunee Kerdvongbundit\*

### Abstract

**Objective:** To study the effects of brushing with rinsing on reducing dental biofilm.

**Materials and Methods:** Thirty-six participants received training on toothbrushing, supragingival scaling, and tooth polishing during the first appointment. They were instructed to refrain from any oral hygiene care for 24 hours before the second appointment. For the second visit, each participant brushed their teeth according to the drawing method which is toothbrushing without rinsing and with rinsing. The plaque index was recorded immediately, after five minutes and tooth prophylaxis was accomplished right after. Prior to the third visit, 24 hours without oral hygiene care and the same procedure as the second visit was followed.

**Results:** The study included two groups: toothbrushing without rinsing and toothbrushing with rinsing. Both groups provided data for three sets: Set 1 pre-brushing, Set 2 immediately post-brushing, and Set 3 post-5-minute brushing. Each set was done on buccal, lingual, anterior, posterior which is composed of total area of that aspect, marginal and proximal area. Statistical analysis revealed a significant reduction in dental plaque indices for both groups, with no significant differences observed between the two groups in all aspects except for the gingival margin immediately post-brushing. However, after a 5-minute interval, dental plaque on the gingival margin significantly decreased, demonstrating a statistically significant difference when compared to the baseline values. Notably, there were statistically significant differences at the gingival margin of the anterior teeth immediately and 5 minutes after toothbrushing when comparing rinsing without rinsing with a p-value < 0.05.

**Conclusion:** Toothbrushing significantly reduces dental plaque, but rinsing after toothbrushing does not contribute to a further reduction in plaque adhering to tooth surfaces.

**Keywords:** Dental biofilm, Dental plaque, Mouth rinsing, Toothbrushing, Toothbrushing without rinsing

Received Date: Dec 19, 2022

Revised Date: Feb 25, 2023

Accept Date: Jul 20, 2023

\*School of Dentistry, Mae Fah Luang University, 365, Moo 12, Nang Lae Subdistrict, Mueang Chiang Rai District, Chiang Rai 57100, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

คราบจุลินทรีย์คือ แผ่นคราบชีวภาพ (dental biofilm) ที่สะสมอยู่บนผิวฟัน ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยรวมกันเป็นกลุ่ม การก่อตัวคราบจุลินทรีย์เริ่มจากไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ในน้ำลายมาเคลือบปกคลุมบนผิวฟันเรียกว่า เพลลลิเคิล (pellicle) ใน 24 ชั่วโมงหลังจากการแปรงฟันจะเกิดแผ่นคราบชีวภาพบนผิวฟัน แต่ยังไม่มีการสะสมของแบคทีเรีย จากนั้นจึงเริ่มมีการเกาะและเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย เรียกว่าคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) การแปรงฟันอย่างน้อยวันละ 1 ครั้งสามารถลดคราบจุลินทรีย์และลดโอกาสการเกิดโรคปริทันต์ได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การใช้แปรงสีฟันร่วมกับการใช้ไหมขัดฟันมีประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ในช่องปากได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับการกำจัดคราบจุลินทรีย์ด้วยวิธีการอื่นๆ (1) และการใช้ไหมขัดฟันสามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์บริเวณด้านประชิดได้มากกว่าการแปรงฟันเพียงอย่างเดียว จึงสามารถลดการเกิดโรคปริทันต์และโรคฟันผุด้านประชิดของฟันรวมถึงส่งเสริมอวัยวะปริทันต์ให้มีสุขภาพที่ดี โดยปกติคนทั่วไปจะบ้วนปากหลังการทำความสะอาดด้วยการแปรงฟันและ/หรือการใช้ไหมขัดฟันเสมอ แต่ด้วยมีแนวคิดของการไม่บ้วนหลังการทำความสะอาดช่องปากเพื่อหวังผลของฟลูออไรด์ที่คงค้างอยู่ในช่องปากหรือที่เรียกว่าแปรงฟันแบบแห้ง (1,2) จากการศึกษาของ Van der Sluijs และคณะ ในปี 2017 (3) ไม่พบความแตกต่างของการกำจัดคราบจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญของการบ้วนปากก่อนหรือหลังการแปรงฟัน และมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการบ้วนหลังแปรงฟันและการเกิดโรคเหงือกอักเสบ ซึ่งเปรียบเทียบในน้ำยาบ้วนปากต่างชนิดกันได้แก่ คลอร์เฮกซีดีน (chlorhexidine) โพรไบโอติกส์ (probiotics) สมุนไพร (herb) และน้ำมันหอมระเหย (essential Oil) เมื่อใช้ร่วมกับการทำความสะอาดด้วยวิธีกล แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในการลดคราบจุลินทรีย์และโรคเหงือกอักเสบ เมื่อเทียบกับไม่ได้ใช้น้ำยาบ้วนปากในกลุ่มดังกล่าว (4)

วิธีการควบคุมคราบจุลินทรีย์เชิงกลไม่ว่าจะเป็นการแปรงฟันหรือเครื่องมือทำความสะอาดช่องฟันทำให้แผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวฟันหลุดออก (detached) จึงมีส่วนที่ติดอยู่ในบริเวณที่ทำความสะอาดไม่ถึงและส่วนที่หลุดออกมา แต่ยังคงค้างอยู่ที่ผิวฟันหรือในช่องปาก การบ้วนปากหลังการแปรงฟันที่ปฏิบัติกันเป็นประจำ จะช่วยให้เศษอาหารแผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์ที่ไม่ยึดกับผิวฟันหลุดออกมาได้ การบ้วนปากจึงเป็นวิธีหนึ่งที่คนนิยมใช้หลังจากการแปรงฟัน แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงการคงค้างของแผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์หลังแปรงฟันแบบไม่บ้วนปาก และการไม่บ้วนปากอาจทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการหลงเหลือของคราบจุลินทรีย์หรือเศษอาหารหลังจากทำความสะอาดช่องปากอีกด้วย การศึกษาวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการบ้วนปากหลังการแปรงฟันต่อการลดแผ่นคราบชีวภาพ

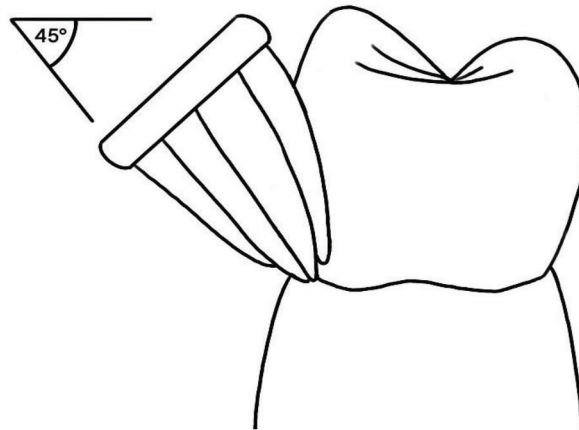
## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and methods)

ผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 36 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง มีฟันถาวรอย่างน้อย 24 ซี่ และมีฟันที่เหลืออยู่ในแต่ละจุดภาค (quadrant) อย่างน้อย 5 ซี่ ปราศจากฟันผุที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์ (caries related) หรือผิวนเคลือบฟันผุผิดปกติในทุกกรณี ปราศจากการติดเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟัน มีสภาพปริทันต์เป็นโรคเหงือกอักเสบชนิดอ่อนถึงปานกลาง ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะถูกคัดออกจากโครงการวิจัย (exclusion criteria) หรือยุติการวิจัยก่อนกำหนดเมื่อพบโรคเหงือกอักเสบขั้นรุนแรงหรือโรคปริทันต์อักเสบ มีสุขภาพไม่แข็งแรง ประสงค์ไม่เข้าร่วมวิจัย แพ้สารสีย้อมแผ่นคราบชีวภาพอีรีโทรซิน (erythrosine) มีเหงือกอักเสบเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ตลอดการศึกษา การศึกษานี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 2565 รหัสโครงการวิจัย: EC 22097-22 COA: 169/2022 คำนวนขนาดตัวอย่างจากสูตรของ Lemeshow และคณะในปี 1990 (5) ได้ขนาดตัวอย่าง 36 คน

### การดำเนินการวิจัย

การนัดครั้งที่ 1 ผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นอาสาสมัครจากสำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงและผู้สนใจเข้าร่วมการศึกษา เริ่มต้นจะได้รับการตรวจตามเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วม

โครงการวิจัย เมื่อผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้ว ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะได้รับการอบรมสาธิตการแปรงฟันวิธีมอดิฟายด์แบสส์ (modified Bass technique) (6) โดยไม่ใช้ยาสีฟัน แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงวิธีแปรงฟันโดยวิธีมอดิฟายด์แบสส์

Fig 1. Shows modified Bass toothbrushing technique.

### การแปรงฟันวิธีมอดิฟายด์แบสส์

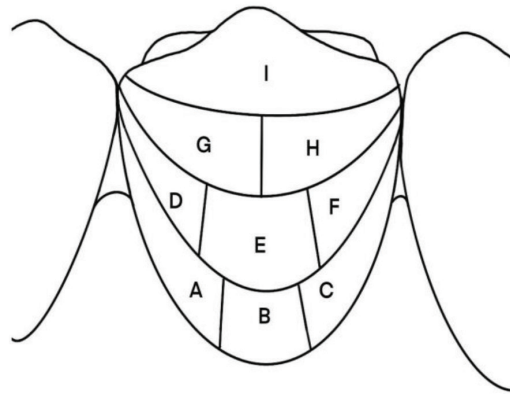
- แปรงให้ขนแปรงคลุมฟันจำนวน 3-4 ซี่ โดยออกแรงกลับไปมาในระยะสั้นๆ อย่างนุ่มนวล และเกิดการเคลื่อนไหว ที่ปลายขนแปรง เริ่มแปรงจากซี่ที่อยู่ข้างในที่สุดของขากรรไกร

- การแปรงด้านบดเคี้ยวให้วางขนแปรงขนานกับแนวระนาบสบฟัน

- การแปรงด้านแก้มและด้านลิ้นให้วางขนแปรงระดับขอบเหงือกโดยเอียง 45 องศากับแนวแกนฟัน

ผู้วิจัยทำการสาธิตการแปรงฟันวิธีมอดิฟายด์แบสส์ จนผู้เข้าร่วมการศึกษปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยใช้เวลาในการแปรงฟันจตุภาค (quadrant) ละ 30 วินาที (3,7) ก่อนการทดลองผู้วิจัยทำการชูดหินน้ำลาย ขัดฟัน และมอบแปรงสีฟันสำหรับใช้ในการทดลองแก่ผู้เข้าร่วมการศึกษา โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาดูการ

ทำความสะอาดช่องปากใด ๆ รวมทั้งการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดช่องปาก เช่น น้ำยาบ้วนปาก หมากฝรั่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนวัดนัดทำการทดลอง (3) ในวันทดลองผู้เข้าร่วมการศึกษาก็ได้รับการตรวจแผ่นคราบชีวภาพ โดยใช้ดัชนีคราบจุลินทรีย์รัสโตกิโมดิฟายด์เนวี (Rustogi Modified Navy Plaque Index; RMNPI) (8) แบ่งเป็น 9 บริเวณ ซึ่งแบ่งเป็นบริเวณขอบเหงือก (marginal หรือ gumline tooth zones) ประกอบไปด้วยบริเวณ A, B และ C และบริเวณด้านประชิด (proximal หรือ interproximal tooth zones) ประกอบไปด้วยบริเวณ D และ F (ฟัน 1 ซี่ จะแบ่งเป็น 18 บริเวณ) ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่พบคราบจุลินทรีย์ และ 1 เมื่อพบคราบจุลินทรีย์ ตรวจทุกซี่ทุกด้านของฟันก่อนการทดลองในแต่ละครั้ง แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ดัชนีคราบจุลินทรีย์รัสโตกิมอดิฟายด์เนวี (Rustogi et al., 1992) A, B และ C = บริเวณขอบเหงือก; D และ F = บริเวณด้านประชิด

Fig 2. Rustogi Modified Navy Plaque Index; RMNPI. (Rustogi et al.,1992) A, B and C = Gumline tooth zones; D and F = Interproximal tooth zones.

การนัดครั้งที่ 2 ผู้เข้าร่วมการศึกษาที่งดการทำความสะอาดช่องปากมาแล้ว 24 ชั่วโมง จับฉลากเลือกวิธีการที่เตรียมไว้ทั้งหมด 36 ชิ้น ดังตารางที่ 1

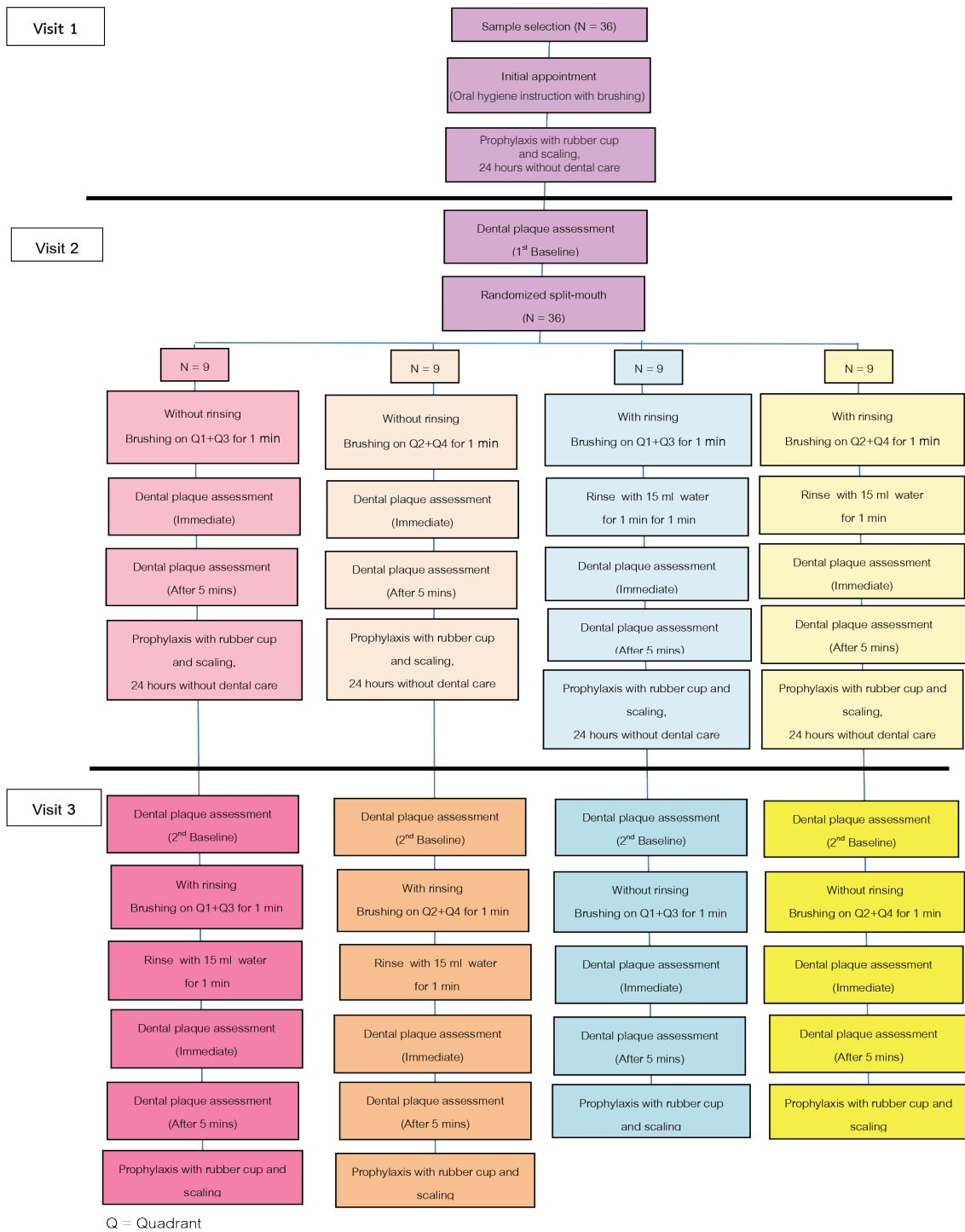
ตารางที่ 1 แสดงฉลาก 36 ชิ้น สำหรับผู้เข้าร่วมการศึกษา 36 คน

Table 1. Thirty-six labels for 36 volunteers.

รูปแบบที่ 1 (ฉลาก 9 ชิ้น)	รูปแบบที่ 2 (ฉลาก 9 ชิ้น)	รูปแบบที่ 3 (ฉลาก 9 ชิ้น)	รูปแบบที่ 4 (ฉลาก 9 ชิ้น)
การนัดครั้งที่ 2 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 1 และ 3 ไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 2 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 2 และ 4 ไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 2 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 1 และ 3 บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 2 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 2 และ 4 บ้วนปากหลังการแปรงฟัน
การนัดครั้งที่ 3 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 1 และ 3 บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 3 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 2 และ 4 บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 3 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 1 และ 3 ไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน	การนัดครั้งที่ 3 แปรงฟัน ที่จุดภาคที่ 2 และ 4 ไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน

ก่อนการนัดครั้งที่ 2 และ 3 ผู้เข้าร่วมการศึกษา จะได้รับการชูดหินน้ำลายและขัดฟัน งดการทำความสะอาดช่องปากใด ๆ รวมทั้งงดการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดช่องปาก เช่น น้ำยาบ้วนปาก หมากฝรั่ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนวันทดลอง ในการนัดครั้งที่ 2 และ 3 ให้ทดลองดังนี้ ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการตรวจดัชนีคราบจุลินทรีย์โดยการย้อมสีย้อมแผ่นคราบชีวภาพอีริโทรซิน (erythrosine solution ร้อยละ 6 คณะ

ทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร) และให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาแปรงฟันตามวิธีการที่จับฉลากได้ สำหรับผู้ที่ได้รับวิธีการบ้วนปากหลังแปรงฟัน ให้บ้วนด้วยน้ำ 15 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที (3) ผู้วิจัยทำการตรวจดัชนีคราบจุลินทรีย์ทันที และหลังจากผ่านไป 5 นาที เพื่อเป็นค่าดัชนีหลังการทำความสะอาดช่องปาก ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงแผนผังการดำเนินการวิจัย  
 Fig 3. Flowchart of the study design.



### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการนัดหมายผู้เข้าร่วมการศึกษา ครั้งที่ 2 และ 3 ตรวจดัชนีคราบจุลินทรีย์ ตามผลการจับฉลาก ในการนัดครั้งที่ 2

- ทันที่ที่มา (baseline)
- ทันทีหลังการแปรงฟันและไม่บ้วนปาก
- 5 นาทีหลังการแปรงฟันและไม่บ้วนปาก
- ทันทีหลังการแปรงฟันและบ้วนปาก
- 5 นาทีหลังการแปรงฟันและบ้วนปาก

การตรวจและบันทึกดัชนีคราบจุลินทรีย์แต่ละครั้งกระทำโดยผู้วิจัย 2 คนที่ถูกปรับมาตรฐาน ใช้การศึกษาปกปิดทางเดียวแบบไขว้กัน (cross-over single-blind clinical trial) ผู้วิจัยทั้ง 2 คน จะไม่ทราบว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาจับฉลากได้วิธีการทดลองรูปแบบใด และไม่ตรวจผู้เข้าร่วมการศึกษาซ้ำคน ส่วนผู้วิจัยคนที่ 3 และ 4 จะเป็นผู้ควบคุมการจับฉลาก และจับเวลาในการทำความสะอาดช่องปากของผู้เข้าร่วมการศึกษา

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) (1) พบว่าข้อมูลเป็นชนิดพาราเมตริก (parametric) จึงใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) สำหรับการเปรียบเทียบการทำความสะอาดช่องปาก หลังทำความสะอาดทันทีและ 5 นาที ใช้การทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (independent - samples t test) สำหรับการศึกษาค่าความแตกต่างระหว่างการไม่บ้วนปากและการบ้วนปาก (p-value < 0.05)

### ผลการศึกษา (Results)

จากตารางที่ 2 พบว่าดัชนีคราบจุลินทรีย์หลังจากการแปรงฟันทั้งไม่บ้วนปากและบ้วนปาก มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน ยกเว้นด้านประชิดเมื่อวัดผลหลังแปรงฟันทันที มีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ด้านประชิด ที่อยู่ด้านแก้มมีค่า  $0.17 \pm 0.06$  และ  $0.17 \pm 0.07$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ด้านลิ้นมีค่า  $0.16 \pm 0.07$  และ  $0.15 \pm 0.08$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ฟันหลังมีค่า  $0.16 \pm 0.07$  และ  $0.16 \pm 0.07$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปไว้ 5 นาที คราบจุลินทรีย์ด้านประชิดลดลงอีกจนเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น โดยมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ด้านประชิด ที่อยู่ด้านแก้มมีค่า  $0.15 \pm 0.07$  และ  $0.15 \pm 0.07$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ด้านลิ้นมีค่า  $0.14 \pm 0.07$  และ  $0.14 \pm 0.09$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ฟันหลังมีค่า  $0.14 \pm 0.07$  และ  $0.15 \pm 0.07$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีคราบจุลินทรีย์ ที่ฟันหน้าบริเวณขอบเหงือกทันทีหลังแปรงฟันในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก โดยมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์  $0.27 \pm 0.07$  และ  $0.23 \pm 0.09$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ตามลำดับที่ (p-value 0.033) และ 5 นาทีหลังการแปรงฟันมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์  $0.25 \pm 0.07$  และ  $0.21 \pm 0.11$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ตามลำดับ ที่ (p-value 0.017) ส่วนตารางที่ 3 ไม่พบความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้าและฟันหลังของสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ยกเว้นฟันหน้าบริเวณขอบเหงือกหลังแปรงฟัน 5 นาที ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก (p-value 0.034) โดยความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์  $0.07 \pm 0.07$  และ  $0.11 \pm 0.11$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปากตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์ ก่อนการทำความสะอาดช่องปากทันที และ 5 นาทีหลังทำความสะอาดช่องปาก ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้า และฟันหลัง ในสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก

Table 2. Mean  $\pm$  SD of baseline, immediate, after-5-minute assessment at buccal, lingual, anterior and posterior areas in the two groups between brushing without rinsing and with rinsing.

Area	Rustogi Modified Navy Plaque Index; RMNPI (Mean $\pm$ SD)		p-value
	Brushing without Rinsing	Brushing with Rinsing	
Baseline			
Buccal			
Total	0.78 $\pm$ 0.11	0.73 $\pm$ 0.14	0.102
Marginal	0.33 $\pm$ 0.01	0.32 $\pm$ 0.03	0.037
Proximal	0.20 $\pm$ 0.03	0.20 $\pm$ 0.04	0.596
Lingual			
Total	0.77 $\pm$ 0.15	0.75 $\pm$ 0.13	0.501
Marginal	0.32 $\pm$ 0.03	0.33 $\pm$ 0.02	0.804
Proximal	0.19 $\pm$ 0.05	0.20 $\pm$ 0.04	0.771
Anterior			
Total	0.76 $\pm$ 0.14	0.70 $\pm$ 0.17	0.089
Marginal	0.33 $\pm$ 0.02	0.32 $\pm$ 0.03	0.468
Proximal	0.19 $\pm$ 0.05	0.19 $\pm$ 0.05	0.961
Posterior			
Total	0.78 $\pm$ 0.12	0.76 $\pm$ 0.12	0.408
Marginal	0.33 $\pm$ 0.02	0.32 $\pm$ 0.03	0.295
Proximal	0.20 $\pm$ 0.04	0.20 $\pm$ 0.04	0.640
Immediate			
Buccal			
Total	0.61 $\pm$ 0.16*	0.56 $\pm$ 0.19*	0.079
Marginal	0.27 $\pm$ 0.07*	0.26 $\pm$ 0.08*	0.320
Proximal	0.17 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.07	0.989
Lingual			
Total	0.59 $\pm$ 0.21*	0.53 $\pm$ 0.22*	0.136
Marginal	0.26 $\pm$ 0.08*	0.25 $\pm$ 0.10*	0.415
Proximal	0.16 $\pm$ 0.07	0.15 $\pm$ 0.08	0.807
Anterior			
Total	0.60 $\pm$ 0.20*	0.51 $\pm$ 0.20*	0.014
Marginal	0.27 $\pm$ 0.07*	0.23 $\pm$ 0.09*	0.033
Proximal	0.16 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.08	0.632
Posterior			
Total	0.60 $\pm$ 0.18*	0.57 $\pm$ 0.20*	0.477
Marginal	0.27 $\pm$ 0.08*	0.27 $\pm$ 0.08	0.831
Proximal	0.16 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.07	0.882
After 5 minutes			
Buccal			
Total	0.53 $\pm$ 0.19**	0.50 $\pm$ 0.18**	0.278
Marginal	0.26 $\pm$ 0.09**	0.24 $\pm$ 0.08**	0.261
Proximal	0.15 $\pm$ 0.07**	0.15 $\pm$ 0.07**	0.939
Lingual			
Total	0.52 $\pm$ 0.20**	0.49 $\pm$ 0.22**	0.443
Marginal	0.25 $\pm$ 0.09**	0.23 $\pm$ 0.10**	0.261
Proximal	0.14 $\pm$ 0.07**	0.14 $\pm$ 0.09**	0.716
Anterior			
Total	0.52 $\pm$ 0.19**	0.45 $\pm$ 0.21**	0.017
Marginal	0.25 $\pm$ 0.07**	0.21 $\pm$ 0.11**	0.017
Proximal	0.14 $\pm$ 0.07	0.14 $\pm$ 0.08	0.968
Posterior			
Total	0.52 $\pm$ 0.20**	0.53 $\pm$ 0.19**	0.756
Marginal	0.26 $\pm$ 0.09**	0.26 $\pm$ 0.07**	0.868
Proximal	0.14 $\pm$ 0.07**	0.15 $\pm$ 0.07**	0.602

\* Statistically significant difference from baseline and immediate assessment (p-value < 0.05).

\*\* Statistically significant difference from baseline and after-5-minute assessment (p-value < 0.05).

ตารางที่ 3 ความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลา  
ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้าและฟันหลังของสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก

**Table 3. Mean  $\pm$  SD difference of plaque index in each interval at buccal, lingual, anterior and posterior areas in the two groups between brushing without rinsing and with rinsing.**

Area	Rustogi Modified Navy Plaque Index ; RMNPI (Mean $\pm$ SD)		p-value
	Brushing without Rinsing	Brushing with Rinsing	
Baseline - Immediate			
Buccal			
Total	0.17 $\pm$ 0.16	0.17 $\pm$ 0.16	0.844
Marginal	0.06 $\pm$ 0.07	0.05 $\pm$ 0.08	0.858
Proximal	0.06 $\pm$ 0.05	0.03 $\pm$ 0.06	0.644
Lingual			
Total	0.19 $\pm$ 0.19	0.22 $\pm$ 0.18	0.311
Marginal	0.06 $\pm$ 0.07	0.08 $\pm$ 0.10	0.363
Proximal	0.04 $\pm$ 0.06	0.04 $\pm$ 0.06	0.574
Anterior			
Total	0.17 $\pm$ 0.18	0.19 $\pm$ 0.20	0.432
Marginal	0.06 $\pm$ 0.08	0.09 $\pm$ 0.10	0.087
Proximal	0.03 $\pm$ 0.05	0.03 $\pm$ 0.08	0.658
Posterior			
Total	0.19 $\pm$ 0.17	0.19 $\pm$ 0.16	0.966
Marginal	0.06 $\pm$ 0.07	0.04 $\pm$ 0.08	0.489
Proximal	0.04 $\pm$ 0.06	0.03 $\pm$ 0.05	0.577
Baseline - After 5 minutes			
Buccal			
Total	0.25 $\pm$ 0.18	0.23 $\pm$ 0.16	0.653
Marginal	0.07 $\pm$ 0.09	0.07 $\pm$ 0.08	0.741
Proximal	0.06 $\pm$ 0.06	0.05 $\pm$ 0.06	0.656
Lingual			
Total	0.26 $\pm$ 0.18	0.26 $\pm$ 0.18	0.916
Marginal	0.07 $\pm$ 0.07	0.09 $\pm$ 0.09	0.191
Proximal	0.06 $\pm$ 0.06	0.05 $\pm$ 0.07	0.868
Anterior			
Total	0.24 $\pm$ 0.17	0.25 $\pm$ 0.22	0.743
Marginal	0.07 $\pm$ 0.07	0.11 $\pm$ 0.11	0.034
Proximal	0.06 $\pm$ 0.06	0.05 $\pm$ 0.08	0.997
Posterior			
Total	0.26 $\pm$ 0.18	0.23 $\pm$ 0.15	0.397
Marginal	0.07 $\pm$ 0.08	0.06 $\pm$ 0.07	0.519
Proximal	0.06 $\pm$ 0.07	0.05 $\pm$ 0.06	0.427
Immediate - After 5 minutes			
Buccal			
Total	0.08 $\pm$ 0.09	0.06 $\pm$ 0.12	0.352
Marginal	0.01 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.05	0.854
Proximal	0.02 $\pm$ 0.03	0.02 $\pm$ 0.04	0.895
Lingual			
Total	0.07 $\pm$ 0.10	0.03 $\pm$ 0.16	0.239
Marginal	0.01 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.08	0.783
Proximal	0.02 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.05	0.384
Anterior			
Total	0.08 $\pm$ 0.09	0.05 $\pm$ 0.14	0.470
Marginal	0.01 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.07	0.732
Proximal	0.02 $\pm$ 0.04	0.01 $\pm$ 0.06	0.611
Posterior			
Total	0.07 $\pm$ 0.09	0.03 $\pm$ 0.13	0.153
Marginal	0.01 $\pm$ 0.04	0.01 $\pm$ 0.06	0.948
Proximal	0.02 $\pm$ 0.03	0.01 $\pm$ 0.04	0.455

ตารางที่ 4 แสดงบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ใน 9 บริเวณของฟันทุกซี่ทุกด้าน พบบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์หลังจากการแปรงฟันทั้งไม่บ้วนปากและบ้วนปาก มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน ยกเว้นด้านประชิดเมื่อวัดผลหลังแปรงฟันทันที มีบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ด้านประชิด ที่อยู่ด้านแก้มมีค่า  $20.14 \pm 7.08$  และ  $20.56 \pm 8.54$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ด้านลิ้นมีค่า  $18.92 \pm 8.38$  และ  $19.06 \pm 10.26$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปไว้ 5 นาที บริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ด้านประชิดลดลงอีกจนเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น โดยบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ด้านประชิดที่อยู่

ด้านแก้มมีค่า  $17.69 \pm 8.89$  และ  $18.17 \pm 8.52$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ด้านลิ้นมีค่า  $17.03 \pm 8.73$  และ  $17.81 \pm 10.90$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีคราบจุลินทรีย์ ที่พื้นหน้าบริเวณขอบเหงือก ทันทีหลังแปรงฟันในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก โดยมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์  $28.64 \pm 7.71$  และ  $25.42 \pm 11.67$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ตามลำดับ ที่ (p-value 0.036) และ 5 นาทีหลังการแปรงฟันมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์  $27.61 \pm 8.61$  และ  $23.28 \pm 12.03$  ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ตามลำดับ ที่ (p-value 0.018)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ ก่อนการทำความสะอาดช่องปาก ทันทีและ 5 นาทีหลังทำความสะอาดช่องปาก ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้า และฟันหลัง ในสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก

**Table 4. Mean  $\pm$  SD of plaque accumulated area at baseline, immediate, after-5-minute assessment on buccal, lingual, anterior and posterior areas in the two groups between brushing without rinsing and with rinsing.**

Area	Rustogi Modified Navy Plaque Index ; RMNPI (Mean $\pm$ SD)		p-value
	Brushing without Rinsing	Brushing with Rinsing	
Baseline			
Buccal			
Total	92.94 $\pm$ 14.75	88.06 $\pm$ 18.22	0.110
Marginal	39.58 $\pm$ 3.20	38.33 $\pm$ 4.79	0.028
Proximal	24.42 $\pm$ 4.04	23.97 $\pm$ 5.11	0.674
Lingual			
Total	92.58 $\pm$ 17.95	90.42 $\pm$ 17.44	0.575
Marginal	38.89 $\pm$ 4.56	39.08 $\pm$ 3.29	0.800
Proximal	23.28 $\pm$ 5.82	23.78 $\pm$ 5.30	0.711
Anterior			
Total	81.78 $\pm$ 15.42	75.42 $\pm$ 18.68	0.092
Marginal	34.86 $\pm$ 2.86	34.39 $\pm$ 3.51	0.487
Proximal	20.50 $\pm$ 5.35	20.47 $\pm$ 6.18	0.984
Posterior			
Total	103.75 $\pm$ 18.55	101.50 $\pm$ 20.69	0.497
Marginal	43.50 $\pm$ 5.87	42.67 $\pm$ 6.42	0.331
Proximal	27.11 $\pm$ 5.42	26.72 $\pm$ 6.00	0.745
Immediate			
Buccal			
Total	72.94 $\pm$ 19.63*	68.14 $\pm$ 24.80*	0.079
Marginal	33.03 $\pm$ 8.95*	31.81 $\pm$ 10.65*	0.283
Proximal	20.14 $\pm$ 7.08	20.56 $\pm$ 8.54	0.951
Lingual			
Total	70.61 $\pm$ 25.66*	65.44 $\pm$ 29.13*	0.140
Marginal	31.36 $\pm$ 9.81*	30.47 $\pm$ 13.42*	0.383
Proximal	18.92 $\pm$ 8.38	19.06 $\pm$ 10.26	0.856
Anterior			
Total	63.86 $\pm$ 21.71*	56.00 $\pm$ 26.04*	0.015
Marginal	28.64 $\pm$ 7.71*	25.42 $\pm$ 11.67*	0.036
Proximal	17.39 $\pm$ 7.55	17.19 $\pm$ 9.80	0.623
Posterior			
Total	78.89 $\pm$ 25.90*	77.28 $\pm$ 28.70*	0.494
Marginal	35.81 $\pm$ 11.83*	36.86 $\pm$ 12.55	0.871
Proximal	21.67 $\pm$ 9.14	22.42 $\pm$ 9.50	0.801
After 5 minutes			
Buccal			
Total	63.56 $\pm$ 23.11**	61.00 $\pm$ 23.88**	0.270
Marginal	31.28 $\pm$ 11.18**	29.81 $\pm$ 10.56**	0.233
Proximal	17.69 $\pm$ 8.89**	18.17 $\pm$ 8.52**	0.900
Lingual			
Total	63.72 $\pm$ 25.79**	60.22 $\pm$ 27.76**	0.415
Marginal	31.03 $\pm$ 10.84**	28.42 $\pm$ 11.53**	0.209
Proximal	17.03 $\pm$ 8.73**	17.81 $\pm$ 10.90**	0.691
Anterior			
Total	56.83 $\pm$ 22.72**	49.33 $\pm$ 24.47**	0.017
Marginal	27.61 $\pm$ 8.61**	23.28 $\pm$ 12.03**	0.018
Proximal	15.42 $\pm$ 8.29	15.53 $\pm$ 9.40	0.971
Posterior			
Total	70.75 $\pm$ 28.34**	72.17 $\pm$ 27.52**	0.849
Marginal	34.69 $\pm$ 12.90**	34.94 $\pm$ 10.52**	0.976
Proximal	19.31 $\pm$ 10.07**	20.44 $\pm$ 10.49	0.581

\* Statistically significant difference from baseline and immediate assessment (p-value < 0.05).

\*\* Statistically significant difference from baseline and after-5-minute assessment (p-value < 0.05).

ตารางที่ 5 แสดงบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ ไม่พบความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้าและฟันหลัง ของสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ยกเว้นฟันหน้า

บริเวณขอบเหงือก 5 นาทีหลังแปรงฟันในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก (p-value 0.035) โดยความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคราบจุลินทรีย์ 7.67  $\pm$  7.60 และ 11.67  $\pm$  11.89 ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากและบ้วนปาก ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ความแตกต่างค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ด้านแก้ม ด้านลิ้น ฟันหน้าและฟันหลังของสองกลุ่มเปรียบเทียบระหว่างแปรงฟันไม่บ้วนปากและบ้วนปาก

**Table 5. Mean  $\pm$  SD difference of plaque accumulated area in each interval at buccal, lingual, anterior and posterior areas in the two groups between brushing without rinsing and with rinsing.**

Area	Rustogi Modified Navy Plaque Index ; RMNPI (Mean $\pm$ SD)		p-value
	Brushing without Rinsing	Brushing with Rinsing	
Baseline - Immediate			
Buccal			
Total	20.00 $\pm$ 18.75	21.06 $\pm$ 19.26	0.782
Marginal	6.56 $\pm$ 8.35	7.03 $\pm$ 10.00	0.783
Proximal	4.28 $\pm$ 5.52	3.86 $\pm$ 6.98	0.650
Lingual			
Total	21.97 $\pm$ 22.04	26.92 $\pm$ 22.49	0.252
Marginal	7.53 $\pm$ 8.01	9.61 $\pm$ 11.83	0.321
Proximal	4.36 $\pm$ 6.74	5.19 $\pm$ 8.01	0.575
Anterior			
Total	17.92 $\pm$ 19.38	21.19 $\pm$ 22.10	0.431
Marginal	6.22 $\pm$ 8.14	9.72 $\pm$ 10.88	0.090
Proximal	3.11 $\pm$ 5.82	3.78 $\pm$ 8.77	0.628
Posterior			
Total	24.86 $\pm$ 21.72	25.53 $\pm$ 22.06	0.865
Marginal	7.69 $\pm$ 9.48	6.56 $\pm$ 11.29	0.522
Proximal	5.44 $\pm$ 7.20	4.61 $\pm$ 6.78	0.571
Baseline - After 5 minutes			
Buccal			
Total	29.39 $\pm$ 20.79	28.06 $\pm$ 19.19	0.723
Marginal	8.31 $\pm$ 10.51	9.00 $\pm$ 9.99	0.680
Proximal	6.72 $\pm$ 7.62	6.08 $\pm$ 6.95	0.677
Lingual			
Total	30.47 $\pm$ 20.13	31.72 $\pm$ 22.34	0.797
Marginal	8.56 $\pm$ 8.15	11.33 $\pm$ 11.63	0.145
Proximal	6.75 $\pm$ 7.55	6.44 $\pm$ 9.05	0.880
Anterior			
Total	25.94 $\pm$ 18.25	27.36 $\pm$ 23.35	0.730
Marginal	7.67 $\pm$ 7.60	11.67 $\pm$ 11.89	0.035
Proximal	5.39 $\pm$ 6.32	5.42 $\pm$ 8.79	0.986
Posterior			
Total	33.61 $\pm$ 21.94	30.58 $\pm$ 20.97	0.522
Marginal	9.08 $\pm$ 10.06	8.31 $\pm$ 9.94	0.668
Proximal	8.00 $\pm$ 0.07	6.56 $\pm$ 8.44	0.466
Immediate - After 5 minutes			
Buccal			
Total	9.39 $\pm$ 11.22	7.00 $\pm$ 14.56	0.373
Marginal	1.75 $\pm$ 6.30	1.97 $\pm$ 7.00	0.870
Proximal	2.44 $\pm$ 4.02	2.33 $\pm$ 5.41	0.916
Lingual			
Total	8.50 $\pm$ 11.73	4.81 $\pm$ 19.40	0.274
Marginal	1.03 $\pm$ 6.35	1.72 $\pm$ 9.59	0.693
Proximal	2.39 $\pm$ 5.71	1.25 $\pm$ 6.63	0.395
Anterior			
Total	8.03 $\pm$ 10.32	6.17 $\pm$ 15.52	0.485
Marginal	1.44 $\pm$ 5.83	1.94 $\pm$ 8.17	0.726
Proximal	2.28 $\pm$ 4.59	1.64 $\pm$ 6.61	0.596
Posterior			
Total	8.75 $\pm$ 10.84	5.06 $\pm$ 17.45	0.211
Marginal	1.39 $\pm$ 5.32	1.75 $\pm$ 7.64	0.805
Proximal	2.56 $\pm$ 3.87	1.94 $\pm$ 5.39	0.534



## บทวิจารณ์ (Discussion)

การไม่บ้วนปากหลังแปรงฟันอาจจะมีความรู้สึกถึงพฤติกรรมที่ไม่ค่อยสะอาด รวมทั้งส่งผลถึงสุขภาพช่องปาก แต่มูลนิธิสุขภาพช่องปากของประเทศอังกฤษ (9) เสนอแนวคิดที่จะไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน โดยมีผลงานวิจัยที่แสดงถึงจุดเปลี่ยนของการไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน ลดโอกาสในการเกิดฟันผุร้อยละ 62 ในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟัน อธิบายได้ว่า ฟลูออไรด์ที่อยู่ในยาสีฟันมีส่วนช่วยลดโอกาสเกิดฟันผุ เนื่องจากฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบสำคัญของยาสีฟันที่ส่งเสริมความแข็งแรงของเคลือบฟัน จึงต้านการเกิดฟันผุ การคงอยู่ของฟลูออไรด์บนผิวฟันจึงมีประสิทธิภาพอย่างมาก นอกจากนี้ Seeballuck และ Innes รายงานว่า ถึงแม้การไม่บ้วนปากหลังการแปรงฟันจะรู้สึกว่ายากที่จะปฏิบัติ แต่สามารถลดฟันผุถึงร้อยละ 25 เนื่องจากยังคงมีฟลูออไรด์จากยาสีฟัน อย่างไรก็ตามการบ้วนปากช่วยลดแบคทีเรียเมื่อแบคทีเรียลดลงก็ส่งผลถึงการลดการสะสมหรือการเพิ่มจำนวนแบคทีเรีย (10)

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาทางคลินิกในผู้เข้าร่วมการศึกษา 36 คน โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาดำเนินการปฏิบัติในการทำความสะอาดช่องปากเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้มีการสะสมของแผ่นคราบชีวภาพภายในช่องปาก และจากการศึกษาของ Löe และคณะในปี 1965 (11) พบว่าการงดทำความสะอาดช่องปากเป็นเวลาดังกล่าว 10-21 วัน ทำให้เกิดการสะสมคราบจุลินทรีย์จนเกิดโรคเหงือกอักเสบ ดังนั้นการงดทำความสะอาดช่องปากของผู้เข้าร่วมการศึกษาก่อนการศึกษาคือ 24 ชั่วโมง จึงไม่ก่อให้เกิดโรค (12) จึงเป็นที่มาของการกำหนดช่วงเวลางดการทำความสะอาดช่องปากใด ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการทดลอง เพื่อจำลองการไม่แปรงฟันเป็นเวลา 1 วัน การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการไม่บ้วนปากและบ้วนปากหลังการแปรงฟัน โดยวิเคราะห์ข้อมูลของการทำความสะอาดช่องปากจากคราบจุลินทรีย์บนตัวฟันทั้งหมด ขอบเหงือกและด้านประชิดของด้านแก้มด้านลิ้นของฟันหน้าและฟันหลัง ซึ่งเป็นดัชนีที่มีความละเอียดสูงในการศึกษาคราบจุลินทรีย์ที่อยู่บนตัวฟันได้ถึง 9 บริเวณบนฟัน 1 ด้าน หรือกล่าวได้ว่า 18 บริเวณต่อฟัน 1 ซี่ (13)

จากการศึกษาที่พบดัชนีคราบจุลินทรีย์หลังจากการแปรงฟันทั้งไม่บ้วนปากและบ้วนปาก มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกด้านยกเว้นด้านประชิดเมื่อวัดผลหลังแปรงฟันทันที แต่เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที คราบจุลินทรีย์ด้านประชิดลดลงอีกจนเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น อาจเป็นเพราะการแปรงฟันแบบมอดิไฟด์แบบสลิสามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ (14,15) แต่ต้องอาศัยเวลาในการทำความสะอาดตามธรรมชาติภายในช่องปาก (self-cleansing) ซึ่งกลไกการลดแผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์เกิดจากการขยับกล้ามเนื้อและลิ้นขณะพูด กลืน หรือแม้แต่การไหลของน้ำลาย ซึ่งการทำตามธรรมชาติภายในช่องปากนั้น เป็นที่ยอมรับว่ามีผลต่อสุขอนามัยในช่องปาก

ดังที่ทราบแล้วว่าการทำความสะอาดช่องปากด้วยแปรงสีฟัน สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ยกเว้นด้านประชิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ ยังคงพบคราบจุลินทรีย์ที่ด้านประชิดหลังการแปรงฟันทั้งไม่บ้วนและบ้วนปาก จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทันตแพทย์ต้องเน้นย้ำผู้ป่วยในการใช้เครื่องมือทำความสะอาดด้านประชิดเสมอ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมา (1,16-17) ค่าแผ่นคราบชีวภาพในฟันหน้าบริเวณใกล้ขอบเหงือกในกลุ่มที่ไม่บ้วนปากแตกต่างจากกลุ่มที่บ้วนปากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ไม่บ้วนปากมีค่ามากกว่ากลุ่มที่บ้วนปาก อาจเนื่องมาจากลักษณะกายวิภาคของฟันหน้าที่มีส่วนป่อง (contour) น้อยกว่าฟันหลัง อีกทั้งยังอยู่ด้านหน้าของช่องปาก ทำให้น้ำชำระล้างออกไปได้ง่ายหลังการบ้วนปาก การบ้วนปากจึงมีผลต่อการลดของคราบจุลินทรีย์ที่บริเวณขอบเหงือกของฟันหน้าเท่านั้น ส่วนผลการศึกษาที่พบการลดลงของคราบจุลินทรีย์เมื่อเวลาผ่านไป เป็นเพราะผลการทำความสะอาดตามธรรมชาติภายในช่องปากมีส่วนช่วยในการลดคราบจุลินทรีย์ที่หลุดออก อย่างไรก็ตามการกำจัดแผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดการเกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์ ถึงแม้จะพบว่า การบ้วนปากตลอดจนการทำความสะอาดตามธรรมชาติภายในช่องปาก มีส่วนช่วยลดคราบจุลินทรีย์ที่หลุดออก การดูแลสุขภาพช่องปากอย่างถูกวิธีทั้ง

การแปรงฟันและการทำความสะอาดด้านประชิดด้วยตัวผู้ป่วยเองนั้น ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการควบคุมแผ่นคราบชีวภาพหรือคราบจุลินทรีย์ ดังนั้นทันตแพทย์จึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ ในการส่งเสริมการดูแลสุขภาพช่องปากด้วยตัวผู้ป่วยเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยมีสุขอนามัยช่องปากที่ดีขึ้นได้ในที่สุด (18)

### สรุป (Conclusion)

จากการศึกษานี้พบว่า การแปรงฟันลดคราบจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การบ้วนปากหลังการแปรงฟันไม่ช่วยลดคราบจุลินทรีย์ที่ยึดกับผิวฟัน ดังนั้นการบ้วนปากหลังการแปรงฟันอาจไม่จำเป็น และยังคงมีคราบจุลินทรีย์หลงเหลือหลังการแปรงฟันไม่ว่าจะบ้วนปากหรือไม่

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ. ทพญ. ดร.วิไลรัตน์ วรภมร ผู้ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการศึกษาวิจัย คุณอนุพงศ์ เมฆอุดม และคุณกมลวรรณ ส่งสมบูรณ์ ที่ให้คำแนะนำการใช้สถิติ นทพ.ชายแดน พันธพานูเดช ดำรงค์ และคุณชนิตา โกศลพิบูลย์ ที่ให้ความช่วยเหลืองานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Mazhari F, Boskabady M, Moeintaghavi A, Habibi A. The effect of toothbrushing and flossing sequence on interdental plaque reduction and fluoride retention: A randomized controlled clinical trial. *J Periodontol.* 2018;89(7):824–32.
2. Pitts N, Duckworth RM, Marsh P, Mutti B, Parnell C, Zero D. Post-brushing rinsing for the control of dental caries: Exploration of the available evidence to establish what advice we should give our patients. *Br Dent J.* 2012;212(7):315-20.

3. Van der Sluijs E, Slot DE, Hennequin-Hoenderdos NL, Van Leeuwen MPC, Van der Weijden GA. Prebrushing rinse with water on plaque removal: A split-mouth design. *Int J Dent Hyg.* 2017;15(4):345-51.

4. Prasad M, Patthi B, Singla A, Gupta R, Jankiram C, Kumar JK, Vashishtha V, Malhi R. The clinical effectiveness of post-brushing rinsing in reducing plaque and gingivitis: A systematic review. *J Clin Diagn Res.* 2016;10:1-7.

5. Lemeshow S, Hosmer Jr WD, Klar J, Lwanga KS. Adequacy of sample size in health studies. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. 1990. p.39.

6. Suhasini JS, Valiathan M. Brushing techniques. *Eur J Mol Clin Med.* 2020;7(iss 2):6601-11.

7. ADA. Brushing your teeth. (Online) Available: <https://www.mouthhealthy.org/en/az-topics/b/brushing-your-teeth>. 2012; Accessed [20/6/2022].

8. Rustogi KN, Curtis JP, Volpe AR, Kemp JH, McCool JJ, Korn LR. Refinement of the modified navy plaque index to increase plaque scoring efficiency in gumline and interproximal tooth areas. *J Clin Dent.* 1992;3 (Suppl C):C9-12.

9. Dentalhealth Organization. “Spit don’t rinse” for better oral health; 2016 [cited 2023 March]. Available from: URL: <https://www.dentalhealth.org/news/spit-dont-rinse-for-better-oral-health>.

10. University of California San Francisco. Don’t rinse after brushing and other tips for better dental health; 2019 [cited 2023 March]. Available from: URL: <https://oralhealthsupport.ucsf.edu/news/dont-rinse-after-brushing-and-other-tips-better-dental-health>.

11. L e H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. *J Periodontol.* 1965;36(3):177-87.

12. Marsh PD, Bradshaw DJ. Dental plaque as a biofilm. *J Ind Microbiol.* 1995;15(iss 3):169-75.

13. Cugini M, Thompson M, Warren PR. Correlations between two plaque indices in assessment of toothbrush effectiveness. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(5):1-9.

14. Alanazi KJ, Subhan SA, Alshehri HM, Aljaload MM, Aljafary MH, Alazmi MM, et al. Influence of tooth brush grips and brushing techniques on plaque removal efficacy. *J Dent Oral Health.* 2017;4:1-7.

15. Poyato-Ferrera M, Segura-Egea JJ, Bull n-Fern ndez P. Comparison of modified Bass technique with normal toothbrushing practices for efficacy in supragingival plaque removal. *Int J Dent Hyg.* 2003;1(2):110-4.

16. Ter zhalmy GT, Bartizek RD, Biesbrock AR. Plaque-removal efficacy of four types of dental floss. *J Periodontol.* 2008;79(iss 2):245-51.

17. Torkzaban P, Arabi SR, Sabounchi SS, Roshanaei G. The efficacy of brushing and flossing sequence on control of plaque and gingival inflammation. *Oral Health Prev Dent.* 2015;13(3):267-73.

18. Pitts N, Marsh PD, Mutti B, Parnell C. Post-brushing rinsing for the control of dental caries: Exploration of the available evidence to establish what advice we should give our patients. *Br Dent J.* 2012;212(7):315-20.

**ติดต่อบทความ:**

อ.ทพ.พรชกร แสงแก้ว  
สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง  
365 หมู่ 12 ตำบลนางแล อำเภอเมืองเชียงราย  
จังหวัดเชียงราย 57100  
โทรศัพท์ 053 913 333  
อีเมล: pansakorn.san@mfu.ac.th

**Corresponding author:**

Dr.Pansakorn Sangkaew  
School of Dentistry, Mae Fah Luang University  
365, Moo 12, Nang Lae Subdistrict, Mueang  
Chiang Rai District, Chiang Rai 57100, Thailand  
Tel: (660) 5391 3333  
E-mail: pansakorn.san@mfu.ac.th

## ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดงของเท็มโพรแมนติบิวลาร์ ติบิวลาร์ดีสออเดอ์ในผู้ป่วยบริการทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน

สุภาพร วิริยะจิรกุล\* พนมพร วาณิชชานนท์\*\* พิษญา ไชยรักษ์\*\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดงของเท็มโพรแมนติบิวลาร์ดีสออเดอ์ในผู้มารับบริการทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับอุปนิสัยการใช้ชากรรไกร ประวัตินุบัติเหตุและการจัดฟัน รวมถึงแบบบันทึกผลการตรวจระบบบดเคี้ยว แบบสอบถามอาการเท็มโพรแมนติบิวลาร์ดีสออเดอ์ และแบบประเมินความเครียดของกรมสุขภาพจิต กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่มารับบริการทางทันตกรรมที่กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน ตั้งแต่ 1 สิงหาคม 2564 ถึง 30 ธันวาคม 2564 จำนวน 300 คน วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกของอาการแสดงกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยสถิติโคสแควร์ และการทดสอบของฟิชเชอร์ กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 และนำปัจจัยต่าง ๆ ที่พบว่ามึนัยสำคัญมาวิเคราะห์ต่อด้วยสถิติถดถอยโลจิสติคสหุนาม ซึ่งแสดงผลด้วยค่าอัตราส่วนออก และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ผลการศึกษา:** ผู้ป่วยจำนวน 300 คน มีอาการแสดงอย่างน้อย 1 อย่าง ร้อยละ 55 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 62.7 อายุเฉลี่ย  $47.9 \pm 17.41$  ปี อุปนิสัยการใช้ชากรรไกรที่พบมากที่สุด ได้แก่ ชอบอ้าปากกว้างหรือหาวนอนกว้าง ร้อยละ 69.1 ผู้ป่วยที่อ้าปากได้น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร พบร้อยละ 43.0 และผู้ป่วยที่มีภาวะเครียดแต่อยู่ในระดับน้อย พบร้อยละ 82.3 ปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดง ที่พบว่ามึนัยสำคัญทางสถิติคือการรายงานว่ามีเสียงที่ซอต่อชากรรไกรภายใน 30 วันที่ผ่านมา มีโอกาสเกิดอาการ มากกว่าที่ไม่มีเสียงถึง 3.07 เท่า (OR = 3.07, 95%CI = 1.50, 6.29)

**สรุปการศึกษา:** ผู้ป่วยที่มารับบริการที่กลุ่มงานทันตกรรมโรงพยาบาลตากสิน เกินครึ่งหนึ่งมีอาการแสดงของเท็มโพรแมนติบิวลาร์ดีสออเดอ์อย่างน้อย 1 อย่าง โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชอบอ้าปากกว้าง หรือหาวนอนกว้าง มีระดับความเครียดน้อย และผู้ป่วยที่เคยมีเสียงที่ซอต่อชากรรไกรภายใน 30 วันที่ผ่านมา มีโอกาสเกิดอาการแสดงมากกว่าที่ไม่เคยมีเสียงถึง 3.07 เท่า

**คำสำคัญ :** เท็มโพรแมนติบิวลาร์ดีสออเดอ์ อุปนิสัยการใช้ชากรรไกร ความชุก ความเครียด

วันที่รับ: 20 มกราคม 2566

วันที่แก้ไข: 23 สิงหาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 28 กันยายน 2566

\*กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน 543 แขวงคลองสาน เขตคลองสาน กรุงเทพฯ 10600

\*\*ภาควิชาทันตกรรมบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

\*\*\*ภาควิชาโอบุชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท32 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

# Prevalence and Associated Factors of Signs of Temporomandibular Disorders (TMD) in Dental Patients, Taksin Hospital

Supaporn Viriyajirakul\* Phanomporn Vanichanon\*\* Pitchaya Chaiyaraksa\*\*\*

## Abstracts

**Objective:** To study the prevalence and factors associated with signs of temporomandibular disorders in dental patients, at Taksin Hospital.

**Materials and methods:** Data were collected from a questionnaire to explore jaw habits, history of jaw injuries, and orthodontic treatment, including clinical records on the examination of the masticatory system, the DC/TMD Symptom Questionnaire as well as the stress assessment form of the Department of Mental Health. The samples consisted of 300 patients who received dental services, at Taksin Hospital from August 1, 2021, to December 30, 2021. Demographic data were analyzed by means and standard deviation (SD). Chi-squared statistics and the Fischer test were used to determine the relationship between the prevalence of signs of temporomandibular disorder and interested factors at p-value < 0.05. And the factors that were significant were analyzed by the multiple logistic regression statistics were an odds ratio (OR) with a 95% confidence interval

**Results:** Of 300 dental patients, 55% had at least one sign of temporomandibular disorders, and 62.7% of them were female with a mean age of  $47.9 \pm 17.41$  years. Wide mouth opening and yawning widely were the most prevalent jaw habits (69.1%). Patients whose maximum mouth opening was less than 40 mm were found 43.0% and 82.3% had mild stress. Factors associated with temporomandibular disorder statistical significance is a patient who used to have a clicking sound. There is a chance of temporomandibular disorder 3.07 times more than in patients who had no clicking sound. (OR = 3.07, 95%CI = 1.50, 6.29).

**Conclusions:** The prevalence of temporomandibular disorder with at least one symptom was higher than half of the patients who received dental services at Taksin Hospital. Factors associated with temporomandibular disorder included patients who opened their mouths and yawned widely and low levels of stress. Patients who used to have clicking sounds had a chance of temporomandibular disorder 3.07 times more than patients who had no clicking sound.

**Keywords:** Temporomandibular disorder, Parafunctional habit, Prevalence, Stress

Received date: Jan 20, 2023

Revised Date: Aug 23, 2023

Accept Date: Sep 28, 2023

\*Dental department, Taksin Hospital 543 Khlong San subdistrict, Khlong San district, Bangkok 10600, Thailand.

\*\*Department of Occlusion Faculty of Dentistry Chulalongkorn University 34 Henri-Dunant Road, Wongmai, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand.

\*\*\*Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand.

## บทนำ (Introduction)

ความเจ็บปวดบริเวณช่องปากและใบหน้า (orofacial pain) เป็นอาการปวดที่มีได้หลายสาเหตุโดยพบว่า อาจมีสาเหตุมาจากโรคของฟัน (odontogenic pain) ไปจนถึงเนื้อเยื่อรอบ ๆ ฟัน และสาเหตุที่ไม่ได้มาจากฟัน (non-odontogenic pain) เช่น เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ (temporomandibular disorders, TMD) โพรงอากาศข้างจมูกอักเสบ (maxillary sinusitis) รวมทั้ง อาการปวดจากระบบประสาท (neurogenic pain) (1) โดยอาการปวดที่ไม่ได้มีสาเหตุจากฟันส่วนใหญ่มักเกิดจาก เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ ซึ่งเป็นความผิดปกติของข้อต่อขากรรไกร (temporomandibular joints) และ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (masticatory muscles) และ/หรือโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง (associated structures)

อาการที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยที่มี เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ คือ อาการปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (2) และขากรรไกรทำงานไม่ปกติ เช่น การเกิดเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร (joint sound) และ อ้าปากได้จำกัด (limited mouth opening) ซึ่งพบว่า เสียงที่ข้อต่อขากรรไกรเป็นอาการแสดงหลักอย่างหนึ่งของภาวะข้อต่อขากรรไกรผิดปกติ เสียงที่พบบ่อยคือ เสียงคลิก (click sound) และมักมีความสัมพันธ์กับ แผ่นรองข้อต่อขากรรไกรเคลื่อนชนิดเข้าที่เองได้ (disc displacement with reduction) (3) ส่วนการอ้าปากได้จำกัด หมายถึง ระยะอ้าปากที่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะที่วัดจากปลายฟันตัดล่างไปยังปลายฟันตัดบน บวกระยะการสบเหลี่ยมในแนวตั้ง (4) หลายการศึกษาพบว่าความชุกของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์อยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 (5-7) พบการกระจายตัวในหลายเชื้อชาติ (8) และมักพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (9)

การปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว เป็นการปวดที่มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย (multifactorial factors) ได้แก่ ใช้ขากรรไกรทำงานมากเกินไป หรือใช้งานไม่เหมาะสม เช่น เคี้ยวอาหารข้างใดข้างหนึ่งมากเกินไป หรือเคี้ยวของแข็ง (10,11) การทำงานนอกหน้าที่ของขากรรไกร (parafunctional

habits) เช่น การนอนกัดฟัน หรือขบแน่นฟันขณะตื่น (12) การบาดเจ็บบริเวณช่องปาก ศีรษะและใบหน้า (oral and maxillofacial trauma) การสบฟันผิดปกติ (malocclusion) ลักษณะท่าทางที่ไม่สมดุล เช่น การนั่งหน้าคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน การก้มหน้าดูโทรศัพท์มือถือถาวร การทำคาง ส่งผลให้มีแรงดึงที่ข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อมากขึ้นจนทำให้เกิดความเจ็บปวดได้ (13) และความเครียดทางอารมณ์ (emotional stress) (14,15)

หลายการศึกษาพบว่าความเครียดมีความสำคัญและส่งผลต่อการเกิดอาการแสดงของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ (5,16-19) จากการศึกษาของ The Orofacial Pain Prospective Evaluation and Risk Assessment study (OPPERA) พบว่า ปัจจัยทางจิตสังคม (psychosocial factors) เช่น ความตื่นกลัวและความเครียด มีผลต่อการเพิ่มความชุกของการเกิดอาการแสดงของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีภาวะทางจิตสังคมปกติ (11,20) ความเครียดจึงจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งต่อการเกิดอาการแสดงของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ (21)

นอกจากนี้ยังมีโรคทางระบบบางโรคทำให้เกิดความผิดปกติของข้อต่อขากรรไกร เช่น โรคที่ทำให้การเกิดการเสื่อมของข้อต่อ เช่น โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) (22) โรคของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางชนิด เช่น scleroderma, lupus erythematosus ซึ่งส่งผลต่อข้อต่อขากรรไกร (13)

การคัดกรองผู้ป่วยที่มีอาการแสดงของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์มีความสำคัญเนื่องจาก มีผู้ป่วยหลายคนยังไม่มีอาการของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ แต่เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงจากนิสัย พฤติกรรม ภาวะความเครียด และผู้ป่วยอาจไม่ทราบว่าตนมีความผิดปกติที่ส่วนกล้ามเนื้อและ/หรือข้อต่อขากรรไกร การรักษาผู้ป่วยที่มีอาการแสดงของ เติมโพโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์เองก็มีความซับซ้อน การคัดกรองผู้ป่วยกลุ่มนี้จะสามารถช่วยค้นหาและให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยก่อนที่ความผิดปกติจะ



ดำเนินไปมากขึ้น ทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาผู้ป่วยจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของการซักประวัติและการตรวจร่างกายให้รอบคอบ เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดภาวะนี้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาความชุกของอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์อย่างน้อย 1 อย่าง และศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีอาการแสดงของโรคในผู้ป่วยที่ยังไม่เคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคในกลุ่มผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมที่โรงพยาบาลตากสิน การทราบถึงความชุกและปัจจัยเสี่ยงของผู้ป่วยจะทำให้สามารถคัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้นได้ และทำให้ทันตแพทย์สามารถให้คำแนะนำผู้ป่วยในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อการป้องกันการดำเนินของโรคสู่อาการที่เป็นรุนแรงมากขึ้น เป็นการลดภาระงานของโรงพยาบาลในเบื้องต้น เพราะเป็นการเข้าถึงการรักษาที่ง่ายและรวดเร็ว ผู้ป่วยสามารถกลับมาคืนสู่สภาวะปกติโดยเร็ว

#### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Material and Method)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive study) โดยการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับอุปนิสัยการใช้ชากรรไกร ประวัติอุบัติเหตุ และการจัดฟัน แบบสอบถามอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ และแบบประเมินความเครียดของกรมสุขภาพจิต (ST5) ร่วมกับผลการตรวจระบบบดเคี้ยวทางคลินิก ได้แก่ ระยะเวลาปาก การปรากฏเสียงที่ข้อต่อชากรรไกร การกดเจ็บกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (เท็มโปราลิสและแมสซีเตอร์)

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่มารับบริการทางทันตกรรมที่กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2564 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2564 จำนวน 300 คน การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กรุงเทพมหานคร รหัสโครงการ S 006h/64\_EXP โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ โรคประจำตัว และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปนิสัยการใช้ชากรรไกร การได้รับอุบัติเหตุบริเวณศีรษะและใบหน้า ประวัติการจัดฟัน และความเครียด

โดยมีเกณฑ์คัดเข้าคือ ผู้ที่มารับบริการทางทันตกรรมมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป และเป็นผู้ที่สามารถอ่าน เขียน และเข้าใจภาษาไทยได้เป็นอย่างดี เกณฑ์ในการคัดออกคือ ผู้ที่มารับบริการทางทันตกรรมที่ได้รับการวินิจฉัยแล้วว่ามีการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ หรือเป็นผู้ที่มารับบริการทางทันตกรรมที่มีอาการปวดฟันและ/หรือมีโรคร่วมที่มีผลต่อการคัดกรอง ได้แก่ โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) และโรคของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางชนิด เช่น scleroderma, lupus erythematosus ผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบกลุ่มนี้จะพบความผิดปกติของรูปร่างและการทำงานของข้อต่อชากรรไกร ทำให้มีความเจ็บปวดและเสียงที่ข้อต่อชากรรไกรมากกว่าร้อยละ 60 (23) ซึ่งเป็นปัจจัยรบกวนผลการศึกษา

#### เครื่องมือวัดตัวแปร

1. แบบสอบถามเพื่อสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปนิสัยการใช้ชากรรไกร การได้รับอุบัติเหตุบริเวณศีรษะและใบหน้า ประวัติการจัดฟัน แบบสอบถามนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม โดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ด้วยดัชนีความตรงตามเนื้อหา (content validity Index : CVI) เมื่อนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ค่า CVI ของแบบสอบถามนี้มีค่าเท่ากับ 0.913 และเมื่อนำแบบสอบถามนี้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (reliability) โดยผ่านการตอบแบบสอบถามในอาสาสมัคร 30 คน และแบบสอบถามนี้มีการให้คะแนนเป็น 0 กับ 1 ดังนั้นการหาความเชื่อมั่นจึงใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่าค่า KR 20 เท่ากับ 0.79

2. แบบบันทึกข้อมูลการตรวจระบบบดเคี้ยว ประกอบด้วยการวัดระยะการอ้าปาก การตรวจเสียงที่ข้อต่อชากรรไกร การกดตรวจกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ (masseter muscle) และกล้ามเนื้อเท็มโปราลิส (temporalis muscle)



3. แบบประเมินความเครียด (ST5) เป็นแบบที่ใช้ประเมินและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ตอบคำถามทั้งหมด 5 ข้อ โดย แทบไม่มี คือ 0 คะแนน เป็นบางครั้ง คือ 1 คะแนน บ่อยครั้ง คือ 2 คะแนน เป็นประจำ คือ 3 คะแนน ผลการประเมินและวิเคราะห์ความเครียดมีดังนี้

ระดับคะแนน 0-4 หมายถึง มีความเครียดน้อย

ระดับคะแนน 5-7 หมายถึง มีความเครียดอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 8-9 หมายถึง มีความเครียดมาก

ระดับคะแนน 10-15 หมายถึง มีความเครียดมากที่สุด

4. แบบสอบถามอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ (DC/TMD Symptom questionnaire) เป็นแบบสอบถามที่ใช้ประเมินผู้ป่วยที่ว่าจะมีปัญหาเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ เนื่องจากมีอาการที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและ/หรือข้อต่อขากรรไกรโดยแบบสอบถามนี้ นำมาจาก International DC/TMD consortium network (4) ซึ่งได้รับการแปลเป็นภาษาไทยอย่างเป็นทางการและผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการฝึกอบรมและสอบสาขาทันตกรรมบดเคี้ยวและความเจ็บปวดบริเวณใบหน้าจากราชวิทยาลัยทันตแพทย์ให้สามารถใช้ได้ถูกต้องตามมาตรฐานสากล และได้รับการรับรองจาก DC/TMD consortium network

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ผู้ป่วยที่มาใช้บริการทางทันตกรรมของโรงพยาบาลตากสินที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าได้ตอบแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินแบบสอบถาม และให้คำแนะนำที่ถูกต้องแก่ผู้ป่วย หลังจากนั้นผู้ป่วยจะได้รับการตรวจทางคลินิกเพิ่มเติม ซึ่งประกอบด้วยการวัดระยะการอ้าปากกว้างสุดโดยไม่มีอาการใด ๆ การตรวจเสียงข้อต่อขากรรไกร การกดตรวจบริเวณกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ และกล้ามเนื้อเท็มโปราลิส โดยทันตแพทย์ผู้วิจัยเพียงคนเดียว

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา ระดับความเครียดและความชุกของอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละและการแจกแจงความถี่

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกของอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์กับปัจจัยต่าง ๆ ที่สนใจศึกษา ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส โรคประจำตัว อุปนิสัยการใช้ขากรรไกร ประวัติการได้รับอุบัติเหตุบริเวณศีรษะและใบหน้า ประวัติการจัดฟัน และระดับความเครียด โดยใช้สถิติไคสแควร์ (chi-square test) และการทดสอบของฟิชเชอร์ (fisher's exact test) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นนำปัจจัยต่าง ๆ ที่พบว่ามีนัยสำคัญ มาวิเคราะห์ต่อด้วยสถิติถดถอยโลจิสติกพหุนาม (multiple logistic regression) แสดงผลด้วยค่าอัตราส่วนออก (odds ratio, OR) และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confidence interval)

### ผลการศึกษา (Results)

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 300 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 62.7 อายุเฉลี่ย  $47.9 \pm 17.41$  ปี สถานภาพสมรส ร้อยละ 49.7 ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 62.0 มีอุปนิสัยเคี้ยวอาหารข้างเดียว ร้อยละ 53.7 ไม่มีประวัติการประสบอุบัติเหตุศีรษะและใบหน้า ร้อยละ 88.3 ไม่มีประวัติการจัดฟัน หรือไม่ได้กำลังจัดฟันอยู่ ร้อยละ 93.0 และมีความเครียดระดับน้อย ร้อยละ 82.3 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 300)

Table 1. Demographic data of the sample (n = 300).

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	112	37.3
หญิง	188	62.7
อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	47.9 (17.41)	
	18-90 ปี	
สถานภาพสมรส		
โสด	140	46.7
สมรส	149	49.7
หย่าร้าง/หม้าย	11	3.7
โรคประจำตัว		
ไม่มี	186	62.0
มี (สามารถมีได้มากกว่า 1 โรคประจำตัว)	114	38.0
- โรคเบาหวาน	32	10.7
- โรคไขมันในเลือดสูง	34	10.7
- โรคความดันโลหิตสูง	68	22.7
- โรคไทรอยด์	9	3.0
- โรคมะเร็ง	4	1.3
- โรคปอด	9	3.0
- โรคไต	4	1.3
- โรคภูมิแพ้	12	4.0
- โรคอัมพฤกษ์ อัมพาต	3	1.0
อุปนิสัย (สามารถมีได้มากกว่า 1 อุปนิสัย)		
เคี้ยวอาหารข้างเดียว	161	53.7
นั่งเก้าอี้	41	13.7
นอนก้นพื้น	37	12.3
ชอบเคี้ยวฟัน	18	6.0
ชอบกัดของแข็ง	11	3.7
ชอบเคี้ยวอาหารแข็ง อาหารเหนียว	111	37.0
ชอบอ้าปากกว้าง ๆ หรือหาวกว้าง ๆ	68	22.7
ประวัติการประสบอุบัติเหตุศีรษะและใบหน้า		
ไม่มี	265	88.3
มี	35	11.7
ประวัติการจัดฟัน หรือกำลังจัดฟันอยู่		
ไม่มี	279	93.0
มี	21	7.0
ระดับความเครียดจาก ST5		
เครียดน้อย	247	82.3
เครียดมาก	53	17.7

จากการตรวจระบบบดเคี้ยว ผู้ป่วยที่มาใช้บริการทันตกรรม มีระยะเวลาอ้าปากน้อยกว่า 40 มิลลิเมตรร้อยละ 43.4 มีเสียงที่ซอต่อขากรรไกร ได้แก่ เสียงคลิก เสียงบ๊อบ เสียงกรอบแกรบ ถึง ร้อยละ 37 มีการกดเจ็บที่กล้ามเนื้อแมสซีเตอร์และกล้ามเนื้อเท็มโพราลิสร้อยละ 12 และร้อยละ 1.3 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 ข้อมูลการตรวจระบบบดเคี้ยว (n = 300)**

**Table 2. Data from examination of the masticatory system (n = 300).**

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เสียงที่ซอต่อขากรรไกร		
ไม่มีอาการทั้งสองด้าน	189	63.0
มี	111	37.0
- ขวา	72	24.0
- ซ้าย	85	28.3
กดเจ็บกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์		
ไม่มี	264	88.0
มี	36	12.0
- ขวา	18	6.0
- ซ้าย	23	7.7
กดเจ็บกล้ามเนื้อเท็มโพราลิส		
ไม่มี	296	98.7
มี	4	1.3
- ขวา	1	0.3
- ซ้าย	3	1.0
ระยะเวลาอ้าปาก (มิลลิเมตร)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20	2	0.7
21-30	12	4.0
31-40	116	38.7
มากกว่า 40	170	56.6

จากผู้ป่วยจำนวน 300 คนที่มารับการรักษาทางทันตกรรมที่โรงพยาบาลตากสิน พบว่า ผู้ป่วยจำนวน 165 คน หรือร้อยละ 55 ที่มีอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ (อ้าปากได้น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร มีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร และกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ และเท็มโปราลิส) เป็นเพศชาย 56 คน (ร้อยละ 18.67) และเป็นเพศหญิง 109 คน (ร้อยละ 36.33) ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยที่มีอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์เพียงอย่างเดียวหรือมากกว่า

**Table 3.** The numbers and percentages of patients with one or more signs of temporomandibular disorders.

	จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 300 คน		รวม(ร้อยละ) (คน)	p-value
	ชาย 112 (ร้อยละ)	หญิง 188 (ร้อยละ)		
ผู้ป่วยที่มีอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์อย่างน้อยหนึ่งอย่าง	56 (18.67)	109 (36.33)	165 (55)	0.189
ผู้ป่วยที่ไม่มีอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์	56 (18.67)	79 (26.33)	135 (45)	

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปรากฏอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4) ได้แก่ 1) อุบนิสซัยชอบอ้าปากกว้างหรือหาวกว้าง (p-value=0.008) 2) การมีระดับความเครียดน้อย (p-value = 0.037) 3) การรายงานที่เคยปวดตรงขากรรไกร, ขมับ, ในหู, หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่งในระยะ 30 วันที่ผ่านมา (p-value < 0.001) 4) การรายงานลักษณะการปวดตรงขากรรไกร, ขมับ, ในหู, หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง (p-value < 0.001) 5) การปรากฏกิจกรรมที่ทำให้อาการปวดใด ๆ ตรงขากรรไกร ขมับ ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่งดีขึ้น หรือแย่ลงใน 30 วันที่ผ่านมา ได้แก่ การเคี้ยวอาหารแข็งหรือเหนียว (p-value = 0.002) การอ้าปาก หรือเคลื่อนไหวขากรรไกรไปด้านหน้าหรือด้านข้าง (p-value < 0.001) 6) การมีประวัติปวดศีรษะใด ๆ ในระยะ 30 วันที่ผ่านมา ที่รวมถึงบริเวณขมับ

(p-value = 0.032) 7) การปรากฏกิจกรรมที่ทำให้อาการปวดศีรษะใด ๆ บริเวณขมับข้างใดข้างหนึ่งดีขึ้นหรือแย่ลงใน 30 วันที่ผ่านมา คือ การอ้าปาก หรือเคลื่อนไหวขากรรไกรไปด้านหน้าหรือด้านข้าง (p-value = 0.003) 8) การรายงานว่ามีเสียงใด ๆ ที่ข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนไหวหรือใช้ขากรรไกรใน 30 วันที่ผ่านมา (p-value < 0.001) 9) การรายงานว่าขากรรไกรล็อก หรือขากรรไกรติดขัดขณะอ้าปาก จนไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครึ่งเดียว (p-value < 0.001) 10) การเคยมีอาการขากรรไกรล็อก หรือขากรรไกรติดขัดขณะอ้าปาก เป็นมากจนทำให้อ้าปากได้น้อยลงและรบกวนการกิน (p-value < 0.001) และ 11) การมีอาการขากรรไกรล็อกจนทำให้ไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครึ่งเดียว แต่ก็สามารถคลายลงจนอ้าปากได้กว้างเต็มที่ (p-value = 0.014)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์อย่างน้อย 1 อย่าง (n = 300)

Table 4. Relationship between factors and one or more signs of temporomandibular disorders (n = 300).

ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ อย่างน้อย 1 อย่าง			p-value
	มีอาการ (ร้อยละ)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ)	รวม	
	(n = 165)	(n = 135)		
<b>เพศ</b>				
ชาย	56 (50.0)	56 (50.0)	112	0.189 <sup>a</sup>
หญิง	109 (58.0)	79 (42.0)	188	
<b>สถานภาพสมรส</b>				
โสด	76 (54.3)	64 (45.7)	140	0.541 <sup>a</sup>
สมรส	81 (54.4)	68 (45.6)	149	
หย่าร้าง/หม้าย	8 (72.7)	3 (27.3)	11	
<b>โรคประจำตัว</b>				
ไม่มี	108 (58.1)	78 (41.9)	186	0.189 <sup>a</sup>
มี	57 (50.0)	57 (50.0)	114	
<b>อุปนิสัยการใช้ชากรรไกร</b>				
เคี้ยวอาหารข้างเดียว	94 (58.4)	67 (41.6)	161	0.245 <sup>a</sup>
นั่งเก้าอี้	26 (63.4)	15 (36.6)	41	0.311 <sup>a</sup>
นอนกอดฟัน	23 (62.2)	14 (37.8)	37	0.382 <sup>a</sup>
ชอบเคี้ยวฟัน	13 (72.2)	5 (27.8)	18	0.149 <sup>a</sup>
ชอบกัดของแข็ง	7 (63.6)	4 (36.4)	11	0.760 <sup>b</sup>
ชอบเคี้ยวอาหารแข็ง เหนียว	65 (58.6)	46 (41.4)	111	0.400 <sup>a</sup>
ชอบอ้าปากกว้าง หรือหาวกว้าง	47 (69.1)	21 (30.9)	68	0.008 <sup>*a</sup>
<b>ประวัติการประสบอุบัติเหตุศีรษะและใบหน้า</b>				
ไม่มี	146 (55.1)	119 (44.9)	265	1.000 <sup>a</sup>
มี	19 (54.3)	16 (45.7)	35	
<b>ประวัติการจัดฟันหรือกำลังจัดฟันอยู่</b>				
ไม่มี	156 (55.9)	123 (44.1)	279	0.264 <sup>a</sup>
มี	9 (42.9)	12 (57.1)	21	
<b>ระดับความเครียด</b>				
เครียดน้อย	129 (43.0)	118 (39.3)	247	0.037 <sup>*a</sup>
เครียดมาก	36 (12.0)	17 (5.7)	53	

ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดอร์			p-value
	อย่างน้อย 1 อย่าง			
	มีอาการ (ร้อยละ) (n = 165)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ) (n = 135)	รวม	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา ปวดตรงขากรรไกร ขมับ ในหู หรือ หน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง				
ไม่เคย	98 (48.0)	106 (52.0)	204	<0.001 <sup>*a</sup>
เคย	67 (69.8)	29 (30.2)	96	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา ลักษณะการปวด ๆ ตรงขากรรไกร ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง				
ไม่ปวด	121 (49.0)	126 (51.0)	247	<0.001 <sup>*b</sup>
ปวดเป็น ๆ หาย ๆ	37 (84.1)	7 (15.9)	44	
ปวดตลอดเวลา	7 (100.0)	0 (0.0)	7	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา กิจกรรมที่ทำให้มีอาการปวดใด ๆ ตรงขากรรไกร ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่งดีขึ้นหรือแย่ลง				
A) เคี้ยวอาหารแข็งหรือเหนียว				
ไม่ใช่	143 (52.2)	131 (47.8)	274	0.002 <sup>*a</sup>
ใช่	22 (84.6)	4 (15.4)	26	
B) อ้าปาก หรือเคลื่อนขากรรไกรไปด้านหน้า หรือด้านข้าง				
ไม่ใช่	147 (52.1)	135 (47.9)	282	<0.001 <sup>*a</sup>
ใช่	18 (100.0)	0 (0.0)	18	
C) นิสัยการใช้ขากรรไกร เช่น ตะพินบน/ล่าง ไว้ด้วยกัน กดแน่น/บดถูฟัน หรือเคี้ยวหมากฝรั่ง				
ไม่ใช่	158 (54.3)	133 (45.7)	291	0.301 <sup>b</sup>
ใช่	6 (75.0)	2 (25.0)	8	
D) ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา มีอาการปวดศีรษะใด ๆ ที่รวมถึงบริเวณขมับ				
ไม่เคย	154 (53.8)	132 (46.2)	286	0.098 <sup>a</sup>
เคย	11 (78.6)	3 (21.4)	14	

ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโพโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ อย่างน้อย 1 อย่าง			p-value
	มีอาการ (ร้อยละ) (n = 165)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ) (n = 135)	รวม	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา มีอาการปวดศีรษะใด ๆ ที่รวมถึงบริเวณขมับ				
ไม่เคย	139 (52.7)	125 (47.3)	264	0.032* <sup>a</sup>
เคย	26 (72.2)	10 (27.8)	36	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา กิจกรรมที่ทำให้มีอาการปวดศีรษะใด ๆ บริเวณขมับข้างใดข้างหนึ่งดีขึ้นหรือแย่ลง				
A) เคี้ยวอาหารแข็งหรือเหนียว				
ไม่ใช่	154 (53.8)	132 (46.2)	286	0.098 <sup>a</sup>
ใช่	11 (78.6)	3 (21.4)	14	
B) อ้าปาก หรือเคลื่อนขากรรไกรไปด้านหน้า หรือด้านข้าง				
ไม่ใช่	155 (53.4)	135 (46.6)	190	0.003* <sup>b</sup>
ใช่	10 (100.0)	0 (0.0)	10	
C) นิสัยการใช้ขากรรไกร เช่น แตะฟันบน/ล่าง ไว้ด้วยกัน กัดแน่น/บดดูฟัน หรือเคี้ยวหมากฝรั่ง				
ไม่ใช่	162 (54.7)	134 (45.3)	296	0.630 <sup>b</sup>
ใช่	3 (75.0)	1 (25.0)	4	
D) ใช้ขากรรไกรทำกิจกรรมอื่นเช่น พุด จูบ หรือหาว				
ไม่ใช่	158 (54.3)	133 (45.7)	291	0.078 <sup>b</sup>
ใช่	7 (87.5)	1 (12.5)	8	
การรายงานว่าเป็นช่วง 30 วันที่ผ่านมา มีเสียงใด ๆ ที่ข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนหรือใช้ขากรรไกร				
ไม่เคย	108 (47.0)	122 (53.0)	230	<0.001* <sup>a</sup>
เคย	57 (81.4)	13 (18.6)	70	
การรายงานว่ามีอาการขากรรไกรล็อกหรือ ขากรรไกรติดขัดขณะอ้าปาก จนไม่สามารถ อ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครั้งเดียว				
ไม่เคย	137 (50.7)	133 (49.3)	270	<0.001* <sup>a</sup>
เคย	28 (93.3)	2 (6.7)	30	



ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดอร์			p-value
	อย่างน้อย 1 อย่าง			
	มีอาการ (ร้อยละ) (n = 165)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ) (n = 135)	รวม	
การรายงานมีอาการที่ขากรรไกรล็อก หรือ ขากรรไกรติดขัดขณะอ้าปากนี้ เป็นมาก จนทำให้อ้าปากได้น้อยลงและรบกวนการกิน				
ไม่ใช่	148 (52.5)	134 (47.5)	282	<0.001 <sup>*a</sup>
ใช่	17 (100.0)	0 (0.0)	17	
การรายงานว่าในช่วง 30 วันที่ผ่านมา อาการขากรรไกรล็อกนี้ทำให้ไม่สามารถ อ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครึ่งเดียว แต่ก็สามารถคลายลงจนอ้าปากได้กว้างเต็มที่				
ไม่ใช่	154 (53.5)	134 (46.5)	288	0.014 <sup>*a</sup>
ใช่	11 (91.7)	1 (8.3)	12	
การรายงานว่าขณะนี้ ขากรรไกรของท่าน ยังคงล็อกหรือถูกจำกัดอยู่ จนไม่สามารถ อ้าปากได้เต็มที่				
ไม่ใช่	162 (54.5)	135 (45.5)	297	0.255 <sup>b</sup>
ใช่	3 (100.0)	0 (0.0)	3	

\*p-value < 0.05, a chi-square test, b fisher's exact test

เมื่อนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอย (binary logistic regression) ที่แสดงด้วยค่า crude odd ratio (OR) และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรากฏอาการแสดงของเท็มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดอร์ ได้แก่ 1) มีพฤติกรรมชอบอ้าปากกว้าง ๆ หรือหาวกว้าง ๆ (OR = 2.16, 95% CI = 1.22, 3.84) 2) เคยมีการปวดตรงขากรรไกร ขมับในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง (OR = 2.50, 95% CI = 1.49, 4.18) 3) มีการปวดแบบเป็น ๆ หาย ๆ ตรงขากรรไกร ขมับในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง (OR = 5.50, 95% CI = 2.36, 12.82) 4) การเคี้ยวอาหารแข็งหรือเหนียว เป็นกิจกรรมที่ทำให้มีอาการปวดใด ๆ ตรงขากรรไกร ขมับในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่งดีขึ้นหรือแยลง (OR = 5.04, 95% CI = 1.69, 15.01) 5) เคยมีอาการปวดศีรษะใด ๆ

ที่รวมถึงบริเวณขมับ (OR = 2.34, 95% CI = 1.08, 5.04) 6) เคยมีเสียงใด ๆ ที่ข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนไหวหรือใช้ขากรรไกร (OR = 4.95, 95% CI = 2.57, 9.54) 7) เคยขากรรไกรล็อกหรือขากรรไกรติดขัดขณะอ้าปาก จนไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครึ่งเดียว (OR = 13.59, 95% CI = 3.18, 58.19) และ 8) เคยมีอาการขากรรไกรล็อกนี้ทำให้ไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครึ่งเดียว แต่ก็สามารถคลายลงจนอ้าปากได้กว้างเต็มที่ (OR = 9.57, 95% CI = 1.22, 75.11)

แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยพหุคูณ (multiple logistic regression) จากปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติของการวิเคราะห์ด้วย binary logistic regression พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแสดงของเท็มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดอร์ที่พบว่ามีนัยสำคัญ

ทางสถิติ เหลือเพียงการเคยมีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร ขณะเคลื่อนที่หรือใช้งานภายใน 30 วันที่ผ่านมา โดย ผู้ป่วยที่เคยมีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร มีโอกาสปรากฏ

อาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์ มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่เคยมีเสียงถึง 3.07 เท่า (OR = 3.07, 95%CI = 1.50, 6.29) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรากฏอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดิสออเดอร์อย่างน้อย 1 อย่าง (n = 300)

Table 5. Associated factors and one or more signs of temporomandibular disorder (n = 300).

ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ อย่างน้อย 1 อย่าง ตามผลการตรวจทางคลินิก		crude OR (95%CI) <sup>a</sup>	adjusted OR (95%CI) <sup>b</sup>
	มีอาการ (ร้อยละ) (n = 165)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ) (n = 135)		
	พฤติกรรมชอบอ้าปากกว้าง หรือหาวกว้าง			Ref
ไม่ใช่	118 (50.9)	114 (49.1)	2.16	1.32
ใช่	47 (69.1)	21 (30.9)	(1.22, 3.84)*	(0.69, 2.59)
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา				
ปวดตรงขากรรไกร ขมับ ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง		Ref	Ref	
ไม่เคย	98 (48.0)	2.50	0.86	
เคย	67 (69.8)	(1.49, 4.18)*	(0.44, 1.79)	
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา				
บรรยายอาการปวดใด ๆ				
ตรงขากรรไกร ขมับ ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง			Ref	Ref
ไม่ปวด	121 (49.0)	126 (51.0)	5.50	2.96
ปวดเป็น ๆ หาย ๆ	37 (84.1)	7 (15.9)	(2.36, 12.82)*	(0.99, 8.90)
ปวดตลอดเวลา	7 (100.0)	0 (0.0)	NA	NA
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา				
กิจกรรมที่ทำให้มีอาการปวดใด ๆ				
ตรงขากรรไกร, ขมับ, ในหู, หรือ หน้าหูข้างใดข้างหนึ่งตื้อหรือแสบ				
A) เคี้ยวอาหารแข็งหรือเหนียว			Ref	Ref
ไม่ใช่	143 (52.2)	131 (47.8)	5.04	2.60
ใช่	22 (84.6)	4 (15.4)	(1.69, 15.01)*	(0.61, 11.05)

ปัจจัย	อาการแสดงของเท็มโฟโรแมนดิบิวลาร์ ดิสออเดอร์ อย่างน้อย 1 อย่าง ตามผลการตรวจทางคลินิก		crude OR (95%CI) <sup>a</sup>	adjusted OR (95%CI) <sup>b</sup>
	มีอาการ (ร้อยละ)	ไม่มีอาการ (ร้อยละ)		
	(n = 165)	(n = 135)		
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา มีอาการ ปวดศีรษะใด ๆ ที่รวมถึงบริเวณขมับ			Ref	Ref
ไม่เคย	139 (52.7)	125 (47.3)	2.34	1.18
เคย	26 (72.2)	10 (27.8)	(1.08, 5.04)*	(0.48, 2.95)
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา มีเสียงใด ๆ ที่ข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนไหวหรือ ใช้ขากรรไกร			Ref	Ref
ไม่เคย	108 (47.0)	122 (53.0)	4.95	3.07
เคย	57 (81.4)	13 (18.6)	(2.57, 9.54)*	(1.50, 6.29)*
ขากรรไกรล็อคหรือขากรรไกรติดขัด ขณะอ้าปาก จนไม่สามารถอ้าปาก ได้กว้างเต็มที่ แม้ครู่เดียว			Ref	Ref
ไม่เคย	137 (50.7)	133 (49.3)	13.59	5.26
เคย	28 (93.3)	2 (6.7)	(3.18, 58.19)*	(0.97, 28.39)
ในช่วง 30 วันที่ผ่านมา อาการขากรรไกร ล็อกนี้ทำให้ไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ แม้เพียงครู่เดียว แต่ก็สามารถคลายลง จนอ้าปากได้กว้างเต็มที่			Ref	Ref
ไม่ใช่	154 (53.5)	1 (8.3)	9.57	0.48
ใช่	11 (91.7)		(1.22, 75.11)*	(0.03, 6.74)

\*p-value < 0.05, abinary logistic regression, bmultiple logistic regression, NA = not available

## บทวิจารณ์ (Discussion)

เท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ เป็นความผิดปกติของกล้ามเนื้อและ/หรือข้อต่อขากรรไกรที่ทำให้เกิดการเจ็บปวดบริเวณใบหน้า อาการมักเกิดจากขากรรไกรทำงานมากเกินไปหรือใช้การงานผิดปกติ (10,11) อาการที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยที่มีเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์คือ อาการปวดที่บริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว อ้าปากได้จำกัด และการเกิดเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร จากการศึกษาพบว่าความชุกของการปรากฏอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์อย่างน้อยหนึ่งอย่างในผู้ที่มารับบริการที่กลุ่มงานทันตกรรมโรงพยาบาลตากสินมากถึงร้อยละ 55 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ นนทวัฒน์ (24) ที่พบว่า ร้อยละ 51.6 ของผู้ที่เข้ามารับบริการที่คลินิกทันตกรรมโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีอาการเจ็บปวดที่เกี่ยวข้องกับโรคข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยว

การศึกษานี้พบว่า อาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ปรากฏในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และพบในอายุเฉลี่ย 47.9 ปี ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาของ Po-Yu Yang และคณะ (25) ที่มีการศึกษาในประเทศไต้หวันพบว่า ความชุกของอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในรอบ 10 ปี (ค.ศ. 2004 ถึง 2013) และพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย อายุเฉลี่ย 45.12 ปี และเมื่อดูแนวโน้มของอายุในกลุ่มความผิดปกตินี้พบว่า มีอายุเฉลี่ยที่ลดลง โดยเหตุผลส่วนใหญ่มาจากนิสัยพฤติกรรม ภาวะทางจิตสังคม และปัจจัยเรื่องฮอร์โมน Ostensjo และคณะ (26) ได้ศึกษาความชุกของความเจ็บปวดจากอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ในกลุ่มวัยรุ่นของประเทศนอร์เวย์ พบว่า เพศหญิงมีมากกว่าเพศชายถึง 3 เท่า ส่วน Mazzetto และคณะ (27) พบว่า อาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์มักเกิดอาการปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกร และกล้ามเนื้อบดเคี้ยว ทำให้การอ้าปากจำกัด มักพบในผู้ป่วยอายุตั้งแต่ 20 ถึง 40 ปี

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความชุกของอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า การมีอาการแสดงของเท็มโปโร

แมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์อย่างน้อยหนึ่งอย่าง เช่น มีเสียงดังหน้าหู กดเจ็บกล้ามเนื้อบดเคี้ยวมีความสัมพันธ์กับอุปนิสัยหลายอย่าง ได้แก่ การชอบอ้าปากกว้าง หรือหายใจกว้าง ซึ่งมีผลสัมพันธ์กับการเกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} < 0.05$ )

ในการวิจัยนี้พบว่าอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ ได้แก่ การมีเสียงดังหน้าหูพบถึงร้อยละ 37 กดเจ็บกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ ร้อยละ 12 และกดเจ็บกล้ามเนื้อเท็มโปราลิส ร้อยละ 1.3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hashemipour และคณะ (28) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานนอกหน้าที่ของขากรรไกรและอุปนิสัยการใช้ขากรรไกรกับอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ในเด็กนักเรียนในประเทศอิหร่าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีเสียงคลิกที่หน้าหูถึง ร้อยละ 31 ปวดกล้ามเนื้อบดเคี้ยว ร้อยละ 10 และปวดกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์มากกว่ากล้ามเนื้อเท็มโปราลิส

เมื่อกล่าวถึงอุปนิสัยหรือพฤติกรรมที่จะส่งผลต่อการเกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ในการศึกษานี้พบว่า ผู้ป่วยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.7) มีอุปนิสัยชอบเคี้ยวอาหารข้างเดียว และผู้ป่วยร้อยละ 37 ชอบรับประทานอาหารแข็งและอาหารเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hashemipour และคณะ (28) ที่ศึกษาการทำงานนอกหน้าที่ของขากรรไกรและอุปนิสัยการใช้ขากรรไกรกับความสัมพันธ์ของการเกิดอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์ในเด็กนักเรียนในประเทศอิหร่าน ที่พบว่าการทำงานนอกหน้าที่ของขากรรไกรที่พบมากที่สุดคือ การเคี้ยวอาหารเหนียวข้างเดียว และการเคี้ยวปากกาและดินสอ และในการศึกษานี้พบว่าผู้ป่วยมักมีอุปนิสัยที่ทำให้เกิดการดำเนินงานนอกหน้าที่ของข้อต่อขากรรไกรมากกว่า 1 อย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Motta และคณะ (29) ที่ศึกษาว่า ความสัมพันธ์ระหว่างนิสัยที่ทำให้เกิดการดำเนินงานนอกหน้าที่อย่างน้อย 1 อย่างหรือมากกว่า มีโอกาสทำให้เกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ติสออเดอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} < 0.05$ )

Mieszko และคณะ (30) พบว่า อาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์เป็นภาวะที่เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญนอกเหนือจากอุปนิสัยที่ทำงานนอกหน้าที่แล้ว ปัจจัยด้านจิตใจ (psychological factor) เช่น ความเครียด ก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าความเครียดเป็นปัจจัยที่พบในกลุ่มคนที่มีอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ ส่วนใหญ่มีระดับความเครียดน้อย (43.0%) พบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value <0.05) นอกจากนี้ยังมีหลายการศึกษาที่พบว่าความเครียดมีความสำคัญและส่งผลต่อการเกิดอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ (10,15-18) The Orofacial Pain Prospective Evaluation and Risk Assessment study (OPPERA) พบว่า ภาวะทางจิตสังคม (psychosocial factors) เช่น ความตื่นกลัว ความเครียด มีผลต่อการเพิ่มความชุกของการเกิดอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์เมื่อเทียบกับผู้ป่วยปกติ (6,31) ความเครียดจึงจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ (32) ความเครียดและอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ ความเกี่ยวข้องกัน เพราะความเครียดมีผลต่อมีผลต่อระบบของร่างกาย เช่น ระบบการหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบฮอร์โมน ซึ่งจะส่งผลให้มีอาการแสดงออกทางกายเมื่อมีความเครียด เช่น อาการปวดศีรษะการเค้นฟัน (clenching) เป็นต้น (33)

Gauer RL และคณะ (34) พบว่า สาเหตุของการเกิดเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์มีหลายสาเหตุรวมไปถึงภาวะทางอารมณ์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการซักประวัติร่วมกับการสอบถามอาการจึงเป็นส่วนสำคัญในการวินิจฉัยอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ และตรวจร่างกายบริเวณข้อต่อขากรรไกรโดยการฟังและคลำบริเวณข้อต่อขากรรไกรขณะอ้าปากและหุบปากเพื่อหาตำแหน่งที่มีอาการเจ็บปวด การตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมโดยการถ่ายภาพรังสีจะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อมีการตรวจพบความผิดปกติและมีการสงสัยว่าจะมีความผิดปกติของส่วนข้อต่อขากรรไกร ดังนั้นการวินิจฉัยอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ ทันตแพทย์

จะซักประวัติที่อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรค ประกอบด้วยการสอบถามอาการและตรวจคลำเนื้อและข้อต่อขากรรไกรโดยการฟังและคลำบริเวณข้อต่อขากรรไกรขณะอ้าปากและหุบปาก เพื่อหาตำแหน่งที่มีอาการเจ็บปวด และจากเวชปฏิบัติที่พบผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้พบความชุกถึง ร้อยละ 55 ของผู้ป่วยที่มีอาการของภาวะเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์อย่างน้อย 1 อย่างในผู้ป่วยที่ไม่ได้มีอาการปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยวชัดเจน แต่มาด้วยอาการอื่น เช่น เมื่อยล้าที่หน้า รู้สึกว่า อ้าปากได้แต่ขัด ๆ หรือไม่มีอาการใด ๆ ชัดเจนดังนั้นการให้การวินิจฉัยเบื้องต้นจะได้มาจากการซักประวัติซึ่งทันตแพทย์ควรให้ความสำคัญในการค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการตรวจร่างกายบริเวณข้อต่อขากรรไกรและ/หรือกล้ามเนื้อบดเคี้ยว เพื่อการรักษาผู้ป่วยที่ถูกต้อง

ในส่วนของโรคประจำตัวและสถานภาพสมรส เป็นปัจจัยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเกิดเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ แต่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะสุขภาพจิต ระดับความเครียด ตามการศึกษาของวิไลพรและคณะ (35) ที่พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่สถานภาพสมรส การมีรายได้ การมีโรคประจำตัว ลักษณะการอยู่อาศัย และความสัมพันธ์ในครอบครัว มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ของโรคประจำตัว สถานภาพสมรส กับอาการของเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value < 0.05) ส่วนข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการหาความชุกของผู้ป่วยที่มีอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ กับปัจจัยที่ทำให้เกิด แต่ไม่ได้ศึกษาลงไปถึงการตรวจและให้การวินิจฉัยว่าเป็นเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์หรือไม่ ทำให้ไม่สามารถสรุปว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหรือไม่ บอกได้เพียงมีแนวโน้มที่อาจทำให้เกิดโรค ซึ่งควรมีการต่อยอดในการวิจัยต่อไปในอนาคต

ส่วนความสัมพันธ์ของอาการแสดงเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ที่ได้จากการตรวจและอาการเพิ่มโพโรแมนติบิวลาร์ติสออเดออร์ที่ได้จากแบบสอบถามในการ

ศึกษานี้ พบว่า อาการปวดบริเวณขากรรไกร ขมับ ในหู หรือหน้าหูข้างใดข้างหนึ่ง การมีเสียงใด ๆ ที่ข้อต่อขากรรไกรขณะเคลื่อนไหวหรือใช้ขากรรไกร และมีอาการขากรรไกรล็อกหรืออ้าปากติดขัดจนไม่สามารถอ้าปากได้กว้างเต็มที่ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญแต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าตนเองมีอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ เนื่องจากไม่ใช่อาการสำคัญ (chief complaint) ของการมาปรึกษา อาจเป็นเพราะระดับความรุนแรงไม่มาก ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ Begum (36) ที่กล่าวว่าบางครั้งผู้ป่วยเคยได้ยินเสียงหน้าหูโดยไม่มีอาการปวด และผู้ป่วยจะมาหาทันตแพทย์เองเมื่อมีอาการปวดรุนแรง

จากบทความของ NIDCR (37) ที่กล่าวว่า เสียงที่เกิดขึ้นที่ข้อต่อขากรรไกรโดยไม่มีอาการปวด เป็นเรื่องปกติ ไม่จำเป็นต้องรับการรักษา แต่ในการศึกษานี้พบว่าผู้ป่วยที่เคยมีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกรภายใน 30 วันที่ผ่านมา มีโอกาสเกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่เคยมีเสียงถึง 3.07 เท่า ซึ่งควรอธิบายผู้ป่วยให้ทราบถึงความเสี่ยงที่อาจดำเนินมากขึ้นของอาการเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์

เมื่อสังเกตความต้องการการรักษาของผู้ป่วย (treatment need) ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ถึงแม้ว่าจะพบว่ามีความชุกของอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์สูงถึงร้อยละ 55 แต่ผู้ป่วยเหล่านั้นไม่ได้มาเพื่อการรักษาเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ อาจเนื่องมาจากความหลากหลายของอาการ ไม่ทราบว่าตนเองมีอาการ หรือไม่มีความตระหนักถึงปัญหาจากอาการดังกล่าว หรืออาการไม่ได้รุนแรงมากจนกระทบถึงการใช้ชีวิตประจำวัน แต่การศึกษานี้เป็นการให้ความรู้เบื้องต้นของโอกาสที่จะเกิดเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการป้องกันการดำเนินของโรคไม่ให้เกิดความรุนแรง ซึ่งผู้ป่วยหลายคนเริ่มตระหนักและเห็นความสำคัญมากขึ้น จากเดิมที่ไม่เคยทราบถึงอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ และเนื่องจากเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เมื่อศึกษาระบาดวิทยาของเท็มโปโร

แมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ในอดีตเปรียบเทียบกับผลการศึกษาชั้นนี้ จึงมีความแตกต่างกัน เพราะปัจจัยที่เปลี่ยนไป เช่น ความเครียดที่มากขึ้นส่งผลต่อการเกิดเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์

### บทสรุป (Conclusion)

ผู้ป่วยที่มาใช้บริการทางทันตกรรมจำนวน 300 คน พบว่ามีอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ ถึงร้อยละ 55 มีอาการแสดงอย่างน้อยหนึ่งอย่างคือ มีเสียงที่หน้าหู ร้อยละ 37 กดเจ็บกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ ร้อยละ 12 กดเจ็บกล้ามเนื้อเท็มโพลาริส ร้อยละ 1.3 มีระยะการอ้าปากน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ร้อยละ 43.4 มีอุปนิสัยการใช้ขากรรไกรไม่เหมาะสม ได้แก่ ขอบอ้าปากกว้าง หวานนอนกว้าง ร้อยละ 69.1 และพบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มีภาวะเครียดในระดับน้อย ร้อยละ 43.0 จากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ว่าอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ที่ปรากฏอย่างน้อย 1 อย่าง มีความชุกสูงเกินครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยที่มาใช้บริการที่กลุ่มงานทันตกรรมโรงพยาบาลตากสิน โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ ได้แก่ การขอบอ้าปากกว้าง หวานนอนกว้าง และมีความสัมพันธ์กับความเครียดระดับน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} < 0.05$ ) และผู้ป่วยที่เคยมีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกรภายใน 30 วันที่ผ่านมา มีโอกาสเกิดอาการแสดงของเท็มโปโรแมนดิบิวลาร์ดีสออเดอร์ มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่เคยมีเสียงถึง 3.07 เท่า

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบพระคุณนายภฤตณัย แก้วยศ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัย สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา ผู้ให้คำแนะนำด้านการใช้สถิติในงานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Galli U. Stress-and-pain (dys)regulation in chronic orofacial pain. 1<sup>st</sup> ed. Germany: Cuvillier Verlag; 2008.
2. Bonjardim LR, Gaviao MB, Pereira LJ, Castelo PM, Garcia RC. Signs and symptoms of temporomandibular disorders in adolescents. *Braz Oral Res.* 2005;19(2):93-8.
3. Elfving L, Helkimo M, Magnusson T. Prevalence of different temporomandibular joint sounds, with emphasis on disc-displacement, in patients with temporomandibular disorders and controls. *Swed Dent J.* 2002;26(1):9-19.
4. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network\* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J Oral Facial Pain Headache.* 2014;28(1):6-27.
5. Lee JY, Kim YK, Kim SG, Yun PY. Evaluation of Korean teenagers with temporomandibular joint disorders. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2013;39(5):231-7.
6. Modi P, Shaikh SS, Munde A. A cross sectional study of prevalence of temporomandibular disorders in university students. *IJSRP.* 2012;2(9):1-3.
7. Vojdani M, Bahrani F, Ghadiri P. The study of relationship between reported temporomandibular symptoms and clinical dysfunction index among university students in Shiraz. *Dent Res J (Isfahan).* 2012;9(2):221-5.
8. Jain S, Chourse S, Jain D. Prevalence and severity of temporomandibular disorders among the orthodontic patients using Fonseca's questionnaire. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(1):31-4.
9. Staniszewski K, Lygre H, Bifulco E, Kvinnsland S, Willassen L, Helgeland E, et al. Temporomandibular disorders related to stress and HPA-axis regulation. *Pain Res Manag.* 2018;2018:7020751. doi: 10.1155/2018/7020751.
10. Scrivani SJ, Keith DA, Kaban LB. Temporomandibular disorders. *N Engl J Med.* 2008;359(25):2693-705.
11. Slade GD, Ohrbach R, Greenspan JD, Fillingim RB, Bair E, Sanders AE, et al. Painful Temporomandibular Disorder: Decade of Discovery from OPPERA studies. *J Dent Res.* 2016;95(10):1084-92.
12. Asanasen P. Temporomandibular disorder and masticatory muscle[internet]. Bangkok:Faculty of Medicine Siriraj Hospital; 2010 [cited 2022 November] Available from: <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=784>. (in Thai)
13. Plangkoon Jons T. Orofacial pain management. *Thai Dental Nurse J.* 2012;23(1):1-7. (in Thai)
14. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 1<sup>st</sup> ed. St. Louis: Mosby; 1989.
15. LeResche L, Saunders K, Von Korff MR, Barlow W and Dworkin SF. Use of exogenous hormones and risk of temporomandibular disorder pain. *Pain.* 1997;69(1-2):153-60.
16. Schwartz SM, Gramling SE, Grayson R. Stress induced oral behaviors and facial pain. *International Journal of Stress Management.* 2001;8(1):35-47.
17. Ahuja V, Ranjan V, Passi D, Jaiswal R. Study of stress-induced temporomandibular disorders among dental students: An institution study. *Natl J Maxillofac Surg.* 2018;9(2):147-54.



18. Yoon HJ, Lee SH, Hur JY, Kim HS, Seok JH, Kim HG et al. Relationship between stress levels and treatment in patients with temporomandibular disorders. *J Korean Assoc Oral maxillofac Surg.* 2012;38(6):326-31.
19. Sruthi S , Jimsha VK, Srinivasan SV, Daniel JM. Prevalence of depression, anxiety and stress in chronic temporomandibular joint disorders patients. *J Depress Anxiety.* 2018;7(4). doi:10.4172/2167-1044.1000322.
20. Fillingim RB, Slade GD, Diatchenko L, Dubner R, Greenspan JD, Knott C, et al. Summary of findings from the OPPERA baseline case-control study: implications and future directions. *J Pain.* 2011;12(11):102-7. doi:10.1016/j.jpain.2011.08.009.
21. Salameh E, Alshaarani F, Hamed HA, Nassar JA. Investigation of the relationship between psychosocial stress and temporomandibular disorder in adults by measuring salivary cortisol concentration: a case-control study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2015;15(2):148-52. doi: 10.4103/0972-4052.158075
22. Chaiyasamut T. Temporomandibular joint disorder [internet]. [cited 2021 January]. Available from: URL: <https://dtold.mahidol.ac.th/th/onlinelearning/>. (in Thai)
23. Chintakanan S. Temporomandibular joint osteoarthritis. *CM Dent J.* 2017;38(3):13-28.
24. Chuinsiri N, Jitprasertwong P. Prevalence of self-reported pain-related temporomandibular disorders and association with psychological distress in a dental clinic setting. *J Int Med Res.* 2020;48(9):300060520951744. doi: 10.1177/0300060520951744.
25. Yang PY, Su NY, Lu MY, Wei CY, Yu HC, Chang YC. Trends in the prevalence of diagnosed temporomandibular disorder from 2004 to 2013 using a Nationwide health insurance database in Taiwan. *J Dent Sci.* 2017;12(3):249-52.
26. Østensjø V, Moen K, Storesund T, Rosén A. Prevalence of Painful Temporomandibular Disorders and Correlation to Lifestyle Factors among Adolescents in Norway. *Pain Res Manag.* 2017;2017:2164825. doi: 10.1155/2017/2164825.
27. Mazzetto MO, Rodrigues CA, Magri LV , Melchior MO, Paiva G. Severity of TMD related to age, sex and electromyographic analysis. *Braz Dent J.* 2014;25(1):54-8.
28. Hashemipour MA, Moslemi F, Mirzadeh A, Mirzadeh A. Parafunctional habits and their relationship with temporomandibular joint disorders in Iranian school students. *Meandros Med Dent J.* 2018;19(3):247-53.
29. Motta LJ, Guedes CC, De Santis TO, Fernandes KP, Mesquita-Ferrari RA, Bussadori SK. Association between parafunctional habits and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction among adolescents. *Oral Health Prev Dent.* 2013;11(1):3-7.
30. Wieckiewicz M, Grychowska N, Wojciechowski K, Pelc A, Augustyniak M, Sleboda A, et al. Prevalence and correlation between TMD based on RDC/TMD diagnoses, oral parafunctions and psychoemotional stress in Polish university students. *Biomed Res Int.* 2014;2014:472346. doi: 10.1155/2014/472346.

31. Tylee A, Gastpar M, Lépine JP, Mendlewicz J. DEPRES II (Depression Research in European Society II): a patient survey of the symptoms, disability and current management of depression in the community. DEPRES Steering Committee. *Int Clin Psychopharmacol.* 1999; 14(3):139-51.

32. Simon GE, VonKorff M, Piccinelli M, Fullerton C, Ormel J. An international study of the relation between somatic symptoms and depression. *N Engl J Med.* 1999;341(18):1329-35.

33. Dropper J. The Truth About Stress and TMJ Disorder [Internet]. Dallas: TMJ Wellness Center.; 2018 [cited 2023 April]. Available from: URL: <https://www.tmjplus.com/the-truth-about-stress-and-tmj-disorder/>.

34. Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician.* 2015;91(6):378-86.

35. Khamwong W, Hnoosawutt I, Yamboonruang T, Teunjarern Y. Correlation between personal factors, self-care behaviors regarding mental health, and mental health status among the elder in Mueang Nonthaburi District, Nonthaburi Province, Thailand. *Journal of health science research.* 2020;14(3): 131-44.

36. Begum J. What is TMJ (or TMD)? [Internet]. [cited 2023 August]. Available from: URL: <https://www.webmed.com/oral-health/ss/slideshow-tmj-tmd-overview>.

37. TMD (Temporomandibular disorders). National institute of dental and craniofacial research [Internet]. USA: Institute of Dental and craniofacial research; 2023 [cited 2023 July]. Available from: URL: <http://www.nidcr.nih.gov/health-info/tmd>.

**ติดต่อขอความ:**

ทพญ.สุภาพร วิริยะจิริกุล  
กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตากสิน 543  
ถนนสมเด็จพระเจ้าพระยา แขวงคลองสาน เขตคลองสาน  
กรุงเทพฯ 10600  
โทรศัพท์: 081 819 1262  
อีเมล: v\_supaporn5@yahoo.com

**Corresponding author:**

Dr. Supaporn Viriyajirakul  
Address: Dental Department, Taksin hospital 543  
Somdet Chao Phraya Road, Khlong San, Khlong  
San, Bangkok 10600, Thailand.  
Tel: (668) 1819 1262  
E-mail: v\_supaporn5@yahoo.com

## การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี

กุลภัทรา เหล็กเพชร\* จันทรพิมพ์ ทินทาว์\*\* วรธนะ พิธพรชัยกุล\*\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี ที่จัดช่วงปีงบประมาณ 2559-2561

**วัตถุประสงค์และวิธีการ:** การวิจัยนี้เป็นวิจัยผสานวิธี ใช้ระเบียบวิธีวิจัยของการประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน มีทั้งหมด 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์และระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 2) ทำแผนที่ผลลัพธ์และสร้างตัวชี้วัด 3) เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์และค่าแทนทางการเงินของผลลัพธ์ 4) การประเมินผลกระทบของกิจกรรม 5) คำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนและวิเคราะห์ความอ่อนไหว และ 6) รายงานผลแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและนำไปปฏิบัติ ใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2564-เดือนกรกฎาคม 2565

**ผลการศึกษา:** พบว่ากิจกรรมนี้ใช้งบประมาณของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติและองค์การบริหารส่วนตำบลในอำเภอโคกเจริญ มีมูลค่าการลงทุนปัจจุบันเป็นเงิน 192,551 บาท สร้างมูลค่าเป็นเงิน 915,126 บาท คือการลงทุน 1 บาท ได้ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 4.75 บาท เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมอยู่ที่ 1.06-4.80 บาท

**สรุป:** เงินทุก ๆ 1 บาทที่ลงทุนให้ผลตอบแทนทางสังคมอยู่ที่ 4.75 บาท โดยผลประโยชน์ของกิจกรรมตกแก่กลุ่มเป้าหมายหลักคือกลุ่มเด็กเล็กร้อยละ 85 และกลุ่มที่ยังได้รับประโยชน์จากกิจกรรม คือ ผู้ปกครอง ครู ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก และก่อให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนร่วมกับกิจกรรม

**คำสำคัญ:** การประเมินผล การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก เด็ก ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน

วันที่รับ: 27 เมษายน 2566

วันที่แก้ไข: 27 กรกฎาคม 2566

วันที่ตอบรับ: 28 กันยายน 2566

\*หลักสูตรการฝึกอบรบทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพทันตกรรม สาขาทันตสาธารณสุข คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90110

\*\*หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาการดูแลสุขภาพช่องปาก สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90110

\*\*\*หน่วยวิจัยทันตแพทยศาสตร์เชิงประจักษ์เพื่อการดูแลและส่งเสริมสุขภาพช่องปาก สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90110

## A Social Return on Investment of Oral Health Promotion and Prevention Program in 0-3 Years Old Children, Khokchareon District, Lopburi Province.

Kullapattra Lekpet\* Janpim Hintao\*\* Wattana Pithpornchaiyakul\*\*\*

### Abstract

**Objective:** The purpose of this research was to study the social return on investment of oral health promotion and prevention programs for 0–3 years old children in Khokchareon District, Lopburi Province, which was held in the fiscal year 2016-2018.

**Materials and methods:** This research are mixed methods research, using research methodology based on social return on investment assessment. There are six steps consisting of 1) Determining the scope of analysis and identifying stakeholders. 2) Create an impact map and indicators. 3) Collecting outcome changes and defining financial proxies. 4) Impact assessment. 5) Calculation of social return on investment and sensitivity analysis. 6) Reporting results to stakeholders and implementation. Take time to collect data and analyze from March 2021-July 2022

**Results:** The results showed that this activity used the budget from the National Health Security Office and the subdistrict Administrative Organization in the Khokchareon District. The current investment value was 192,551 baht, while the social return was 915,126 baht. Investing 1 baht has a social return from investment of 4.75 baht. When analyzing the sensitivity, it was found that the social return on investment was 1.06-4.80 baht.

**Conclusions:** For every 1 baht invested, the social return was 4.75 baht. The benefits of the activities fall on the leading target group, 85% of young children, which was consistent with the objectives of the activity. Parents and child development center teachers also received benefits from the activity and this assessment built good relationships between staff involved in the activities.

**Keywords:** Evaluation, Oral health promotion, Children, Social Return on Investment (SROI)

Received date: Apr 27, 2023

Revised Date: Jul 27, 2023

Accept Date: Sep 28, 2023

\*Residency Training Program in Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand 90110.

\*\*Improvement of Oral Health Care Research Unit, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand 90110.

\*\*\*Evidence-based dentistry for oral health care and promotion unit, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, Thailand 90110.

## บทนำ (Introduction)

ฟันน้ำนมผุในเด็กเล็กเป็นปัญหาสุขภาพช่องปากที่สำคัญของประเทศไทย ในพ.ศ. 2555 เด็กอายุ 3 และ 5 ปี มีความชุกฟันผุร้อยละ 51.8 และ 78.5 (1) ขณะที่ พ.ศ. 2560 มีความชุกฟันผุร้อยละ 52.9 และ 75.6 ตามลำดับ (2) ความชุกของฟันผุในเด็กทั้งสองกลุ่มอายุในสองช่วงเวลายังค่อนข้างคงที่ แม้มีการดำเนินมาตรการทั้งการส่งเสริม ป้องกัน และรักษาสุขภาพช่องปากในเด็กกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง

ในขณะที่เด็กอายุ 3 ปี ของอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี มีความชุกของฟันน้ำนมผุในปี 2558-2560 มีค่าร้อยละ 69.23, 67.06 และ 61.69 ตามลำดับปี ซึ่งมีค่าลดลงทุกปี แต่อย่างไรก็ตามยังมีความชุกฟันผุสูงกว่าเด็กทั้งจังหวัดลพบุรีซึ่งมีค่าร้อยละ 57.89, 47.22 และ 38.3 ตามลำดับปี (3) จากปัญหาดังกล่าว กลุ่มงานทันตสาธารณสุขโรงพยาบาลโคกเจริญจึงค้นหาปัญหาและวางแผนดำเนินงาน โดยให้ทันตบุคลากรในอำเภอวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งของการทำงาน และออกแบบกระบวนการทำงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เกิดเป็นกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากในกลุ่มเด็กเล็กที่จัดขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี 2559-2561 กิจกรรมประกอบด้วย การให้ทันตศึกษาและบริการทันตกรรมแก่หญิงตั้งครรภ์ เมื่อคลอดแล้ว เด็กที่เข้ารับบริการในคลินิกเด็กดีจะได้รับการแจกอุปกรณ์ทำความสะอาดช่องปากและทาฟลูออไรด์วานิช ใช้คำถามเพื่อติดตามพฤติกรรมผู้ปกครองในการดูแลทันตสุขภาพของเด็กจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ความรู้ผู้ปกครองดูแลทันตสุขภาพของบุตรหลานและการแปรงฟันแบบลงมือปฏิบัติ กิจกรรมตรวจและเคลือบฟลูออไรด์ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก (ศพด.) ประกวดหนูน้อยฟันสวย อบรมครูศพด. เพื่อสอนแปรงฟันและฝึกตรวจสุขภาพช่องปากเด็ก รวมทั้งจัดกิจกรรมดูงานศพด.ตัวอย่างให้แก่ครูและเจ้าหน้าที่งานเด็กปฐมวัยของอำเภอโคกเจริญเพื่อให้เกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนางานของตนเอง ผู้ดำเนินกิจกรรมหลักเป็นทันตบุคลากร และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม ได้แก่ ผู้ปกครองเด็ก ครู ศพด. เจ้าหน้าที่งานปฐมวัย และผู้บริหารนอกจากทรัพยากรมนุษย์แล้ว ยังต้องใช้เวลาและงบประมาณ

โดยงบประมาณได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) แต่ที่ผ่านมาไม่มีการประเมินผลของการดำเนินกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปาก

จากการทบทวนวรรณกรรมพบการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการป้องกันฟันผุในเด็กก่อนวัยเรียน 39 เรื่อง ส่วนใหญ่เป็นการประเมินต้นทุน (Cost analysis) และการประเมินต้นทุนประสิทธิผล (Cost-Effectiveness analysis) ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้ระบุพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) และ อัตราการคิดลด (Discount rate) (4) การประเมินมาตรการป้องกันฟันผุที่ผ่านมายังมีข้อจำกัด คือ เป็นการประเมินจากมุมมองของผู้ประเมินหรือผู้วิจัย วัตถุประสงค์ทางทันตสุขภาพ ค่าเฉลี่ยฟันผุดูดถอน อัตราการเข้ารับบริการทางทันตกรรม และค่าใช้จ่ายเพื่อการรักษา(4) แต่ยังไม่มีการประเมินจากมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยไม่เลือกใช้การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลเพราะเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก (5) ว่ามีต้นทุนต่อหน่วยต่างกันเท่าไร ซึ่งไม่ได้ขยายมุมมองของผลลัพธ์ที่ต่างไปจากการประเมินที่ผ่านมาและงานวิจัยนี้ไม่มีทางเลือกของกิจกรรมเพื่อเปรียบเทียบ

ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment : SROI) เป็นการประเมินกิจกรรมนั้น ๆ โดยเพื่อศึกษาว่าสร้างผลลัพธ์ทางสังคมคิดเป็นมูลค่าเท่าไรต่อเงิน 1 บาทที่ลงทุนไป ถูกพัฒนาโดย Roberts Enterprise Development Fund (6) ในปี 1996 พัฒนจากการวิเคราะห์ต้นทุนผลได้ (Cost-Benefit Analysis: CBA) เปรียบเทียบต้นทุนและผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปของเงิน แต่ผลลัพธ์ของ SROI จะต่างจาก CBA ที่ SROI จะวัดการเปลี่ยนแปลงจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งในด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม CBA มักใช้ประเมินนโยบายระดับชาติในกลุ่มประชากรทั้งหมด เป็นการประเมินแบบ top-down ส่วน SROI จะมีความจำเพาะต่อพื้นที่ ทำในกลุ่มที่เล็กกว่า CBA ได้ เป็นการประเมินแบบ bottom-up (7) ในการประเมิน SROI ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการกำหนดผลลัพธ์ที่สำคัญ และสามารถให้สัดส่วนของ

ผลงานที่เกิดขึ้นได้ SROI มีประโยชน์ในการนำไปใช้ในพื้นที่เพื่อติดตาม ประเมิน และพัฒนางานให้ตรงกับความ ต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งตอบสนองต่อการพัฒนา กิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากของพื้นที่อำเภอโคกเจริญ จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ รายงานในช่วงปีพ.ศ. 2558 ถึง 2563 (6, 8, 9) พบว่ามีการศึกษา SROI รวม 88 เรื่อง ในงานวิจัยทางการแพทย์บางสาขา แต่ยังไม่พบการทำงานวิจัย SROI ในงานทันตสาธารณสุข มีเพียงวิทยานิพนธ์หนึ่งเรื่องในสหราชอาณาจักรที่นำ SROI มาใช้ประเมินการ ร้องเรียนบริการทางทันตกรรมในคลินิกเอกชน (10) ประเทศไทยเริ่มใช้ SROI เป็นครั้งแรกในงานของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) (11) เพื่อประเมินผลของงานส่งเสริมสุขภาพแต่ไม่ได้ ประเมินงานด้านทันตสุขภาพเป็นหลัก ในปี 2564 พบ การนำ SROI มาใช้ทางทันตสาธารณสุขคือการประเมิน กิจกรรมอบรมครูและแกนนำนักเรียนด้านทันตสุขภาพ ในโรงเรียนประถมศึกษาเขตเทศบาลนครภูเก็ต(12) เห็นได้ว่าการศึกษา SROI ในทันตสาธารณสุขยังมีน้อยมากและไม่มีการศึกษาในกิจกรรมของกลุ่มเด็กเล็ก

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการประเมินผลตอบแทนทาง สังคมจากการลงทุนของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่อง ปากในเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี ซึ่งนำไปสู่แนวทางในการวางแผนพัฒนา กิจกรรมส่งเสริม สุขภาพช่องปากต่อไปในอนาคต

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน เป็นการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed methods research) ระหว่างวิจัยเชิงคุณภาพในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์และเชิงปริมาณในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ทางการเงินของผลลัพธ์และคำนวณผลตอบแทนทาง สังคมจากการลงทุน ดำเนินการวิจัยมีนาคม พ.ศ. 2564 ถึงกรกฎาคม พ.ศ.2565 โดยปฏิบัติตามระเบียบวิธีวิจัย ในการทำ SROI ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ดังนี้ (13)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์และ ระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกิจกรรม ได้แก่ เด็กเล็ก (ตั้งแต่แรกเกิดจนมีอายุ 3 ปี 11 เดือน 29 วัน นับเฉพาะเด็กที่เกิดในปีงบประมาณ 2559-2561) ผู้ปกครอง ทันตบุคลากร ครูในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก (ศพด.) เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงาน พัฒนาการเด็กปฐมวัยที่ทำงานร่วมกับทันตบุคลากร ทั้งในโรงพยาบาลและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และผู้บริหาร ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงพยาบาล โคกเจริญ 1 คน ผู้อำนวยการรพ.สต. 3 คน และทันต บุคลากรในสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลพบุรี 2 คน การวิเคราะห์นี้ใช้ข้อมูลของคลินิกฝากครรภ์ ศพด. และ รพ.สต.ทุกแห่งในอำเภอโคกเจริญ รวบรวมข้อมูลโดย การสนทนากลุ่มและสัมภาษณ์เชิงลึกจนได้ข้อมูลที่อิ่มตัว เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลคือ 1.เป็นผู้มีส่วนร่วม กับกิจกรรมที่เกิดขึ้น 2. สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความ เปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพในเด็ก 0-3 ปี และ 3. ยินยอมเข้าร่วมการวิเคราะห์ผลตอบแทน ทางสังคม ดังตารางที่ 1

## ตารางที่ 1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและวิธีเก็บข้อมูล

Table 1. Stakeholders and methods of collecting data.

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	ขั้นตอนที่ 1		ขั้นตอนที่ 3	
	จำนวน (คน)	วิธีการเก็บข้อมูล	จำนวน (คน)	วิธีการเก็บข้อมูล
เด็กเล็ก	0	ยังให้ข้อมูลไม่ได้ สัมภาษณ์เชิงลึก ผู้ปกครองแทน	282	ข้อมูลทุติยภูมิจากการตรวจฟัน
ผู้ปกครอง	20	สัมภาษณ์เชิงลึก	140	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์
ครูศพด.	19	สนทนากลุ่ม	20	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์
ทันตบุคลากร	5	สัมภาษณ์เชิงลึกและสนทนากลุ่ม	5	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์
เจ้าหน้าที่งานปฐมวัย	5	สัมภาษณ์เชิงลึก	5	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์
ผู้บริหาร	6	สัมภาษณ์เชิงลึก	-	-

ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำแผนที่ผลลัพธ์ (Impact map) คัดเลือกผลลัพธ์ด้วยเกณฑ์ดังนี้ 1.เป็นผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม 2. ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกล่าวถึงหลายครั้ง(ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกลุ่มเดียวกันกล่าวถึงทุกคนหรือหลายกลุ่มกล่าวถึงผลลัพธ์นั้น) และ 3. มีความคุ้มค่าในการวัด นำผลลัพธ์ที่ถูกคัดเลือกไปทบทวนร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางเศรษฐศาสตร์ว่าตรงตามเกณฑ์หรือไม่ กำหนดตัวชี้วัดทางการเงินของแต่ละผลลัพธ์ แล้วนำผลลัพธ์และตัวชี้วัดทางการเงินที่ถูกเลือกทั้งหมดกลับไปให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียยืนยันอีกครั้งว่าตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ จากนั้นนำข้อมูลผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ปัจจัยนำเข้า (ทรัพยากรที่ใส่เข้าไปเพื่อให้เกิดกิจกรรม) ผลลัพธ์ และตัวชี้วัดทางการเงินของผลลัพธ์ มาจัดทำแผนที่ผลลัพธ์เพื่อให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ (Outcome incidence) และค่าแทนทางการเงิน (Financial proxy) ของผลลัพธ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ ดังตารางที่ 1 ข้อมูลการตรวจฟันของเด็กเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพเด็กอายุ 3 ปีของจังหวัดลพบุรี และค่าแทน

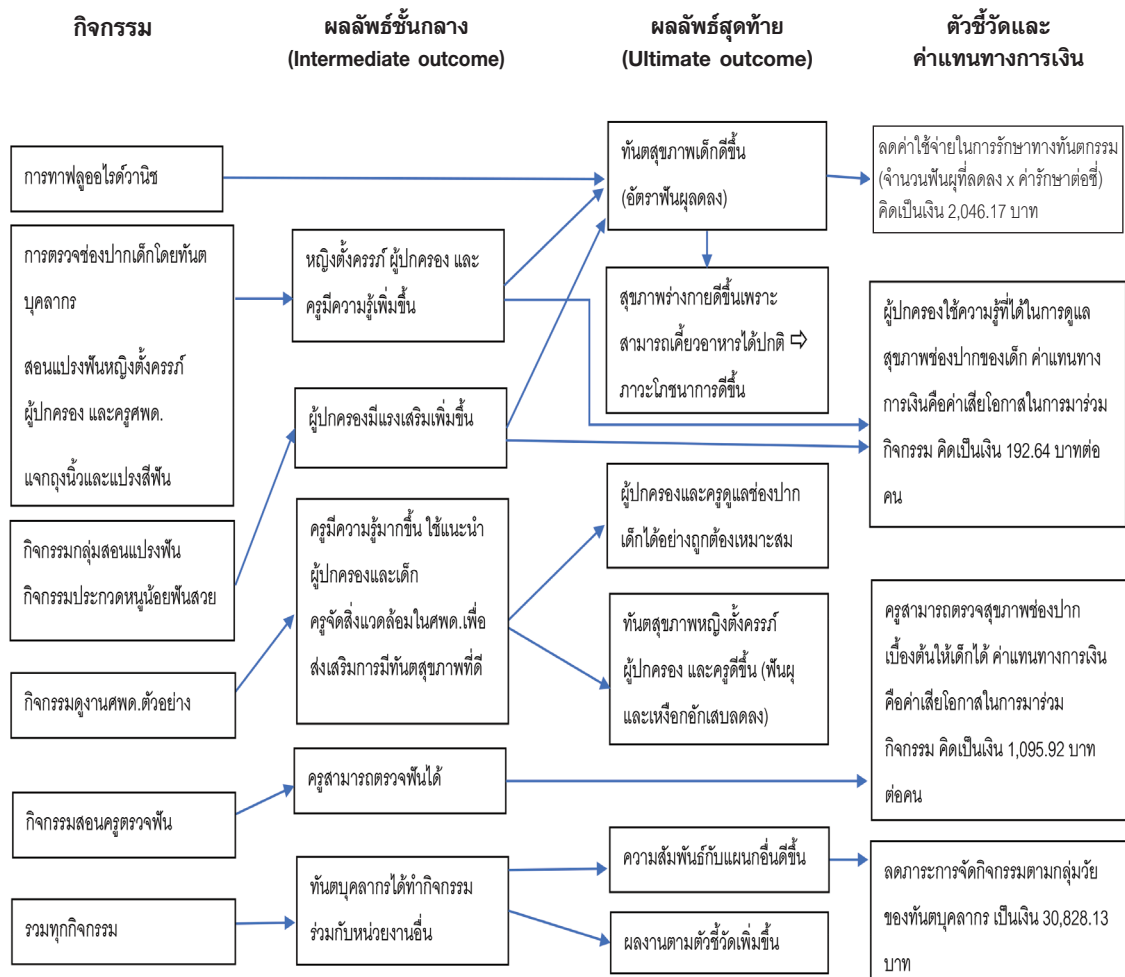
ทางการเงิน ดังรูปที่ 1

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลกระทบของกิจกรรม เป็นการให้สัดส่วนว่าผลลัพธ์เกิดจากตัวกิจกรรมเท่าไร ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นผู้กำหนดผลกระทบทั้ง 4 ด้าน (13) ดังนี้ 1) ผลลัพธ์ส่วนเกิน (Deadweight) คือสัดส่วนของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเองแต่ไม่มีกิจกรรม 2) ผลลัพธ์ทดแทน (Displacement) คือ สัดส่วนผลลัพธ์ที่ไม่เป็นเป้าหมายของกิจกรรมหรือผลลัพธ์ที่ไม่คาดคิดหรือไม่ 3) ผลที่เกิดจากกิจกรรม (Attribution) คือสัดส่วนของผลลัพธ์จากกิจกรรมที่กำลังประเมินต่อผลจากหน่วยงานอื่น และ 4) จุดสิ้นสุดหรือความยาวนานของผลลัพธ์ และอัตราการลดลงของผลลัพธ์ (Drop-off) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะอยู่ได้นานเท่าไรถ้าไม่มีการใส่ทรัพยากรลงไปเพิ่ม และจะลดลงเป็นสัดส่วนเท่าไรต่อปี

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน และวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) โดยใช้ตารางสูตรคำนวณจาก <https://thailand-sroi.online> ค่า SROI ratio ได้จาก มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์หารด้วยมูลค่าปัจจุบันการลงทุน ในงานวิจัยนี้ใช้อัตราคิดลด (Discount rate) ร้อยละ 3 ต่อปี (14) ปีฐานที่ใช้คำนวณคือ พ.ศ. 2565 โดยสูตรในการคำนวณเป็นดังนี้



- อุบัติการณ์ของผลลัพธ์ (Outcome incidence) = มูลค่าตัวชี้วัด x จำนวนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- Deadweight incidence = Deadweight proportion x Outcome incidence
- Incidence after deadweight = Outcome incidence – Deadweight incidence
- Incidence after attribution and deadweight= Incidence after deadweight x Attribution proportion
- Incidence after attribution, deadweight and displacement = Incidence after attribution and deadweight x (1-displacement proportion)
- Total annual value produced = Incidence after attribution, deadweight and displacement x ค่าแทนทางการเงิน (financial proxy)  
 ขั้นตอนที่ 6 รายงานผลแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนำไปปฏิบัติ ใช้ผลที่ได้ในการวางแผนบริหารทรัพยากร และเก็บข้อมูลในเรื่องที่ต้องการประเมินในอนาคต  
 การวิจัยนี้ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการจริยธรรมโครงการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2564 รหัสโครงการ EC6402-010



รูปที่ 1 แผนภูมิผลลัพธ์ของกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากในเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี  
 Fig.1 Impact map of oral health promotion and prevention program in 0-3 years old children, Khokchareon district, Lopburi province.

**ผลการศึกษา (Results)**

มูลค่าปัจจัยนำเข้าทั้งหมดจากกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรีปีงบประมาณ 2559 ถึง 2561 ประกอบด้วย 1) เงินสนับสนุนจาก สปสช. เพื่อลงทุนในการจัดกิจกรรม เป็นเงิน 140,652 บาท 2) เงินสนับสนุน จาก อบต.

เพื่อซื้ออุปกรณ์ทำความสะอาดช่องปากและแก้วน้ำเป็นเงิน 19,740 บาท และ 3) เวลาของทันตบุคลากรเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรม รวมเป็นเงิน 62,150 บาท เมื่อใช้อัตราคิดลดที่ร้อยละ 3 มูลค่าปัจจัยนำเข้าทั้งหมดในปีงบประมาณปัจจุบัน 2565 คือ 192,551 บาท ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มูลค่าปัจจัยนำเข้าทั้งหมดและมูลค่าปัจจุบัน

Table 2 Input value and Present value.

ปัจจัยนำเข้า	ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2559 (บาท)	งบ สปสช. 37,703 งบ อบต. 6,230 เวลาทันตบุคลากร 20,717 รวม 64,650	0	0
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2560 (บาท)		งบ สปสช. 44,891 งบ อบต. 6,930 เวลาทันตบุคลากร 20,717 รวม 72,538	0
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2561 (บาท)			งบ สปสช. 58,057 งบ อบต. 6,580 เวลาทันตบุคลากร 20,717 รวม 85,354
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2562 (บาท)	59,164	68,374	82,868
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2563 (บาท)	57,440	66,382	80,454
มูลค่าเมื่อปีงบประมาณ 2564 (บาท)	55,767	64,449	78,111
มูลค่าปัจจุบันของการลงทุน ปีงบประมาณ 2565 (บาท)	54,143	62,572	75,836

มูลค่าปัจจุบันของการลงทุน = 54,143 + 62,572 + 75,836 = 192,551 บาท

จากตารางที่ 2 แสดงมูลค่าปัจจุบันนำเข้าถึงปี 2565 เพราะเป็นปีฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ SROI โดยผลประโยชน์และต้นทุนที่ใช้คำนวณต้องอยู่ในปีฐานเดียวกัน

ผลลัพธ์ในกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กปฐมวัย ประกอบด้วย 4 ผลลัพธ์ โดยเน้นการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือ อุบัติการณ์ของผลลัพธ์ (Outcome incidence) ดังนี้ ผลลัพธ์ที่ 1 เด็กมีสุขภาพช่องปากดีขึ้นคำนวณการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการสำรวจสถานะทันตสุขภาพเด็กอายุ 3 ปีของจังหวัดลพบุรีในปี พ.ศ. 2562 ใช้ค่า Preventive Fraction (PF) พบว่าสัดส่วนของเด็กที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมมีฟันผุน้อยกว่าเด็กที่เกิดก่อนมีกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 52.39 ผลลัพธ์ที่ 2 ผู้ปกครองมีความรู้และทักษะในการดูแลทันตสุขภาพของเด็กเพิ่มขึ้น ใช้การเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากแบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ ผู้ปกครองให้คะแนนความรู้ของตนเองเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมจำนวน 128 คน จาก 140 คน คิดเป็นร้อยละ 91.43 ผลลัพธ์ที่ 3 ครู ศพด. มีความรู้และความตระหนักในการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กเพิ่มขึ้น ใช้การเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากแบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ ครู ศพด. ให้คะแนนความรู้ด้านการตรวจฟันและสอนแปรงฟันเด็กเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมจำนวน 17 คน จาก 20 คน คิดเป็นร้อยละ 85 ผลลัพธ์ที่ 4

ความสัมพันธ์ระหว่างทันตบุคลากรกับเจ้าหน้าที่ส่วนอื่นเพิ่มมากขึ้น ใช้การเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากแบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ทันตบุคลากร ครูศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก และเจ้าหน้าที่งานเด็กปฐมวัย รวม 30 คน ให้คะแนนความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 ตารางที่ 3-5 แสดงการคำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน

ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (SROI) ได้จากการนำมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์มาหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของการลงทุน ซึ่งมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ คือ 915,126 บาท และมูลค่าปัจจุบันของการลงทุนคือ 192,551 บาท ได้ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 4.75 หมายถึงการลงทุนในกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปีในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี 1 บาท ให้ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 4 บาท 75 สตางค์ หรือประมาณ 5 บาท

ส่วนแบ่งของผลประโยชน์ปัจจุบัน ตกแก่เด็กเล็ก 781,378 บาท ซึ่งเป็นผู้ได้รับประโยชน์สูงสุดร้อยละ 85 ตกแก่ผู้ปกครอง 38,546 บาท ตกแก่ ครู ศพด. 24,610 บาท และ ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างทันตบุคลากร และเจ้าหน้าที่อื่น 70,592 บาท แสดงเป็นร้อยละดังรูปที่ 2

ตารางที่ 3 การคำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (ตัวชี้วัดและผลลัพธ์ส่วนเกิน)

Table 3 Calculating of social return on investment (Indicator and deadweight).

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	จำนวน	ผลลัพธ์	คำอธิบายตัวชี้วัด	แหล่งข้อมูลตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	อรรถิการณ้ของผลลัพธ์	สัดส่วนของผลลัพธ์ส่วนเกิน	อรรถิการณ้ของผลลัพธ์ส่วนเกิน
เด็กเล็ก	282	เด็กมีสุขภาพช่องปากที่ดีขึ้น	สัดส่วนร้อยละของบุตรหลานที่มีฟันผุลดลงเมื่อเทียบกับเด็กอายุ 3 ปีที่เกิดก่อนมีกิจกรรม	ข้อมูลทุติยภูมิ การสำรวจสภาวะทันตสุขภาพ เด็กอายุ 3 ปี ของจังหวัดลพบุรี	52.39%	146.64	0.31	45.46
ผู้ปกครอง	282	ผู้ปกครองมีความรู้และทักษะในการดูแลทันตสุขภาพของเด็กเพิ่มขึ้น	ผู้ปกครองมีความรู้และทักษะในการดูแลทันตสุขภาพเด็กเพิ่มขึ้น	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์	91.43%	256.62	0.75	192.47
ครูศพด.	20	ครู ศพด. มีความรู้และความตระหนักในการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กเพิ่มขึ้น	คุณครูมีความรู้ในการตรวจฟันและแปรงฟันเด็กเพิ่มขึ้น	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์	85%	17.0	0.65	11.05
ทันตบุคลากร	5	ความสัมพันธ์ระหว่างทันตบุคลากรกับ	มีการประสานงานเพื่อดำเนินกิจกรรมร่วมกันระหว่างทันตบุคลากร	แบบสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์	100%	1.0	0.5	0.50
เจ้าหน้าที่งานปฐมวัยครูศพด.	20	เจ้าหน้าที่ส่วนอื่นเพิ่มมากขึ้น	กับเจ้าหน้าที่หน่วยงานอื่นในปีงบประมาณ 2559-2561					

ตารางที่ 4 การคำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (ผลลัพธ์จากหน่วยงาน ผลลัพธ์ทดแทน และค่าแทนทางการเงิน)

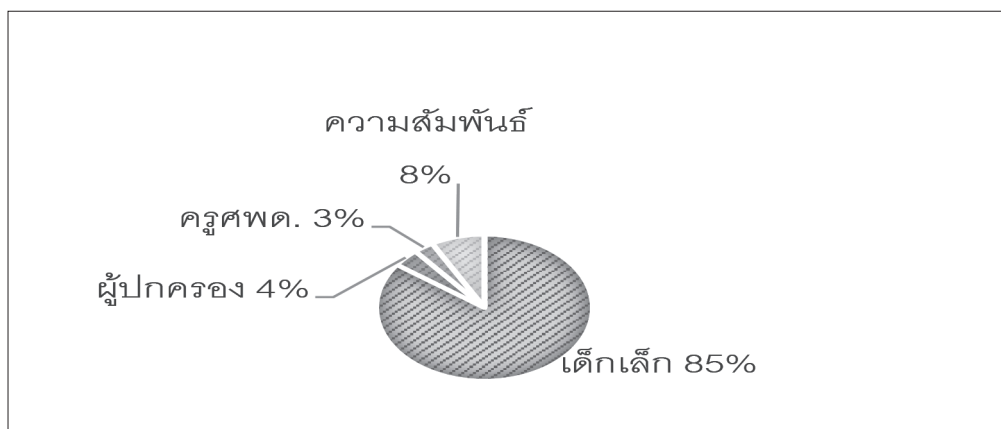
Table 4 Calculating of social return on investment (Attribution, Displacement and Financial proxy).

ผู้มี ส่วนได้ ส่วนเสีย	อุบัติเหตุ เมื่อคิด ผลลัพธ์ ส่วนเกิน	สัดส่วน ของ ผลลัพธ์ จาก หน่วยงาน	อุบัติเหตุ หลังคิด ผลลัพธ์ จากหน่วย งานและ ผลลัพธ์ ส่วนเกิน	สัดส่วน ของ ผลลัพธ์ ทดแทน	อุบัติเหตุ หลังคิด ผลลัพธ์ จาก หน่วยงาน, ผลลัพธ์ ส่วนเกิน และผลลัพธ์ ทดแทน	คำอธิบาย ค่าแทน ทางการเงิน	ค่าแทน ทาง การเงิน	มูลค่า ของผล ประโยชน์
เด็กเล็ก	101.18	1	101.18	0	101.18	จำนวนซีพันผู้ ลดลง x ค่ารักษา ทางทันตกรรม เฉลี่ยต่อ 1 คิดเป็นเงิน 2,046.17 บาท	2,046.17	207,034.75
ผู้ปกครอง	64.16	1	64.16	0	64.16	ค่าเสียโอกาส ของผู้ปกครองใน การมาร่วมกิจกรรม คิดเป็นเงิน 192.64 บาทต่อคน	192.64	12,358.82
ครูศพด.	5.95	1	5.95	0	5.95	ค่าเสียโอกาสของ ครูในการมาร่วม กิจกรรม คิดเป็นเงิน 1,095.92 บาท ต่อคน	1,095.92	6,520.72
ทันตบุคลากร เจ้าหน้าที่ งานปฐมวัย ครูศพด.	0.50	1	0.50	0	0.50	ผลรวมของ ค่าใช้จ่ายในกิจกรรม ที่จัด โดยหน่วยงาน อื่น แล้วเชิญทันต บุคลากรไปร่วม กิจกรรม (คิดค่า ใช้จ่ายในมุมที่ ทันตบุคลากร ต้องจัดกิจกรรม เอง) 30,828.125	30,828.125	15,414.06

ตารางที่ 5 การคำนวณผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (อัตราการลดลงของผลลัพธ์และมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ทั้งหมด)

Table 5 Calculating of social return on investment (Drop-off and Net Present Value).

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	อัตราการลดลงของผลลัพธ์	มูลค่าของผลประโยชน์ ปีที่ 1	มูลค่าของผลประโยชน์ ปีที่ 2	มูลค่าของผลประโยชน์ ปีที่ 3	มูลค่าของผลประโยชน์ ปีที่ 4	มูลค่าของผลประโยชน์ ปีที่ 5	รวมมูลค่าของผลประโยชน์	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์
		2561	2562	2563	2564	2565		
เด็กเล็ก	0.1	207,034.75	186,331.28	167,698.15	150,928.34	135,835.50	847,828.02	781,378.05
ผู้ประกอบการ	0.2	12,358.82	9,887.06	7,909.64	6,327.72	5,062.17	41,545.41	38,545.56
ครูศพด.	0.1	6,520.72	5,868.65	5,281.79	4,753.61	4,278.25	26,703.02	24,610.12
ทันตบุคลากร เจ้าหน้าที่ งานปฐมวัย ครูศพด.	1	15,414.06	15,414.06	15,414.06	15,414.06	15,414.06	77,070.31	70,591.89
รวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (Net Present Value)								915,125.63



รูปที่ 2 ส่วนแบ่งผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

Fig.2 Share of benefits to stakeholders

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) โดยใช้ค่าผลลัพธ์ส่วนเกินสูงสุดและต่ำสุดที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้ไว้ พบว่าค่า SROI อยู่ระหว่าง 1.06-4.80 ดังตารางที่ 6 หมายความว่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนยังคุ้มค่าแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของการคำนวณ

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

Table 6 Sensitivity analysis.

SROI เมื่อเปลี่ยนเงื่อนไข	อัตราคิดลด (ร้อยละ)		
	3	4	6
กรณีฐาน	4.75	4.63	4.40
SROI เมื่อใช้ค่าผลลัพธ์ส่วนเกินต่ำสุดทุกกรณี	4.80	4.67	4.44
SROI เมื่อใช้ค่าผลลัพธ์ส่วนเกินสูงสุดทุกกรณี	1.15	1.12	1.06
SROI เมื่อใช้ค่าผลลัพธ์ที่เกิดจากหน่วยงานต่ำสุดทุกกรณี	2.49	2.43	2.31
SROI เมื่อใช้ค่าผลลัพธ์ที่เกิดจากหน่วยงานสูงสุดทุกกรณี	4.75	4.63	4.40

**บทวิจารณ์ (Discussion)**

ผลลัพธ์ในกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กปฐมวัยคือสุขภาพช่องปากของเด็กดีขึ้น ผู้ปกครองมีความรู้และทักษะในการดูแลทันตสุขภาพของเด็กเพิ่มขึ้น ครูศพด.มีความรู้และความตระหนักในการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กมากขึ้น และความสัมพันธ์ระหว่างทันตบุคลากรกับเจ้าหน้าที่ส่วนอื่นเพิ่มมากขึ้น แต่ยังมีข้อจำกัดคือข้อมูลที่ได้จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียยังขาดข้อมูลเชิงวิชาการมาสนับสนุน การประเมินโครงการที่ไม่ได้วางแผนเก็บข้อมูลมาก่อนอาจเกิดอคติทางอัตวิสัยจากผู้ให้ข้อมูลได้สูง และคุณภาพของข้อมูลที่ได้ว่าเป็นตัวแทนของประชากรจริงหรือไม่(15) ไม่ควรนำผล SROI ไปเปรียบเทียบกับผลของกิจกรรม โครงการ หรือกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน เนื่องจาก SROI มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อติดตาม ประเมิน และรายงานผลของกิจกรรมนั้น ๆ เหมาะสำหรับให้พื้นที่ประเมินว่าโครงการของตนเกิดคุณค่าในเชิงเทคนิคหรือเชิงการผลิตมากน้อยเพียงใด(15) แม้ว่าผลของ SROI ในกิจกรรมหนึ่ง ๆ ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับกิจกรรมหรือโครงการอื่น ๆ ได้แต่หากเทียบเคียงกับงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการประเมินผลการส่งเสริมทันตสุขภาพในเด็กเล็กอื่น ๆ พบว่างานวิจัยนี้มีความเหมือนกันที่ผลของสภาวะทันตสุขภาพเด็ก และแตกต่างกันที่การวัดความรู้และพฤติกรรมของผู้ดูแล และการวัดความสัมพันธ์ระหว่างผู้มีส่วนร่วมในกิจกรรม เพราะการรวบรวมข้อมูลผลลัพธ์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทำให้เกิดข้อมูลของผลลัพธ์

กว้างขึ้น(4) และหากเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษา SROI ในทางทันตสาธารณสุขพบว่า ยังไม่พบการศึกษากิจกรรมที่ดำเนินการในเด็กเล็กมีเพียงการศึกษาในกลุ่มเด็กวัยเรียนของพิชญาดา สายสินธุ์ชัย ที่ประเมินกิจกรรมอบรมครูและแกนนำนักเรียนด้านทันตสุขภาพในโรงเรียนเขตเทศบาลนครภูเก็ต มีค่า SROI เป็น 2.77 บาท พบว่า ผลลัพธ์ที่ประเมินคือแกนนำนักเรียนมีความรู้เรื่องการแปรงฟันถูกวิธีและการตรวจทำความสะอาดนักเรียนมีสุขภาพฟันดีขึ้น สามารถประเมินความสะอาดจากการแปรงฟันของตนได้ครูประจำชั้นมีประสบการณ์ ย่อมสีฟันและตรวจความสะอาด ครูอนามัยมีความรู้เรื่องการแปรงฟันที่ถูกต้องและการตรวจความสะอาด ผู้ปกครองไม่เสียเวลาพานักเรียนไปทำฟัน และลดภาระงานของทันตบุคลากรการศึกษาดังกล่าวมีความเหมือนกับการศึกษานี้ที่การวัดผลลัพธ์ด้านสุขภาพฟันของเด็กแต่ผลลัพธ์ด้านอื่นต่างออกไป บางผลลัพธ์เช่นการลดภาระงานของทันตบุคลากรเป็นสิ่งที่รวบรวมได้ในงานวิจัยระยะแรกเช่นกัน แต่เมื่อนำกลับมาทบทวนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียพบว่าภาระงานของทันตบุคลากรในการศึกษานี้ไม่ได้ลดลงแต่จะเปลี่ยนเป็นการทำงานอย่างอื่นแทน และอาจเกิดความซ้ำซ้อนในการวัดเพราะได้วัดงานที่เพิ่มขึ้นจากความสัมพันธ์ของทันตบุคลากรกับเจ้าหน้าที่อื่นไปแล้ว จึงเห็นตรงกันว่าควรตัดผลลัพธ์นี้ออก จะเห็นได้ว่าการคัดเลือกผลลัพธ์ในแต่ละการศึกษาขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นสำคัญ (12)



รูปแบบของกิจกรรมที่ถูกประเมินในงานวิจัยนี้เกิดขึ้นจากการวางแผนของทันตบุคลากรเพียงฝ่ายเดียว ยังขาดการมีส่วนร่วมหรือการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ทำให้ปัญหาทันตสุขภาพของเด็กไม่ได้ถูกแก้โดยตรงจุด เพราะกิจกรรมเน้นที่การให้ความรู้ผู้ปกครองอย่างต่อเนื่องในช่วง 2 ปีหลังเด็กเกิด แต่ไม่มีการติดตามผู้ปกครองหลังจากนั้นและไม่ได้สอบถามปัญหาอื่นที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของปากเด็ก โดยการทำงานแบบมีส่วนร่วมนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้บุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น ๆ ได้ร่วมคิด ตัดสินใจ ปฏิบัติงาน จนถึงการประเมินผล ทำให้เกิดการระดมความคิดที่หลากหลาย ก่อให้เกิดการยอมรับ เปิดโอกาสให้เกิดการสื่อสารที่ดี เกิดความรับผิดชอบร่วมกัน และทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานเพิ่มขึ้น (16)

การกำหนดผลลัพธ์และค่าแทนทางการเงินของผลลัพธ์ต้องใช้ความเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นหลัก ทำให้อาจเกิดอคติจากการกล่าวอ้างเกินจริงได้ (12) จากการศึกษาของวรวงคณาพบว่า SROI สามารถพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับในเชิงวิชาการมากขึ้นถ้ามีเกณฑ์ในการคัดเลือกผลลัพธ์ที่ชัดเจน มีการวางแผนเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัย และมีกระบวนการเก็บข้อมูลแบบสามเส้า (15)

การวัดการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์เรื่องฟันผุในเด็กเล็กโดยใช้ช่วงเวลาก่อนและหลังมีกิจกรรมมีข้อจำกัดคือ ข้อมูลฟันผุที่ลดลงอาจเกิดจากโครงการโดยตรง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมีปัจจัยอื่น เช่น สื่อออนไลน์มากระตุ้นในช่วงที่มีกิจกรรมพอดี จึงควรมีพื้นที่ควบคุมในอำเภออื่นที่ไม่มีกิจกรรม เพื่อนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกัน ในส่วนของงานวิจัยนี้ให้ผู้ปกครองเป็นผู้ให้สัดส่วนของผลจากกิจกรรม (Attribution) และผลลัพธ์ส่วนเกิน (Deadweight) ถือว่าผู้ปกครองประเมินโดยคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อผลลัพธ์แล้ว แต่ถ้าต้องการลดความเป็นอัตวิสัยของข้อมูลก็ควรมีพื้นที่ควบคุมในการวิเคราะห์ เพื่อดูแนวโน้มการให้ค่าของผู้ปกครองกับผลของการเปรียบเทียบกับอำเภออื่นว่าเป็นไปในทาง

เดียวกันหรือไม่ การประเมินผลของโครงการที่เกิดขึ้นมานานแล้วทำให้มีข้อจำกัดด้านการใช้ข้อมูลพบว่า ข้อมูลด้านฟันผุ ไม่มีข้อมูลผลสำรวจสถานะทันตสุขภาพของเด็กอายุ 3 ปี ในพ.ศ. 2563-2564 ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อเข้าไปตรวจฟันเด็กในศพด.ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เพราะยังมีเด็กในโครงการที่สามารถตรวจฟันและนำมาคิดค่าเฉลี่ยผุอุดถอนได้ แต่เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อโควิด-19 ทำให้ศพด.ในอำเภอโคกเจริญไม่สามารถเปิดทำการได้ ผู้วิจัยจึงต้องใช้ข้อมูลผลสำรวจสถานะทันตสุขภาพของ พ.ศ. 2562 เพียงปีเดียวเป็นตัวแทนของเด็กในกิจกรรม อาจทำให้ข้อมูลที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง คือ อาจส่งผลให้ค่า SROI สูงกว่าความเป็นจริงได้

SROI มีจุดเด่นคือ เปิดกว้างในกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทำให้ลดข้อจำกัดของข้อมูล สามารถประเมินความคุ้มค่าในบางเรื่องที่ CBA ไม่สามารถตอบได้ เช่น การประเมินว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นเกิดจากหน่วยงานอื่น ๆ คิดเป็นสัดส่วนเท่าใด จุดด้อยของ SROI คือ ข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนั้นเป็นคำตอบที่ยังขาดข้อมูลทางวิชาการมาสนับสนุน การประเมินหลังทำโครงการที่ไม่ได้วางแผนเก็บข้อมูลมาก่อนอาจเกิดอคติทางอัตวิสัยจากผู้ให้ข้อมูลได้สูงกระบวนการคัดเลือกผลลัพธ์ จะเลือกอย่างไรถ้ามีผลลัพธ์เกิดขึ้นมากมาย และคุณภาพของข้อมูลที่ได้นั้นสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้จริงหรือไม่ (15)

วิธีการพัฒนาการประเมิน SROI ให้เป็นที่ยอมรับในเชิงวิชาการมากขึ้น ทำได้โดยการตั้งเกณฑ์ที่ชัดเจนในการคัดเลือกผลลัพธ์ เกณฑ์การให้น้ำหนักของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละกลุ่มวางแผนเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัย และการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ซึ่งจะส่งผลให้ข้อมูลจากการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยควรเลือกวิธีการประเมินให้เหมาะสมกับเป้าหมายของการประเมิน ควรทราบข้อจำกัดในการนำผลที่ได้ไปใช้ และควรพัฒนาองค์ความรู้ด้านนี้ต่อไปเพื่อให้การประเมินมีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในการนำข้อมูลไปใช้ (15)

### ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป มีดังนี้

1. ประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน กิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปี ในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรีหลังจากที่มีการลดต้นทุนหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรม

2. ประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน ในงานทันตสาธารณสุขอื่น ๆ ที่ต้องการประเมินผลของกิจกรรมโดยใช้ความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

3. ศึกษาการพัฒนากระบวนการเก็บข้อมูลทางทันตสุขภาพหรือพฤติกรรมทันตสุขภาพเพื่อเพิ่มคุณภาพของข้อมูลสำหรับการประเมินผลตอบแทนทางสังคม

### การนำผลการศึกษาไปใช้

ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้สื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม เพื่อลดต้นทุนกิจกรรมและวางแผนกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก พบว่าการรายงานผลนำไปสู่ การปรับปรุงวิธีเก็บข้อมูลโดยกิจกรรมที่มีการวัดผลก่อนและหลังทำให้เก็บในรูปแบบออนไลน์ ติดตามการตรวจฟันเด็กรายไตรมาสเพื่อนำผลตรวจไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ เพิ่มการทำงานแบบมีส่วนร่วมทำให้เกิดการรับฟังปัญหาก่อนจะวางแผนงาน ทั้งในงานกลุ่มเด็กปฐมวัย และกลุ่มอื่นๆ

### บทสรุป (Conclusion)

กิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็ก 0-3 ปีในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี ที่จัดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2559-2561 ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสปสข.และ อบต.ทั้ง 5 แห่งในอำเภอโคกเจริญ ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนมีค่า 4.75 บาท นั่นคือ ลงทุนกับกิจกรรม 1 บาท ให้ผลตอบแทนทางสังคมประมาณ 5 บาท และเมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวแล้วพบว่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนของกิจกรรมอยู่ที่ 1.06-4.80 บาท ขึ้นอยู่กับสมมติฐานและอัตราการคิดลดที่ใช้ในการคำนวณ ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเด็กอายุ 0-3 ปีในอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรีนั้นคุ้มทุน แต่ยังมีข้อเสนอแนะของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการปรับปรุงรูปแบบการทำงาน ซึ่งควรกลับไปทบทวนรายละเอียดของกิจกรรมโดยคำนึงถึงเสียงสะท้อนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมหรือผลลัพธ์ทางสังคมของการประเมินนี้ ได้แก่ สุขภาพช่องปากของเด็กดีขึ้น ผู้ปกครองมีความรู้และทักษะในการดูแลทันตสุขภาพของเด็กเพิ่มขึ้น ครูศพด.มีความรู้และความตระหนักในการดูแลสุขภาพช่องปากเด็กเพิ่มขึ้นและความสัมพันธ์ระหว่างทันตบุคลากรกับเจ้าหน้าที่ส่วนอื่นเพิ่มมากขึ้น และผลประโยชน์ส่วนใหญ่ตกแก่กลุ่มเด็กเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของกิจกรรม และความต้องการของผู้บริหารคือต้องการให้เด็กเล็กมีสุขภาพช่องปากที่ดีและไม่มีฟันผุ

### การป้องกันผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of interest)

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในงานวิจัยนี้อาจมีผลประโยชน์ทับซ้อนขึ้นได้เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมมาก่อน อาจทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกิดความรู้สึกเกรงใจในการให้ข้อมูลต่างๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยแจ้งแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียว่าการให้ข้อมูลนั้นจะไม่กระทบต่อสิ่งที่เคยได้ และยังให้ข้อมูลตรงกับความเป็นจริงมากเท่าไร ผลจากการวิเคราะห์ก็จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาในพื้นที่มากเท่านั้น เพื่อป้องกันอคติในการให้ข้อมูล

**เอกสารอ้างอิง (References)**

1. Bureau of Dental Public Health. Report of the 7<sup>th</sup> National Oral Health Survey of Thailand 2012. Nonthaburi:Department of Health, Ministry of Public Health; 2013.
2. Bureau of Dental Health.The 8<sup>th</sup> national oral health survey of Thailand 2017. Nonthaburi: Department of Health, Ministry of Public Health; 2018.
3. Ministry of Public Health. Data for response to oral health branch's service plan, OHSP Percentage of 3-year-old children with caries in primary teeth [Internet]. Nonthaburi: Ministry of Public Health; 2017 [cited 2020 December]. Available from: URL: [https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source=pformatted/format1.php&cat\\_id=db30e434e30565c12fbac44958e338d5&id=e9f3192f523c79cbbbcf7b405e879384](https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source=pformatted/format1.php&cat_id=db30e434e30565c12fbac44958e338d5&id=e9f3192f523c79cbbbcf7b405e879384).
4. Anopa Y, Macpherson L, McIntosh E. Systematic Review of Economic Evaluations of Primary Caries Prevention in 2- to 5-Year-Old Preschool Children. *Value Health*. 2020;23(8):1109-18.
5. Cunningham SJ. Economic evaluation of healthcare--is it important to us?. *Br Dent J*. 2000;188(5):250-4.
6. Banke-Thomas AO, Madaj B, Charles A, van den Broek N. Social Return on Investment (SROI) methodology to account for value for money of public health interventions: a systematic review. *BMC Public Health*. 2015;15:582. doi: 10.1186/s12889-015-1935-7.
7. Edwards RT, Lawrence CL. 'What You See is All There is': The Importance of Heuristics in Cost-Benefit Analysis (CBA) and Social Return on Investment (SROI) in the Evaluation of Public Health Interventions. *Appl Health Econ Health Policy*. 2021;19(5):653-64.
8. Hutchinson CL, Berndt A, Gilbert-Hunt S, George S, Ratcliffe J. Valuing the impact of health and social care programmes using social return on investment analysis: how have academics advanced the methodology? A protocol for a systematic review of peer-reviewed literature. *BMJ Open*. 2018;8(12):e022534. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022534.
9. Ashton K, Schröder-Bäck P, Clemens T, Dyakova M, Stielke A, Bellis MA. The social value of investing in public health across the life course: a systematic scoping review. *BMC Public Health*. 2020;20(1):597. doi: 10.1186/s12889-020-08685-7.
10. General Dental Council. Social Return on Investment of the Dental Complaints Service. UK: The General Dental Council (GDC); 2019. ISBN: 978-1-911654-01-8.
11. Thai Health Promotion Foundation. Social Return on Investment (SROI): Selected Cases from Thai Health Promotion Foundation. Bangkok: Thai Health Promotion Foundation; 2014.
12. Saisinchai P, Hintao J, Pithpornchaiyakul W. A Social Return on Investment of Oral Health Care Training Program for Teachers and Student Leaders in Primary Schools, Phuket City Municipality. *J DENT ASSOC THAI*. 2022;72(4): 631-41.
13. A guide to Social Return on Investment. UK: The Cabinet Office; 2012.

14. Haacker M, Hallett TB, Atun R. On discount rates for economic evaluations in global health. *Health Policy Plan.* 2020;35(1):107-14.

15. Jirattanasopha V. Economic evaluation approaches for health promotion intervention: the evaluation of the Buddhist lent alcohol control project. [Thesis]. Bangkok: Chulalongkorn university; 2016.

16. Wonhsuwan N, Siriwan I. The Participative Management. *Mahachula Academic Journal.* 2018;4(1):176-87.

**ติดต่อบทความ:**

ทพญ.กุลภัทรา เหล็กเพชร  
สาขาทันตสาธารณสุข คณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา  
90110  
โทรศัพท์: 063 208 1038  
อีเมล: kullapattra@hotmail.com

**Corresponding author:**

Dr. Kullapattra Lekpet  
Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Prince  
of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90110,  
Thailand.  
Tel: (663) 208 1038  
E-mail: kullapattra@hotmail.com

## การปรับปรุงพื้นผิวโทเทเนียมและโลหะผสมโทเทเนียมด้วยการ แอโนไดเซชัน: ทบทวนวรรณกรรม

สุภัทษา ปาคำมา\* กัชกร กุลติยะรัตน์\*\* อภิชัย ยาวีระ\*\*\* พิมพ์เดือน สิงหาคม\*\*\*  
พิสัยศิษฐ์ ชัยอรินนท์\*\*\*

### บทคัดย่อ

บทความปริทัศน์นี้ ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับผลของปัจจัยตัวแปรเสริมของการแอโนไดเซชันต่อ ลักษณะพื้นฐานพื้นผิวของโทเทเนียม โดยศึกษาสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ความต่างศักย์ อุณหภูมิ และระยะเวลา จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การใช้ค่าความต่างศักย์ต่ำกว่า 40 โวลต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ที่ระยะเวลา มากกว่า 20 นาที ทำให้อัตราการเกิดชั้นออกไซด์ได้ดีที่สุด เกิดรูพรุนขนาดเล็กกระจายตัวอยู่บนชั้นฟิล์มของ โทเทเนียม ทำให้ด้านทานการกัดกร่อนได้ดี เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดจากด้านบน มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรภาพ ส่งผลให้เกิดการเชื่อมประสานระหว่างกระดูก และรากฟันเทียมดีขึ้น นอกจากนี้การหักเหของแสงที่ความหนาของชั้นออกไซด์แตกต่างกันทำให้เกิดสีของ โทเทเนียมออกไซด์ที่ต่างกัน ในงานทันตกรรมรากฟันเทียมแอโนไดซ์โทเทเนียมสีเหลืองและสีชมพูนิยมใช้ใน บริเวณที่ต้องการความสวยงาม อย่างไรก็ตามการแอโนไดเซชันในทางทันตกรรมยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้คุณสมบัติด้านความสวยงามและการยึดติดที่มีประสิทธิภาพต่อไป

**คำสำคัญ:** แอโนไดเซชัน แอโนไดเซชันโทเทเนียม โทเทเนียม

วันที่รับ: 13 กันยายน 2565

วันที่แก้ไข: 20 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่ตอบรับ: 16 มีนาคม 2566

\*หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถ.สุเทพ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

\*\*ศูนย์ทันตกรรมชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20000

\*\*\*คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถ.สุเทพ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

## Improvement Properties of Titanium and Titanium Alloy Surface with Anodization: Literature review

Supatcha Pakamma\* Tachakorn Kuntiyaratana\*\* Apichai Yavirach\*\*\* Pimduen Rungsyakull\*\*\*  
Pisaisit Chaijareenont\*\*\*

### Abstract

The purpose of this article was to conduct a literature review regarding the effect of anodization parameters on the surface characteristics of titanium including electrolyte solution, potential difference, temperature and duration. From the review of the literature, it was found that applying a potential difference of less than 40 V at a temperature of 40 °C in an electrolyte solution with an electric current density of 20 mA/cm<sup>2</sup> for more than 20 minutes caused the best oxide formation rate. Small pores were distributed on the titanium film, making it resistant to corrosion well. When viewed from above in scanning electron microscopy, the surface was smooth, homogeneous and stable, resulting in better interface between the bone and the implant. In addition, the light refraction at different thicknesses of the oxide layer caused different colors of titanium oxide. Thus, in dental implants, yellow and pink anodized titanium are commonly used for beauty produces area. However, anodization in dentistry continues to evolve in order to achieve effective aesthetic and bonding properties.

**Keywords** : anodization, anodization titanium, titanium

Received Date: Sep 13, 2022

Revised Date: Feb 20, 2023

Accepted Date: Mar 16, 2023

\*Master of Science (Dentistry) Faculty of Dentistry, Chiang Mai University T. Suthep, A. Muang, Chiang Mai 50200, Thailand.

\*\*Chonburi dental center, Chonburi 20000, Thailand.

\*\*\*Faculty of Dentistry, Chiang Mai University T. Suthep, A. Muang, Chiang Mai 50200, Thailand

## บทนำ (Introduction)

ไทเทเนียม (titanium) มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทางการแพทย์และทางทันตกรรมเนื่องจากมีความแข็งแรงสูง ความหนาแน่นต่ำ ด้านทานการกัดกร่อน (corrosion resistance) ได้ดี และมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อทางชีวภาพ (biocompatibility) (1) ในทางทันตกรรม ไทเทเนียมมีบทบาทสำคัญอย่างมากในงานทันตกรรมรากฟันเทียม (dental implant) เพื่อทดแทนฟันที่สูญเสียไป โดยการสูญเสียฟันส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตได้แก่ สุขภาพด้านกายภาพ สุขภาพด้านจิตใจ สุขภาพด้านสังคม (2) รากฟันเทียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งช่วยทดแทนฟันเพื่อให้การบดเคี้ยวดีขึ้น ออกเสียงชัดขึ้นส่งผลต่อบุคลิกภาพในการเข้าสังคมได้ดี (3) โดยความสำเร็จของการทำรากฟันเทียมนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ตำแหน่งฟันที่สูญเสียไป ขั้นตอนการผ่าตัดฝังรากฟันเทียมและวัสดุที่นำมาใช้ เป็นต้น (4)

โดยธรรมชาติไทเทเนียมสามารถเกิดชั้นฟิล์มของออกไซด์ได้เอง มีความหนาประมาณ 4 ถึง 6 นาโนเมตร (5) เมื่อไทเทเนียมออกไซด์ ( $TiO_2$ ) สัมผัสกับของเหลวหรือเนื้อเยื่อจะเหนียวนำไปให้เกิดการสร้างไทเทเนียมไฮดรอกไซด์ ( $Ti-OH$ ) ซึ่งเป็นกลุ่มทำงาน (function) ที่สามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน ( $Ca^{2+}$ ) ที่อยู่ในของเหลวและเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เกิดการเชื่อมประสานกระดูกกับรากฟันเทียม (osseointegration) (6) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการสร้างและเพิ่มความหนาแน่นของออกไซด์ เช่น การใช้กรดกัด (acid etching) การขัดแบบพ่น (abrasion) และการแอโนไดเซชัน (anodization) เป็นต้น

การแอโนไดเซชันเป็นวิธีการสร้างหรือเพิ่มความหนาแน่นของออกไซด์โดยใช้ขบวนการไม่สูงสามารถเตรียมได้ในห้องปฏิบัติการ ปฏิกิริยานี้ปรับปรุงส่วนประกอบพื้นผิวของไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียม ทำให้คุณสมบัติต่าง ๆ ของไทเทเนียมออกไซด์เปลี่ยนแปลงไป เช่น ทำให้ค่าการเปียกผิว (wettability) สูงขึ้น เกิดการยึดเกาะกับของเหลวหรือเนื้อเยื่อในร่างกายได้ดี การจัดเรียงชั้นออกไซด์เป็นตาข่าย (network) ทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลได้ดีขึ้นเป็นต้น ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความต่างศักย์

(anodizing voltage) ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (concentration) ระยะเวลา (duration) อุณหภูมิ (temperature) ประเภทของอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) เป็นต้น (7)

## ไทเทเนียม

ไทเทเนียมเป็นโลหะที่อยู่ในตารางธาตุตัวย้อยคือ Ti มีเลขอะตอม 22 มีลักษณะแข็ง มีสีดําเงา มีความหนาแน่นต่ำ อัตราความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงสุดในกลุ่มโลหะ มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง มีจุดหลอมเหลว 1,678 องศาเซลเซียส ไทเทเนียมแบ่งตามโครงสร้างทางโมเลกุลเป็นสองลักษณะคือ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 883 องศาเซลเซียส จะอยู่ในรูปแบบเฮกซะโกนอล (hexagonal closed packed) หรือ อัลฟา และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 883 องศาเซลเซียส อยู่ในรูปแบบลูกบาศก์ (body centred cubic) หรือ เบตา (1)

ไทเทเนียมที่ใช้ในทางการแพทย์และทางทันตกรรมโดยทั่วไปอยู่ในรูปของไทเทเนียมบริสุทธิ์และโลหะผสมไทเทเนียม อ้างอิงจากการแบ่งเกรดไทเทเนียมตามการปรับปรุงคุณสมบัติโลหะ โดยสถาบันเอเอสทีเอ็ม อินเตอร์เนชันแนล (ASTM International) ของสหรัฐอเมริกา ไทเทเนียมถูกแบ่งเกรดมากกว่า 30 เกรดในทางทันตกรรมมักใช้ไทเทเนียมเกรด 2 และ 4 ในการทำวัสดุรากฟันเทียม เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง ด้านทานการกัดกร่อน และสามารถขึ้นรูปได้ง่าย (8,9)

โดยธรรมชาติพื้นผิวของไทเทเนียมเมื่อสัมผัสกับอากาศเกิดการสร้างชั้นฟิล์มออกไซด์บาง ๆ อย่างรวดเร็ว องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น ไทเทเนียมออกไซด์ ( $TiO$ ) ไทเทเนียมไดออกไซด์ ( $TiO_2$ ) ไตรไทเทเนียมเพนตะออกไซด์ ( $Ti_3O_5$ ) ซึ่งชั้นออกไซด์เหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออน ( $PO_4^{3-}$ ) เหนียวนำไปให้เกิดการสร้างอะพาไทต์ (apatite) ซึ่งส่งเสริมกระบวนการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน (6) นอกจากนี้พื้นผิวที่ขรุขระ (roughness) ของไทเทเนียมสามารถกระตุ้นการเจริญของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) ได้ดี (10) อีกทั้งประจุบนพื้นผิวไทเทเนียมออกไซด์มีประจุลบ จึงมีความเป็นขั้วสูงส่งผลโดยตรงต่อความชอบน้ำ (hydrophilic) สามารถยึดเกาะกับน้ำหรือสารที่ละลายน้ำ



ได้ดี ซึ่งเอื้อต่อการยึดเกาะของโปรตีนจากเลือดและของเหลวในร่างกาย เช่น โปรตีนอัลบูมิน (albumin) ลามินิน (laminin) วิโทรเนคติน (vitronectin) และไฟโบรเนคติน (fibronectin) โปรตีนเหล่านี้เป็นโปรตีนที่มีบทบาทในการยึดเกาะของเซลล์การเพิ่มจำนวนและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนและการเจริญของเซลล์สร้างกระดูกออสติโอเบลาสต์ (osteoblast) (11)

การปรับปรุงคุณสมบัติของไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมมีหลายวิธี เช่น การปรับพื้นผิวให้ขรุขระโดยการพ่นด้วยผงอะลูมินา (sandblasting) การใช้กรดกัดผิว การสเปรย์ผิวด้วยพลาสมา (plasma spraying) การเคลือบผิวด้วยแคลเซียมฟอสเฟตหรือชีวโมเลกุล (inorganic calcium phosphate or biological molecules) การปรับปรุงทางเคมี (chemical modification) เป็นต้น (12-14) ซึ่งการปรับปรุงพื้นผิวนั้นทำให้เกิดชั้นออกไซด์ที่มีความหนาต่างๆ โดยวิธีการปรับปรุงพื้นผิวที่เป็นที่นิยมคือ การพ่นด้วยผงอะลูมินาร่วมกับการใช้กรดกัด (sandblasted with large grit and acid etched) วิธีการนี้ช่วยกระตุ้นกระบวนการสร้างกระดูก (osteoconductive) (15) นอกจากนี้การทำแอนโนไดเซชันเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับคามนิยมเช่นกัน ทำให้เกิดกระบวนการเชื่อมประสานกระดูกและผิวของรากฟันเทียมได้ดี (7) จึงมีการคิดค้นนำวิธีการทั้งสองมารวมกันเรียกว่าโมดิฟายแอนโนไดเซชัน (modified anodization) คือการนำไทเทเนียมพ่นด้วยผงอะลูมินา ใช้กรดกัดและผ่านการแอนโนไดเซชันวิธีการนี้จะไปกระตุ้นการยึดติดออสติโอเบลาสต์ และสร้างเซลล์ฟีโลพเดีย (filopodia formation) ทำให้เกิดการเชื่อมประสานกระดูกได้ดีมากขึ้น (16)

### ปฏิกิริยาแอนโนไดเซชัน

การแอนโนไดเซชัน คือ กระบวนการทางไฟฟ้าเคมีเพื่อเพิ่มความหนาของชั้นออกไซด์บนพื้นผิวโลหะ โดยการผ่านกระแสไฟฟ้าบนแผ่นไทเทเนียมที่จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเป็นสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ ไอออนบวกวิ่งเข้าหาขั้วแคโทดทำให้เกิดไฮโดรเจน และไอออนลบวิ่งเข้าหาขั้วแอโนด เกิดเป็นออกไซด์เคลือบอยู่บนผิว

ของโลหะไทเทเนียม โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดชั้นออกไซด์ ได้แก่ ส่วนประกอบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte composition) องค์ประกอบทางเคมีของตัวนำไฟฟ้า (chemical composition of electrode) พื้นผิวที่ผ่านการขัดของตัวนำไฟฟ้า (surface finishing of electrode) อุณหภูมิ ความต่างศักย์ และระยะเวลา เป็นต้น (7)

เนื่องจากในสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีส่วนประกอบที่ส่งผลต่อปฏิกิริยาแอโนไดเซชัน จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยการศึกษาของ Macak และ Schmuki ในปี 2006 พบว่า ที่ความเข้มข้นเดียวกัน 1 โมลาร์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีไกลคอล (glycol) เป็นส่วนประกอบ มีอัตราการสร้างท่อออกไซด์ระดับนาโนสูงกว่า มีท่อออกไซด์ที่เรียบและยาวมากกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีกลีเซอรอล (glycerol) โดยมีลักษณะชั้นออกไซด์ที่เรียบเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อมองจากด้านบน (top view) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope: SEM) เนื่องจากไกลคอลมีความหนืด (viscosity) น้อยกว่า ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านได้ง่าย และมีปริมาณไอออนของฟลูออไรด์ (fluoride ion) ที่สูงกว่าส่งผลให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดีและเร็วกว่า (17) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Michalska-Doma 'ska และคณะในปี 2020 ศึกษาการเกิดชั้นฟิล์มไทเทเนียมออกไซด์ระหว่างไทเทเนียมบริสุทธิ์และโลหะผสมไทเทเนียมในสารละลายไกลคอลและสารละลายกลีเซอรอลที่ความเข้มข้นเดียวกัน 0.3 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณไอออนของฟลูออไรด์ที่วิ่งในสารละลายไกลคอลสูงกว่าปริมาณที่พบในกลีเซอรอล ส่งผลทำให้เกิดไทเทเนียมออกไซด์บนพื้นผิวมากกว่าถึง 4 เท่า โดยออกไซด์มีลักษณะเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ต่างจากกลีเซอรอลที่ด้านบนของท่อออกไซด์มีการละลายเกิดขึ้นบางส่วนจึงเห็นพื้นผิวออกไซด์เกิดเป็นหย่อม ๆ นอกจากนี้ เมื่อเทียบในสารละลายชนิดเดียวกัน นีโอเบียม (niobium หรือ Nb) ในโลหะผสมไทเทเนียมสามารถเกิดปฏิกิริยาแอนโนไดเซชันได้ดีกว่าไทเทเนียมและวานาเดียม (vanadium หรือ V) (18) จึงสรุปได้ว่าอัตรา

การเกิดออกไซด์ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ที่ส่งผลต่อปริมาณไอออนในสารละลายซึ่ง การเกิดออกไซด์ได้ดีและเร็วขึ้นจะสามารถช่วยประหยัด เวลาและงบประมาณในการสร้างชั้นออกไซด์อีกด้วย

Sharma ในปี 1992 กล่าวว่า เมื่อค่าความต่าง ศักย์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า เพิ่มขึ้น ทำให้การแอโนไดเซชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อความต่างศักย์มากกว่า 80 โวลต์ จะเกิด ปฏิกิริยาเร็วขึ้นชั้นออกไซด์มีลักษณะเป็นหลุมมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการต้านทานการกัดกร่อนของโลหะผสม ไทเทเนียมได้ดี (19) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษา ของ Karambakhsh และคณะ ปี 2011 ศึกษาการเกิด ปฏิกิริยาแอโนไดเซชันของไทเทเนียมในสารละลายกรด ซัลฟิวริกที่ความต่างศักย์ตั้งแต่ 5 ถึง 80 โวลต์ พบว่า เมื่อความต่างศักย์มากขึ้น ทำให้ชั้นออกไซด์มีความหนา มากขึ้นตั้งแต่ 44 ถึง 190 นาโนเมตร โดยพื้นผิวของ ชั้นออกไซด์มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ ทั่วไป ส่งผลให้ต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น และเมื่อ มองจากด้านบนมีลักษณะพื้นผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน อย่างต่อเนื่อง (20) ตามการศึกษาของ Prando และ คณะ ในปี 2017 เกี่ยวกับการต้านทานการกัดกร่อนของ ไทเทเนียมบริสุทธิ์ โดยเปรียบเทียบการเกิดชั้นออกไซด์ ของไทเทเนียมบริสุทธิ์ในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ ความต่างศักย์ 10 ถึง 80 โวลต์ พบว่า เกิดชั้นออกไซด์ได้ ดีเมื่อความต่างศักย์ต่ำกว่า 40 โวลต์ ที่ความหนาแน่น ของกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ชั้นของออกไซด์มีลักษณะรูพรุนขนาดเล็กทำให้ สามารถ ต้านทานการกัดกร่อนได้ดีที่สุด ดังนั้นการใช้ความต่าง ศักย์ต่ำที่ทำให้เกิดชั้นออกไซด์เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพ ต้านทานการกัดกร่อนที่ดีจึงเป็นกระบวนการที่นิยมใช้ ในปัจจุบัน และในทางทันตกรรมนิยมใช้ไทเทเนียมออกไซด์ สีเหลืองที่ความต่างศักย์ 60 ถึง 65 โวลต์ และสีชมพู ที่ความต่างศักย์ 70 ถึง 80 โวลต์ที่ให้ความหนาของชั้น ออกไซด์ 141 จนถึง 190 นาโนเมตรการแอโนไดเซชัน ส่วนใหญ่ใช้ความต่างศักย์ไม่เกิน 100 โวลต์ ซึ่งได้ชั้น ของออกไซด์ที่หนาตั้งแต่ 10 ถึง 20 นาโนเมตรไปจนถึง 250 ถึง 300 นาโนเมตร (21) และเมื่อใช้ความต่างศักย์ เกิน 100 โวลต์จะเรียกว่ากระบวนการพลาสมาออกซิเดชัน

(plasma electrolytic oxidation: PEO) เป็นการสร้าง ออกไซด์บนพื้นผิวของโลหะโดยใช้พลาสมา พลาสมา จะปรับเปลี่ยนโครงสร้างของชั้นออกไซด์ทำให้ออกไซด์ มีความหนาในระดับร้อยไมโครเมตร แต่ด้วยการเตรียมการ ที่ต้องใช้พลังงานสูง การแอโนไดเซชันจึงเป็นที่นิยม มากกว่า (7)

อุณหภูมิในการทดลองมีผลต่อปฏิกิริยาแอโนไดเซชัน โดย Sharma ในปี 1992 กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาแอโนไดเซชันในสารละลายอิเล็กโทรไลต์เกิด ได้ดีและเร็วขึ้น ช่วงอุณหภูมิของการเกิดแอโนไดเซชัน ของไทเทเนียมที่ดี คือ 15 ถึง 38 องศาเซลเซียส ซึ่ง ทำให้เกิดชั้นออกไซด์ระดับนาโนที่เป็นเนื้อเดียวกัน แต่ ถ้าหากอุณหภูมิสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส การเกิด ออกไซด์ที่เคลือบบนผิวไทเทเนียมจะเกิดเป็นหย่อม และไม่ต่อเนื่องกัน และถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ทำให้ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์น้อย ส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา แอโนไดเซชันช้าลง และทำให้เกิดชั้นของออกไซด์ เป็นหย่อม ๆ ไม่ต่อเนื่อง (19) มีการศึกษาของ Macak และ Schmuki ในปี 2006 กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิของ ปฏิกิริยาแอโนไดเซชันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการสร้าง ท่อไทเทเนียมออกไซด์ระดับนาโน ( $\text{TiO}_2$  nanotube) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวมากขึ้นอย่างมี นัยสำคัญ โดยการเกิดปฏิกิริยาแอโนไดเซชันในสารละลาย กลีเซอรอลที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส จะพบ ชั้นออกไซด์ระดับนาโนที่เป็นเนื้อเดียวกัน แต่ถ้าหาก อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ามีความ ไม่เสถียรของโครงสร้างท่อออกไซด์ ทำให้เห็นออกไซด์ เกิดเป็นหย่อม ๆ (17) จึงกล่าวได้ว่า อุณหภูมิมีผลต่อ ปฏิกิริยาแอโนไดเซชันโดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิด ปฏิกิริยาแอโนไดเซชันได้ดี และควรอยู่ในช่วงอุณหภูมิ ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดชั้นออกไซด์ที่มี ความเสถียรภาพ

ตามการศึกษาระยะเวลาของการทำปฏิกิริยา แอโนไดเซชัน ของ Wu และคณะ ในปี 2014 โดยนำ โลหะผสมไทเทเนียมผ่านการแอโนไดเซชัน คุณลักษณะ พื้นผิวและความขรุขระของชั้นออกไซด์ที่เวลา 0 ถึง 30 นาทีพบว่าก่อนเวลา 20 นาทีแรกจะพบความขรุขระ

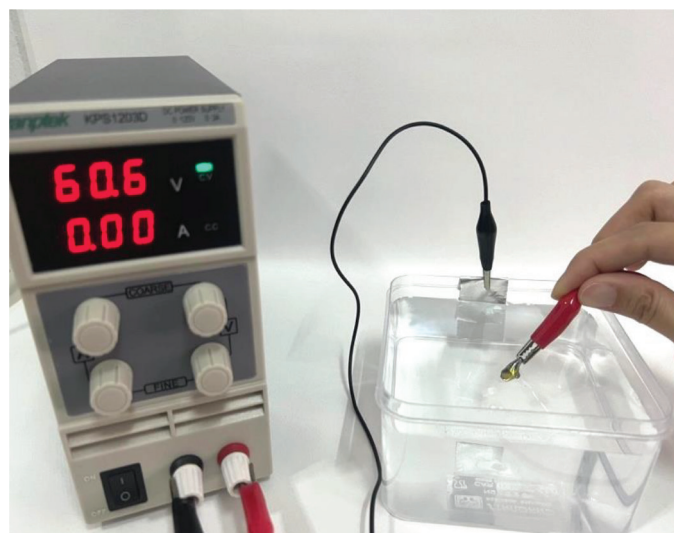
มากเกิดออกไซด์เป็นหย่อม ๆ เนื่องมาจากมีการแตกตัวของชั้นออกไซด์ที่อยู่ด้านใน หลังจากนั้นเมื่อช่วงเวลา 20 ถึง 30 นาที ความขรุขระลดลง เนื่องจากเกิดชั้นออกไซด์ที่สองมาสะสมจนเกิดชั้นที่หนาแน่นขึ้น และออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้จะเชื่อมกัน ทำให้มีผิวที่เรียบมากขึ้น (22) กล่าวได้ว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะและความขรุขระของชั้นออกไซด์ โดยเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ชั้นออกไซด์จะหนาและปกคลุมได้ครอบคลุมมากขึ้น

### แอนโนไดเซชันไทเทเนียม

แอนโนไดเซชันไทเทเนียมทำโดยการผ่านกระแสไฟฟ้าบนแผ่นโลหะไทเทเนียม โดยก่อนทำแอนโนไดเซชันไทเทเนียมจำเป็นต้องทำให้พื้นผิวไทเทเนียมสะอาดเพื่อสามารถสร้างชั้นออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพ วิธีการเตรียมพื้นผิวของไทเทเนียมมีดังนี้ การขัดผิวไทเทเนียม (polishing), การล้างไขมัน (degreasing), การขัดผิวด้วยไฟฟ้า (electrolytic cleaning) และการใช้กรดกัด (acid pickling) หลังจากเตรียมพื้นผิวไทเทเนียม ควรทำแอนโนไดเซชันทันที เนื่องจากพื้นผิวไทเทเนียมอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) กับออกซิเจนในอากาศได้ (1)

### วิธีการทำแอนโนไดเซชัน (23)

1. เตรียมสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้กระบอกตวง 500 มิลลิลิตร ใส่น้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate) 1 กรัม
2. เตรียมแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด 3 แอมแปร์
3. ใสแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร ไว้ที่ขั้วแคโทดในสารละลาย โลหะผสมไทเทเนียมที่ขั้วแอโนด เริ่มปฏิกิริยาโดยใช้ความต่างศักย์ตามที่กำหนด ใช้เวลา 15 วินาทีต่อความต่างศักย์ เมื่อกระแสไฟฟ้าเข้าใกล้ 0 แอมแปร์ นำโลหะผสมไทเทเนียมออก ข้อควรระวังคือ สามารถเกิดไฟฟ้าดูด (electrical shock) หากสัมผัสโดนขั้วบวกและลบจากนั้น นำแผ่นโลหะผสมไทเทเนียมที่ผ่านการแอนโนไดเซชันมา แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 ถึง 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ถึง 3 นาที เพื่อคงสภาพลักษณะที่เป็นรูพรุนของท่อออกไซด์ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (19) ตัวอย่างการทำแอนโนไดเซชันไทเทเนียม ที่ความต่างศักย์ 60 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1. รูปแสดงการทำแอนโนไดเซชันหลักยึดที่ทำจากไทเทเนียม  
Figure 1. Anodization with titanium abutment.



รูปที่ 2. รูปแสดงแอโนไดเซชันไทเทเนียมสีเหลือง  
Figure 2. Yellow anodized titanium abutment.

#### คุณสมบัติของแอโนไดเซชันไทเทเนียม

##### 1. การต้านทานการกัดกร่อน

Karambakhsh และคณะ ในปี 2011 กล่าวว่า การทำแอโนไดเซชันไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมในกรดซัลฟิวริกสามารถลดอัตราการกัดกร่อนได้ดีเมื่อเทียบกับไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมที่ไม่ทำปฏิกิริยา โดยที่ความต่างศักย์ 10 โวลต์ ช่วยลดอัตราการกัดกร่อนมากที่สุด (20) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Liu และคณะ ในปี 2014 กล่าวว่า การทำแอโนไดเซชันไทเทเนียมในกรดฟอสฟอริกให้ความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีกว่าในกรดซัลฟิวริก และควรมีการพิจารณาเลือกใช้กรดฟอสฟอริกเป็นลำดับแรก (24) ในปี 2017 Prando และคณะ ศึกษาการต้านทานการกัดกร่อนของแอโนไดเซชันไทเทเนียม โดยการแช่แอโนไดเซชันไทเทเนียมกับไทเทเนียมบริสุทธิ์ในสารละลายที่มีคลอไรด์ (chloride) และฟลูออไรด์ เพื่อทดสอบการกัดกร่อน พบว่าแอโนไดเซชันไทเทเนียมสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีกว่าไทเทเนียมบริสุทธิ์อย่างมีนัยสำคัญ (21)

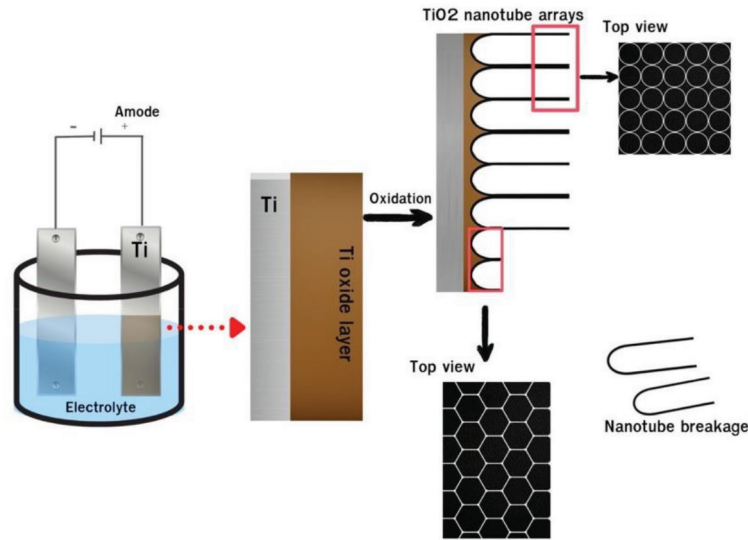
##### 2. ลักษณะพื้นผิว (surface characteristics)

Laurindo และคณะในปี 2014 ศึกษาลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมบริสุทธิ์หลังจากแอโนไดเซชัน

ด้วยวิธีพลาสมาออกซิเดชันในสารละลายแคลเซียมกลีเซอโรฟอสเฟต (calcium glycerophosphate) และแคลเซียมอะซิเตต (calcium acetate) ที่ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าต่างกัน 400, 700, 1,000 และ 1,200 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 15 วินาที พบว่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 1,000 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ชั้นของออกไซด์มีความหนาเพิ่มขึ้น มีรูมากขึ้น ขรุขระมากขึ้น ส่งผลให้ความต้านทานการกัดกร่อนดีขึ้น ค่าการเปื่อยผิวดินดีขึ้น และเกิดกระบวนการทางชีวภาพ (bioactivity) ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 1,200 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร มีการปล่อยกระแสไฟฟ้าที่มาก ทำให้เกิดพลังงานในปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก พลังงานนี้จะผ่านชั้นออกไซด์ทำให้เกิดการสลายของชั้นออกไซด์ ส่งผลให้อัตราการสร้างชั้นออกไซด์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (25) นอกจากนี้ในปี 2019 Yeo ศึกษาลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมออกไซด์ระดับนาโนที่ผ่านการแอโนไดเซชัน พบว่า เมื่อมองจากด้านบนเห็นท่อของไทเทเนียมออกไซด์ระดับนาโนเป็นรูปร่างกลมเรียงต่อกันเป็นแถว หากท่อของออกไซด์ถูกทำให้หลุดออก จะพบพื้นผิวของไทเทเนียมที่อยู่ใต้ท่อของออกไซด์มีลักษณะ

เป็นรูปหกเหลี่ยม (hexagonal) แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งลักษณะท่อไทเทเนียมออกไซด์ระดับนาโนนี้ส่งผลให้เกิดการตอบสนองต่อกระบวนการทางชีวภาพดีขึ้น

ทั้งในส่วนของเนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue) และเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) รวมถึงการตอบสนองของออสติโอบลาสต์และออสติโอคลาสต์ (osteoclasts) ดีขึ้น (26)



รูปที่ 3. แสดงท่อของไทเทเนียมออกไซด์เมื่อผ่านปฏิกิริยาแอโนไดเซชันเป็นรูวงกลมเรียงต่อกันเป็นแถว และพื้นผิวของไทเทเนียมที่อยู่ใต้ท่อของออกไซด์มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม [ดัดแปลงจาก Yeo I-SL, 2019 (26)]

Figure 3. schematic diagram showing the formation TiO<sub>2</sub> nanotube arrays. The morphology underneath the tubes is hexagonal. [Modified from Yeo I-SL, 2019 (26)]

3. เนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม (surrounding tissue)

จากการศึกษาของ Park และคณะ ในปี 2009 พบว่า พื้นผิวไทเทเนียมที่ผ่านการแอโนไดเซชัน สามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต โดยจำนวนเซลล์ของออสติโอบลาสต์และออสติโอคลาสต์ พบมากที่สุดบริเวณท่อของออกไซด์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter) 15 นาโนเมตร และไม่พบเซลล์ต้นกำเนิด (mesenchymal stem cell) เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 30 นาโนเมตร เนื่องจากระยะ 15 นาโนเมตร เป็นระยะที่โปรตีนอินทิกริน (integrin) เป็นไกลโคโปรตีนที่ทำหน้าที่ยึดเกาะระหว่างเซลล์ทำงานได้ดี (27) นอกจากนี้การศึกษาของ Oh และคณะ ในปี 2009 พบว่าท่อของออกไซด์ที่ขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 30 นาโนเมตร พบเซลล์ต้นกำเนิดมากกว่าบริเวณท่อออกไซด์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 ถึง 100 นาโนเมตร (28) จึงสรุปได้ว่าท่อของออกไซด์บนพื้นผิวไทเทเนียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กประมาณ 15 ถึง 30 นาโนเมตร จะพบการยึดเกาะของเซลล์ต้นกำเนิด เซลล์ออสติโอบลาสต์ และเซลล์ออสติโอคลาสต์ ได้ดีกว่าท่อของออกไซด์ขนาดใหญ่ 70 ถึง 100 นาโนเมตร ส่งผลให้เกิดกระบวนการเชื่อมประสานกระดูกได้ดีกว่า

Susin และคณะ ในปี 2019 กล่าวว่าการใช้แอโนไดเซชันไทเทเนียมในงานรากฟันเทียมมีความปลอดภัยและให้ประสิทธิภาพการรักษาที่ดีเมื่อเทียบกับไทเทเนียมบริสุทธิ์ โดยทำการทดลองฝังรากฟันเทียม



ในซากกระดูกของหนู 12 ตัว วัดการละลายตัวของเนื้อเยื่อโดยรอบ โดยใช้ภาพรังสีและภาพจุลกายวิภาคศาสตร์ พบว่า การละลายตัวของสันกระดูกเบ้าฟัน (crestal bone) แตกต่างกันในช่วง 6 สัปดาห์แรกอย่างมีนัยสำคัญ โดยสันกระดูกเบ้าฟันรอบแอนโดเซชันไทเทเนียมละลายน้อยกว่า แต่เมื่อผ่านไป 13 สัปดาห์พบว่าค่าของการละลายไม่ต่างกัน และเกิดกระบวนการเชื่อมประสานกระดูกไม่ต่างกัน ส่วนใหญ่พบว่าด้านแก้ม (buccal) เกิดการเชื่อมประสานกระดูกได้ดีกว่าด้านลิ้น (lingual) อีกทั้งพบการอักเสบของเนื้อเยื่ออ่อนมากในช่วง 13 สัปดาห์ (29)

การยึดติดของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมที่ดีจะช่วยป้องกันการสะสมของแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis) (30,31) ดังนั้นการเลือกพื้นผิวหรือวัสดุที่ใช้ทำหลักยึดของรากฟันเทียม (implant abutment) จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการยึดติดที่ดี และเกิดการสร้างเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (human gingival fibroblasts) รอบหลักยึดของรากฟันเทียม (32) โดยเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์เป็นเซลล์ที่สร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีคอลลาเจนมาก (collagen-rich connective tissue) ทำให้เกิดการหายของแผลหลังจากการฝังรากฟันเทียม (33) Rutkunas และคณะในปี 2015 พบว่า เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์สามารถยึดติด เติบโตและแบ่งตัวได้ดีในพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่าพื้นผิวที่เรียบ (34) โดย Wang และคณะ ในปี 2019 ทำการศึกษาการแบ่งตัวของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์บริเวณรากฟันเทียมระหว่างกลุ่มแอนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมโลหะ

ผสมไทเทเนียมปกติ และเซอร์โคเนียม (zirconium) โดยวัดจากความสามารถในการแบ่งตัวและวัดลักษณะของเซลล์พบว่า การแบ่งตัวของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม แต่ลักษณะการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของกลุ่มแอนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมพบการเรียงตัวแบบตาข่ายหลายทิศทาง (multidirectional network) ส่วนกลุ่มโลหะผสมไทเทเนียมปกติพบการเรียงตัวแบบขนาน (parallel) ทั้งนี้การแอนโดเซชันทำให้พื้นผิวของโลหะผสมไทเทเนียมเกิดลักษณะเม็ดเกรน (grain) ขรุขระ และให้ค่าความชอบน้ำที่ดีขึ้น โดยให้ค่าความขรุขระที่มากกว่าอีกสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ จึงทำให้เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ยึดติดแอนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมได้ดีกว่า (35) ดังนั้นการยึดติดของเซลล์กับโลหะผสมไทเทเนียมที่ดีได้จากองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะพื้นผิวของโลหะผสมไทเทเนียม

#### 4. สี (color)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันความสวยงามของครอบฟัน (crown) หรือฟันเทียมติดแน่นชนิดต่าง ๆ (fixed dentures) ยังมีความสำคัญโดยเฉพาะบริเวณฟันหน้า หรือบริเวณที่มองเห็นได้ ดังนั้นสีของวัสดุจึงส่งผลต่อการเลือกใช้วัสดุปัจจุบันนิยมนำไทเทเนียมที่ได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติด้านสีมาใช้ประโยชน์ในทางทันตกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สีเหลืองและสีชมพูทำให้เกิดความสวยงามบริเวณตัวฟันและขอบเหงือกของรากฟันเทียม ทำให้ผู้ป่วยพึงพอใจมากขึ้น (36,37) แสดงดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4. แสดงหลักยึดที่ผ่านการแอนโนไดเซชัน ใช้ในผู้ป่วยที่ต้องการความสวยงาม  
(ภาพโดย ทพ.ทัชชกร กุลติยรัตน์)

Figure 4. Show anodized titanium abutment used in patients who want esthetically pleasing smile. (photo by Dr.Tachakorn Kuntiyaratana)



รูปที่ 5. แสดงหลักยึดที่ผ่านการแอนโนไดเซชันในฟันหน้า  
(ภาพโดย ทพ.ทัชชกร กุลติยรัตน์)

Figure 5. Show anodized titanium abutment used in anterior tooth.  
(photo by Dr.Tachakorn Kuntiyaratana)



Wadhvani และคณะ ในปี 2018 ศึกษาการเกิดสีของไทเทเนียมที่ผ่านการแอโนไดเซชันที่ความต่างศักย์ 10 ถึง 85 โวลต์ โดยใช้โลหะผสมไทเทเนียมในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต ระยะเวลา 15 วินาที พบว่า ที่ความต่างศักย์ 10 โวลต์ ให้สีทอง ความต่างศักย์ 60 ถึง 65 โวลต์ ให้สีเหลือง และความต่างศักย์ 70 ถึง 80 โวลต์ ให้สีชมพู (23) เช่นเดียวกันกับ Wang และคณะ ในปี 2019 ได้ศึกษาการเกิดสีของโลหะผสมไทเทเนียมเมื่อผ่านการแอโนไดเซชันในกรดฟอสฟอริก

ความเข้มข้น 1 โมลาริตี ระยะเวลา 60 วินาที พบว่า ที่ความต่างศักย์ 60 โวลต์ ให้สีเหลือง ที่ความต่างศักย์ 65 โวลต์ ให้สีชมพู (35) ดังรูปที่ 6 แสดงถึงค่าความต่างศักย์ที่ต่างกันให้สีที่ต่างกัน เช่น ในช่วงของ 50 ถึง 60 โวลต์ จะให้สีเหลือง ในช่วง 65 ถึง 80 โวลต์ จะให้สีชมพูถึงสีม่วง และการให้สีที่ต่างกันในขณะที่มีค่าความต่างศักย์เดียวกันระหว่างสองการศึกษานี้อาจเกิดจากการใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ต่างกัน

ชื่อ (ปี)	Ail Karambakhsh (2011)	Chandur Wadhvani (2017)	Tingting Wang (2019)
เงื่อนไข	ไทเทเนียมบริสุทธิ์ ใช้เวลาทำปฏิกิริยา 30 วินาที	โลหะผสมไทเทเนียม (Ti6Al4V) ใช้เวลาทำปฏิกิริยา 30 วินาที	โลหะผสมไทเทเนียม (Ti6Al4V) ใช้เวลาทำปฏิกิริยา 30 วินาที
สีที่ได้ต่อค่าความต่างศักย์	5V	ไม่มี	
	10V		
	15V		
	20V		
	25V		
	30V		
	35V		
	40V		
	45V		
	50V		
	55V		
	60V		
	65V		
	70V		
	75V		
	80V		
	85V	ไม่มี	
90V	ไม่มี	ไม่มี	

รูปที่ 6. แสดงสีแอโนไดเซชันไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมที่ความต่างศักย์ 5 ถึง 90 โวลต์

Figure 6. show color of anodized titanium and titanium alloy with 5 to 90 volts.

นอกจากนี้ Wang และคณะ ในปี 2019 ได้เปรียบเทียบความสวยงามโดยวัดความต่างของสีบริเวณหลักยึดและบริเวณเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมระหว่างแอโนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมสีเหลือง สีชมพู โลหะผสมไทเทเนียมปกติ และเซอร์โคเนียมเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความต่างสี (CIElab color scale:  $\Delta E$ ) หากค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ย หมายถึงมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยหรือไม่มี พบว่า แอโนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมสีเหลืองและสีชมพูให้ค่าความต่างของสีที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่องปากที่วัดค่าได้ 3.7 และเซอร์โคเนียมที่วัดค่าได้ 4.28 แต่ยังมีค่าความต่างของสีต่ำกว่าโลหะผสมไทเทเนียมปกติที่วัดค่าได้ 7.35 จึงให้ความสวยงามที่ดีกว่า (35) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Francisco Martinez-Rus และคณะ ในปี 2017 ศึกษาความต่างของสีบริเวณเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมและบริเวณครอบฟัน โดยใช้ไทเทเนียมปกติ เซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (zirconium dioxide) แอโนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมสีทองและสีชมพู เป็นหลักยึดของรากฟันเทียมและใช้ลิเทียมไดซิลิเกต (lithium disilicate) เป็นครอบฟันพบว่า ค่าความต่างสีของเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ มีค่าน้อยกว่าวัสดุอื่นอย่างมีนัยสำคัญทั้งในเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม 6.06 และครอบฟัน 5.76 จึงให้ความสวยงามมากที่สุด แต่แอโนโดเซชันโลหะผสมไทเทเนียมสีทอง 8.96, 9.16 ก็ยังมีค่าความต่างสีน้อยกว่าไทเทเนียมปกติ 11.56, 10.42 จึงให้ความสวยงามที่ดีกว่า จึงสรุปได้ว่าการแอโนโดเซชันช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านสีทำให้สีของครอบฟันและเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมมีความสวยงามมากขึ้นซึ่งมีประโยชน์ในงานทันตกรรมรากฟันเทียม ทั้งนี้ค่าความต่างสีขึ้นอยู่กับความหนาของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมอีกด้วย(38)

#### 5. การยึดติดกับซีเมนต์ (retention with adhesive cement)

การยึดติดระหว่างหลักยึดและครอบฟันใช้ซีเมนต์ (cement) เป็นสารยึดติด ความสำเร็จของรากฟันเทียมจึงขึ้นอยู่กับซีเมนต์ ซึ่งใช้การวัดค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยว (shear bond strength) เป็นค่าหนึ่งในการประเมิน ตั้งแต่อดีตซีเมนต์มีด้วยกันหลายชนิด

แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ (self-adhesive resin cement) ซึ่งมีส่วนประกอบของโมโนเมอร์หมู่ทำงาน (functional monomers) ที่มีกลุ่มฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ กลุ่มฟอสเฟตสามารถทำปฏิกิริยากับชั้นออกไซด์ ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีที่ดีกับวัสดุหลายชนิด เช่น คอมโพสิตเรซิน เซรามิกโลหะและเนื้อฟันทำให้ซีเมนต์ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ได้หลากหลาย (39) โดยสารโมโนเมอร์หมู่ทำงานที่มีหมู่ฟอสเฟตมีด้วยกันหลายชนิด เช่น เท็นเอ็มดีพี (10-MDP) ฟอสฟอริกเมทาโครเลทเอสเทอร์ (phosphoric methacrylate ester) จีพีดีเอ็ม (GPDM) พีอีเอ็นทีเอ (PENTA) และฟอสฟอริกเอซิดอะคริเลท (phosphoric acid acrylate) เป็นต้น ซึ่งในการวัดค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์และวัสดุ ตามมาตรฐาน ISO 10477 ไม่ควรต่ำกว่า 5 เมกะปาสกาล (40) โดย Matsumura และคณะ ได้แนะนำค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์และโลหะไม่ควรต่ำกว่า 10 เมกะปาสกาล ที่ให้การยึดติดที่มีประสิทธิภาพที่ดี (41)

Yohsuke Taira และคณะ ในปี 1998 ศึกษาความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไทเทเนียมและเรซินซีเมนต์ ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ ซึ่งมีโมโนเมอร์กลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก ได้แก่ โพรเอ็มอีทีเอ (4-META) โพรเออีที (4-AET) และเอ็มเอซีเท็น (MAC-10) กลุ่มกรดฟอสฟอริก ได้แก่ เอ็มดีพี และกลุ่มไทโอฟอสเฟต (Thiophosphate) ได้แก่ เอ็มอีพีเอส (MEPS) พบว่าการยึดติดที่มีโมโนเมอร์ของเอ็มดีพี และเอ็มอีพีเอส ให้ค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวที่มากกว่าโพรเอ็มอีทีเอ กล่าวคือ เรซินซีเมนต์และไพรเมอร์ที่มีองค์ประกอบของกลุ่มกรดฟอสฟอริกและไทโอฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหมู่ทำงานช่วยให้การยึดติดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ที่มีโมโนเมอร์ของกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิกสามารถเพิ่มการยึดติดโดยการใช้ไพรเมอร์ที่มีกลุ่มกรดฟอสฟอริก และไทโอฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ (42) เช่นเดียวกับ Youhei Tsuchimoto และคณะในปี 2006 กล่าวว่า ซีเมนต์ที่มีกลุ่มฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบคือ เท็นเอ็มดีพี ให้ค่าการยึดติดที่ดีกับไทเทเนียมเมื่อเทียบกับซีเมนต์ที่ไม่มีกลุ่มฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ

(43) มีการศึกษาของ Pravej Serichetaphongse ในปี 2022 ศึกษาค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์ที่มีและไม่มีส่วนประกอบของโมโนเมอร์หมู่ทำงานกลุ่มฟอสเฟต ยึดติดกับเซอรโคเนียมและโลหะผสมไทเทเนียม โดยใช้และไม่ใช้ไพรเมอร์ที่มีกลุ่มฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ พบว่า เรซินซีเมนต์ที่มีองค์ประกอบของเอ็มดีพี ยึดติดกับโลหะผสมไทเทเนียมได้ดี ซึ่งเอ็มดีพีสามารถเกิดพันธะเคมีกับชั้นออกไซด์ของไทเทเนียมได้ และถ้าหากใช้เรซินซีเมนต์ที่ไม่มีโมโนเมอร์หมู่ทำงานกลุ่มฟอสเฟตร่วมกับไพรเมอร์ที่มีกลุ่มฟอสเฟตจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดได้ดี (44) นอกจากนี้ ในการศึกษาของ Keiko Nakamura และคณะ ในปี 2021 กล่าวว่า การยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมไทเทเนียมให้ค่าการยึดติดดีกว่าเซอรโคเนียม เนื่องจากไทเทเนียมมีความขรุขระ 0.25 ไมโครเมตร และค่าพลังงานพื้นผิวอิสระที่สูงถึง 72 มิลลิวัตต์ต่อเมตร เมื่อเทียบกับเซอรโคเนียม ที่มีความขรุขระ 0.11 ไมโครเมตร และค่าพลังงานพื้นผิวอิสระ 59.3 มิลลิวัตต์ต่อเมตร จึงทำให้เกิดการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ที่สูงกว่าเซอรโคเนียม ซึ่งพลังงานพื้นผิวอิสระนี้ได้มาจากกลุ่มทำงาน เช่น กลุ่มไฮดรอกซิล (-OH group) บนพื้นผิวฟันด้วยผงอะลูมินาทำให้เกิดกลุ่มไฮดรอกซิล ส่งผลให้มีค่าพลังงานพื้นผิวสูง จึงสรุปได้ว่าการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์ที่สูงขึ้นได้จากความขรุขระที่มากขึ้นและค่าพลังงานพื้นผิวอิสระที่มากขึ้น (45)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการยึดติดของไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมกับเรซินซีเมนต์ได้จากพันธะเคมีของออกไซด์บนพื้นผิวไทเทเนียมและกลุ่มฟอสเฟตในเรซินซีเมนต์ นอกจากนี้ยังได้จากค่าความขรุขระ พลังงานพื้นผิวอิสระจากการปรับปรุงพื้นผิวไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียม จึงมีการพัฒนาปรับปรุงให้พื้นผิวของไทเทเนียมมีชั้นออกไซด์ที่เสถียรภาพมากขึ้น โดยปัจจุบันการแอนโดเซชันไทเทเนียมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชั้นออกไซด์มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษาในแง่มุมนี้ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำไปใช้งานในทางคลินิกต่อไป

### สรุปและอภิปรายผล (Conclusion)

การแอนโดเซชันเป็นปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีที่ใช้ปรับปรุงพื้นผิวของไทเทเนียมเพื่อให้มีชั้นออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งนิยมใช้ในงานทันตกรรมรากฟันเทียม โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการแอนโดเซชันไทเทเนียมและโลหะผสมไทเทเนียมมีปัจจัยดังนี้ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ความต่างศักย์ อุณหภูมิ และเวลา จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การใช้ค่าความต่างศักย์ต่ำกว่า 40 โวลต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ที่ระยะเวลามากกว่า 20 นาที ทำให้อัตราการเกิดชั้นออกไซด์ได้ดีที่สุด เกิดรูพรุนขนาดเล็กกระจายตัวอยู่บนชั้นฟิล์มของไทเทเนียม ทำให้ด้านทานการกัดกร่อนได้ดี เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดจากด้านบนมีลักษณะพื้นผิวที่เรียบเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรภาพ ทั้งยังส่งผลให้การเชื่อมประสานระหว่างกระดูกและรากฟันเทียมได้ดีขึ้น นอกจากนี้ การหักเหของแสงที่ความหนาของชั้นออกไซด์แตกต่างกัน ทำให้เกิดสีของไทเทเนียมออกไซด์ที่ต่างกัน ในงานทันตกรรมรากฟันเทียม แอนโดเซชันไทเทเนียมสีเหลืองที่ใช้ความต่างศักย์ 60 ถึง 65 โวลต์ และสีชมพูที่ใช้ความต่างศักย์ 70 ถึง 80 โวลต์ จึงถูกนำมาใช้ในบริเวณที่ต้องการความสวยงาม เช่น บริเวณตัวฟันและเนื้อเยื่อรอบ ๆ หลักยึดทำให้ผู้ป่วยเกิดความพึงพอใจ นอกจากนี้การยึดติดระหว่างหลักยึดของรากฟันเทียมและครอบฟันนิยมใช้เรซินซีเมนต์ที่มีโมโนเมอร์หมู่ทำงานกลุ่มฟอสเฟต เช่น เทนเอ็มดีพี ซึ่งให้การยึดติดที่ดีกับชั้นออกไซด์บนพื้นผิวไทเทเนียม ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำรากฟันเทียมอีกด้วย การทำแอนโดเซชันไทเทเนียมนี้สามารถหาอุปกรณ์ทำได้ง่าย ใช้งบประมาณไม่สูง สามารถทำในคลินิกได้ จึงเป็นประโยชน์มากในงานรากฟันเทียมเพื่อการเชื่อมประสานกระดูกที่ดี และในงานที่ต้องการความสวยงาม แต่เนื่องด้วยแอนโดเซชันเป็นปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีจึงต้องมีความระวังในการทำงาน ทั้งกระแสไฟฟ้า และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด อีกทั้งยังใช้ระยะเวลามากกว่า 20 นาที จึงทำให้เกิดชั้นออกไซด์ได้สมบูรณ์ ดังนั้นการแอนโดเซชันในทาง

ทันตกรรมจึงควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ต่อไป

#### เอกสารอ้างอิง (References)

1. Kahar S, Singh A, Patel V, Kanetkar U. Anodizing of Ti and Ti alloys for different applications: a review. *Int J Sci Res Develop.* 2020;8(5):272-6.
2. Mohebbi S, Sheikhzadeh S, Bayanzadeh M, Batebizadeh A. Oral impact on daily performance (OIDP) index in patients attending patients clinic at dentistry school of Tehran university of medical sciences. *J Dent Med.* 2012;25(2):135-41.
3. Misch CE. *ARABIC-Contemporary Implant Dentistry.* 3<sup>rd</sup> ed. St.Louis: Els Health Sci; 2007: 590-5.
4. Fillion M, Aubazac D, Bessadet M, Allègre M, Nicolas E. The impact of implant treatment on oral health related quality of life in a private dental practice: a prospective cohort study. *Health Qual Life Out.* 2013;11(1):1-7.
5. Sittig C, Textor M, Spencer ND, Wieland M, Vallotton PH. Surface characterization of implant materials c.p. Ti, Ti-6Al-7Nb and Ti-6Al-4V with different pretreatments. *J Mater Sci Mater Med.* 1999;10(1):35-46.
6. Chiesa R, Giavaresi G, Fini M, Sandrini E, Giordano C, Bianchi A, et al. In vitro and in vivo performance of a novel surface treatment to enhance osseointegration of endosseous implants. *Oral Surg Oral Med O.* 2007;103(6):745-56.
7. Prando D, Brenna A, Diamanti MV, Beretta S, Bolzoni F, Ormellese M, et al. Corrosion of titanium: Part 2: Effects of surface treatments. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2017;16(1):3-13.
8. Elias CN, Lima JHC, Valiev R, Meyers MA. Biomedical applications of titanium and its alloys. *JOM-J Min Met Mat S.* 2008;60(3):46-9.
9. Sidambe AT. Biocompatibility of Advanced Manufactured Titanium Implants-A Review. *Materials (Basel, Switzerland).* 2014;7(12):8168-88.
10. Van Drunen J, Zhao B, Jerkiewicz G. Corrosion behavior of surface-modified titanium in a simulated body fluid. *J Mater Sci.* 2011; 46(18):5931-9.
11. Meyer U, Büchter A, Wiesmann HP, Joos U, Jones DB. Basic reactions of osteoblasts on structured material surfaces. *Eur Cell Mater.* 2005;9:39-49.
12. Wennerberg A, Albrektsson T. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clin Oral Implan Res.* 2009; 20(Suppl 4):172-84.
13. Beutner R, Michael J, Schwenzer B, Scharnweber D. Biological nano-functionalization of titanium-based biomaterial surfaces: a flexible toolbox. *J R Soc interface.* 2010;7(1):93-105.
14. Lutz R, Srour S, Nonhoff J, Weisel T, Damien C, Schlegel K. Biofunctionalization of titanium implants with a biomimetic active peptide (P-15) promotes early osseointegration. *Clin Oral Implan Res.* 2010;21(7):726-34.
15. Buser D, Schenk R, Steinemann S, Fiorellini J, Fox C, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res.* 1991;25(7):889-902.
16. Kim MH, Park K, Choi KH, Kim SH, Kim SE, Jeong CM, et al. Cell adhesion and in vivo osseointegration of sandblasted/acid etched/anodized dental implants. *Int J Mol Sci.* 2015;16(5):10324-36.

17. Macak JM, Schmuki P. Anodic growth of self-organized anodic TiO<sub>2</sub> nanotubes in viscous electrolytes. *Electrochim Acta*. 2006;52(3):1258-64.
18. Michalska-Domańska M, Łazińska M, Łukasiewicz J, Mol JMC, Durejko T. Self-Organized Anodic Oxides on Titanium Alloys Prepared from Glycol- and Glycerol-Based Electrolytes. *Materials (Basel)*. 2020;13(21):4743-54.
19. Sharma AK. Anodizing titanium for space applications. *Thin Solid Films*. 1992;208(1):48-54.
20. Karambakhsh A, Afshar A, Ghahramani S, Malekinejad P. Pure Commercial Titanium Color Anodizing and Corrosion Resistance. *J Mater Eng Perform*. 2011;20(9):1690-6.
21. Prando D, Brenna A, Bolzoni FM, Diamanti MV, Pedferri M, Ormellese M. Electrochemical anodizing treatment to enhance localized corrosion resistance of pure titanium. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2017;15(1):19-24.
22. Wu L, Liu J, Yu M, Li S, Liang H, Zhu M. Effect of anodization time on morphology and electrochemical impedance of anodic oxide films on titanium alloy in tartrate solution. *Int J Electrochem Sci*. 2014;9(9):5012-24.
23. Wadhvani C, Brindis M, Kattadiyil MT, O'Brien R, Chung KH. Colorizing titanium-6aluminum-4vanadium alloy using electrochemical anodization: Developing a color chart. *J Prosthet Dent*. 2018;119(1):26-8.
24. Liu Z, Liu X, Donatus U, Thompson GE, Skeldon P. Corrosion behaviour of the anodic oxide film on commercially pure titanium in NaCl environment. *Int J Electrochem Sci*. 2014;9(7):3558-73.
25. Laurindo CA, Torres RD, Mali SA, Gilbert JL, Soares P. Incorporation of Ca and P on anodized titanium surface: Effect of high current density. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2014;37:223-31.
26. Yeo I-SL. Modifications of Dental Implant Surfaces at the Micro- and Nano-Level for Enhanced Osseointegration. *Materials (Basel, Switzerland)*. 2019;13(1):89-104.
27. Park J, Bauer S, Schlegel KA, Neukam FW, von der Mark K, Schmuki P. TiO<sub>2</sub> nanotube surfaces: 15 nm—an optimal length scale of surface topography for cell adhesion and differentiation. *Small*. 2009;5(6):666-71.
28. Oh S, Brammer KS, Li YJ, Teng D, Engler AJ, Chien S, et al. Stem cell fate dictated solely by altered nanotube dimension. *P Natl Acad Sci*. 2009;106(7):2130-5.
29. Susin C, Finger Stadler A, Fiorini T, de Sousa Rabelo M, Ramos UD, Schüpbach P. Safety and efficacy of a novel anodized abutment on soft tissue healing in Yucatan mini-pigs. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019;21(S1):34-43.
30. Gómez-Florit M, Ramis JM, Xing R, Taxt-Lamolle S, Haugen HJ, Lyngstadaas SP, et al. Differential response of human gingival fibroblasts to titanium- and titanium-zirconium-modified surfaces. *J Periodontal Res*. 2014;49(4):425-36.
31. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implan Res*. 2008;19(7):635-41.
32. Mustafa K, Odén A, Wennerberg A, Hulténby K, Arvidson K. The influence of surface topography of ceramic abutments on the attachment and proliferation of human oral fibroblasts. *Biomaterials*. 2005;26(4):373-81.

33. Palaiologou AA, Yukna RA, Moses R, Lallier TE. Gingival, dermal, and periodontal ligament fibroblasts express different extracellular matrix receptors. *J Periodontol.* 2001;72(6):798-807.
34. Rutkunas V, Bukelskiene V, Sabaliauskas V, Balciunas E, Malinauskas M, Baltriukiene D. Assessment of human gingival fibroblast interaction with dental implant abutment materials. *J Mater Sci Mater Med.* 2015;26(4):169-77.
35. Wang T, Wang L, Lu Q, Fan Z. Changes in the esthetic, physical, and biological properties of a titanium alloy abutment treated by anodic oxidation. *J Prosthet Dent.* 2019;121(1):156-65.
36. Cosgarea R, Gasparik C, Dudea D, Culic B, Dannewitz B, Sculean A. Peri-implant soft tissue colour around titanium and zirconia abutments: a prospective randomized controlled clinical study. *Clin Oral Implan Res.* 2015;26(5):537-44.
37. Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study. *Clin Oral Implan Res.* 2011;22(6):631-7.
38. Martínez-Rus F, Prieto M, Salido MP, Madrigal C, Özcan M, Pradés G. A Clinical Study Assessing the Influence of Anodized Titanium and Zirconium Dioxide Abutments and Peri-implant Soft Tissue Thickness on the Optical Outcome of Implant-Supported Lithium Disilicate Single Crowns. *Int J oral Maxillofac Implan.* 2017; 32(1):156-63.
39. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008; 10(4):251-8.
40. International Organization for Standardization. Dentistry-polymer-based crown and bridge materials. ISO 10477.
41. Matsumura H, Yanagida H, Tanoue N, Atsuta M, Shimoe S. Shear bond strength of resin composite veneering material to gold alloy with varying metal surface preparations. *J Prosthet Dent.* 2001;86(3):315-9.
42. Taira Y, Yoshida K, Matsumura H, Atsuta M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. *J Prosthet Dent.* 1998;79(4):384-8.
43. Tsuchimoto Y, Yoshida Y, Mine A, Nakamura M, Nishiyama N, Van Meerbeek B, et al. Effect of 4-MET- and 10-MDP-based primers on resin bonding to titanium. *Dent Mater J.* 2006; 25(1):120-4.
44. Serichetaphongse P, Chitsutheesiri S, Chengprapakorn W. Comparison of the shear bond strength of composite resins with zirconia and titanium using different resin cements. *J Prosthodont Res.* 2022;66(1):109-16.
45. Nakamura K, Kawaguchi T, Ikeda H, Karntiang P, Kakura K, Taniguchi Y, et al. Bond durability and surface states of titanium, Ti-6Al-4V alloy, and zirconia for implant materials. *J Prosthodont Res.* 2021;2(66):296-302.

**ติดต่อบทความ:**

ผศ.ดร.ทพ.พิสัยศิษฐ์ ชัยจรีนนท์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ถ.สุเทพ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ : 053 944 438  
อีเมล : pisaisit.c@cmu.ac.th

**Corresponding author:**

Asst. Prof. Dr. Pisaisit Chaijareenont  
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University T.  
Suthep, A. Muang, Chiang Mai 50200 Thailand  
Tel: (665) 3944 438  
E-mail: pisaisit.c@cmu.ac.th



ใบแจ้งความจ้างลงโฆษณาในวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรียน บรรณาธิการวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้าพเจ้า..... ตำแหน่ง.....  
บริษัท/ห้าง/ร้าน..... โทรศัพท์.....  
ที่อยู่.....

มีความประสงค์ลงโฆษณาในหนังสือ “วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ” ประจำปี  
พ.ศ. .... (ปีละ 1 ฉบับ)

เนื้อที่ที่ต้องการโฆษณา จำนวน ..... หน้า (โปรดดูรายละเอียดและทำเครื่องหมายด้านล่าง)

พร้อมกันนี้ได้มอบ สไลด์ ..... อัน เพลท ..... ชิ้น  
ภาพ ..... ชิ้น ใบแทรก ..... แผ่น  
อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

มาเพื่อดำเนินการต่อไปด้วย

ลงชื่อ .....

(.....)

อัตราค่าโฆษณา (ต่อวิทยาสาร 1 ฉบับ)

- |                          |                          |            |
|--------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | ปกหน้าด้านใน (4 สี)      | 12,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> | ปกหลังด้านใน (4 สี)      | 12,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> | หน้าในเต็มหน้า (ขาว-ดำ)  | 6,000 บาท  |
| <input type="checkbox"/> | หน้าในครึ่งหน้า (ขาว-ดำ) | 4,000 บาท  |
| <input type="checkbox"/> | ใบแทรก                   | 7,000 บาท  |