

JDAT

วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์



Journal of the Dental Association of Thailand

| www.jdat.org

ปีที่ 69 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2562 / Volume 69 Number 4 October - December 2019



CE Credits
QUIZ

Sugar Substitutes and Their Effects on Systemic and Oral Health

ISSN 2408 - 1434



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์
JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND



ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisor President

Lt. Gen. Phisal Thepsithar

Advisory Board

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

Board of Directors 2019 - 2021

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

THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

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



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

Advisory Board

Lt. Gen. Phisal Thepsithar
Prof. Dr. Mongkol Dejnakintra
Prof. Chainut Chongruk
Special Prof. Sitthi S Srisopark
Assoc. Prof. Porjai Ruangsri
Assist. Prof. Phanomporn Vanichanon
Assoc. Prof. Dr. Patita Bhuridej

Editor

Dr. Ekamon Mahapoka

Associate Editors

Prof. Dr. Prasit Pavasant
Prof. Dr. Waranun Buajeeb
Assoc. Prof. Dr. Siriruk Nakornchai
Assoc. Prof. Dr. Nirada Dhanesuan

Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Chaiwat Maneenut, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Waranuch Pitiphat, Khon Kaen University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Nita Viwattanatipa, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Ponlatham Chaiyarit, Khon Kaen University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Lertrit Sarinnaphakorn, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Dr. Suttichai Krisanaprakornkit, Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Paiboon Techalertpaisarn, Chulalongkorn University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Somsak Mitirattanakul, Mahidol University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Kittirongruang, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Boonlert Kukiattrakoon, Prince of Songkla University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Chootima Ratisoontom, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Napapa Aimjirakul, Srinakharinwirot University, Thailand
Assoc. Prof. Dr. Oranat Matungkasombut, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Vanthana Sattabanasuk, Thailand
Dr. Sutee Suksudaj, Thammasat University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Aroonwan Lam-ubol, Srinakharinwirot University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Tewarit Somkotra, Chulalongkorn University, Thailand
Assist. Prof. Dr. Thantrira Porntaveetus, Chulalongkorn University, Thailand
Dr. Pisha Pittayapat, Chulalongkorn University, Thailand
Prof. Dr. Antheunis Versluis, The University of Tennessee Health Science Center, USA.
Assoc. Prof. Dr. Hiroshi Ogawa, Niigata University, JAPAN
Assoc. Prof. Dr. Anwar Merchant, University of South Carolina, USA.
Dr. Brian Foster, NIAMS/NIH, USA.
Dr. Ahmed Abbas Mohamed, University of Warwick, UK.

Editorial Staff

Tassapol Intarasomboon
Pimpanid Laomana
Anyamanee Kongcheepa

Manage

Assoc. Prof. Poranee Berananda

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

Publisher and artwork: Rungsilp Printing Co., Ltd

Please send manuscripts to Dr. Ekamon Mahapoka

Mailing address: 71 Ladprao 95 Wangtonglang Bangkok 10310, Thailand E-mail: jdat.editor@gmail.com



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

จดหมายจากสารานุกรม

สวัสดีทันตแพทย์ทุกท่านครับ

พบกันอีกครั้งกับวิทยาสารทันตแพทยสมาคมฯ ฉบับสุดท้ายของปี 2562 สำหรับบทความในวิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ฯ ฉบับนี้ที่อัดแน่นเต็มด้วยบทความ 12 บทความเช่นเดิม เริ่มด้วยบทความปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปาก เนื่องจากปัญหาอัตราการเกิดที่ต่ำในหลาย ๆ ประเทศ ทำให้ปัจจุบันประชากรโลกกำลังเข้าสู่สังคมของผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว หวังว่าบทความนี้จะทำให้ทุกคนเริ่มตระหนักและเตรียมพร้อมในด้านการให้การรักษาทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยกลุ่มนี้ในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้ บทความเรื่องอื่นก็หลากหลายเหมือนเดิมครับ ทั้งเรื่องของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับผลต่อสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปาก ภัยเงียบที่เป็นอันตรายไม่เพียงแต่ในช่องปาก แต่ยังส่งผลต่อสุขภาพร่างกายโดยรวมเช่นกัน โดยสามารถเข้าไปอ่านบทความความรู้และตอบแบบสอบถามเพื่อรับเครดิตการศึกษาต่อเนื่องได้เช่นเดิมครับ นอกจากนี้ยังมีงานทางด้านปริทันตวิทยา ด้านทันตกรรมจัดฟัน เรียกได้ว่าครบเหมือนเดิมครับ สำหรับปีหน้าที่กำลังจะมาถึงนี้ เรามีนโยบายผลักดันให้วิทยาสารฯ มีความเป็นสากลมากขึ้นซึ่งทุกท่านคงจะได้เห็นความเปลี่ยนแปลงครับ

สวัสดี และ พบกันในปี 2563 ครับ

ทพ.ดร. เอกมน มหาโสภา
สารานุกรม

สำหรับหน้าที่เป็นสี โปรดเข้าชมได้ที่ <http://www.jdat.org>

For high quality coloured figures, please refer to <http://www.jdat.org/>

Instruction for Authors

The Journal of the Dental Association of Thailand welcome submissions from the field of Dentistry and related science. We published 4 issues per year in March, June, September and December.

Categories of the Articles

1. **Review Articles:** an article with technical knowledge collected from journals or textbooks and is profoundly analyzed and criticized.
2. **Case Reports:** a short report of an update case or case series related to dental field which has been carefully analyzed and criticized with scientific observation.
3. **Original Articles:** a research report which has never been published elsewhere and represent new and significant contributions to the field of Dentistry.
4. **Letter to the Editor:** a brief question or comment that is useful for readers

Manuscript Submission

The Journal of the Dental Association of Thailand only accepts online submission. The manuscript must be submitted via <http://www.jdat.org>. Registration by corresponding author is required for submission. We accept articles written in both English and Thai. However for Thai article, English abstract is required whereas for English article, there is no need for Thai abstract submission. The main manuscript should be submitted as .doc or .docx. All figures and tables should be submitted as separated files (1 file for each figure or table). For figures and diagrams, the acceptable file formats are .tif, .bmp and .jpeg with resolution at least 300 dpi. with 2 MB.

Contact Address

Editorial Staff of the Journal of the Dental Association of Thailand
The Dental Association of Thailand
71 Ladprao 95
Wangtonglang Bangkok 10310
Email: jdat.editor@gmail.com
Telephone: 669-7007-0341

Manuscript Preparation

1. For English article, use font of Cordia New Style size 16 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on all four sides. The manuscript

should be typewritten.

2. For Thai article, use font of Cordia New Style size 16 in a standard A4 paper (21.2 x 29.7 cm) with 2.5 cm margin on all four sides. The manuscript should be typewritten with 1.5 line spacing. Thai article must also provide English abstract. All references must be in English. For the article written in Thai, please visit the Royal Institute of Thailand (<http://www.royin.go.th>) for the assigned Thai medical and technical terms. The original English words must be put in the parenthesis mentioned at the first time.
3. Numbers of page must be placed on the top right corner. The length of article should be 10-12 pages including the maximum of 5 figures, 5 tables and 40 references for original articles. (The numbers of references are not limited for review article)
4. Measurement units such as length, height, weight, capacity etc. should be in metric units. Temperature should be in degree Celsius. Pressure units should be in mmHg. The hematologic measurement and clinical chemistry should follow International System Units or SI.
5. Standard abbreviation must be used for abbreviation and symbols. The abbreviation should not be used in the title and abstract. Full words of the abbreviation should be referred at the end of the first abbreviation in the content except the standard measurement units.
6. Position of the teeth may use full proper name such as maxillary right canine or symbols according to FDI two-digit notation and write full name in the parenthesis after the first mention such as tooth 31 (mandibular left central incisor).
7. Every illustration including tables must be referred in all illustrations. The contents and alphabets in the illustrations and tables must be in English. All figures and table must be clearly illustrated with the legend. Numbers are used in Arabic form and limited as necessary. During the submission process, all photos and tables must be submitted in the separate files. Once the manuscript is accepted, an author may be requested to resubmit the high quality photos.

Preparation of the Research Articles

1. Title Page

The first page of the article should contain the following information

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

2. Abstract

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

3. Text

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

- **Introduction:** indicates reasons or importances of the research, objectives, scope of the study. Introduction should review new documents in order to show the correlation of the contents in the article and original knowledge. It must also clearly indicate the hypothesis.
- **Materials and Methods:** indicate details of materials and methods used in the study for readers to be able to repeat such as chemical product names, types of experimental animals, details of patients including sources, sex, age etc. It must also indicate name, type, specification, and other information of materials for each method. For a research report performed in human subjects, authors should indicate that the study was performed according to the ethical Principles for Medical Research and Experiment involving human subjects such as Declaration of Helsinki 2000 or has been approved by the ethic committees of each institute.
- **Results:** Results are presentation of the discovery of experiments or researches. It should be categorized and related to the objectives of the articles. The results can be presented in various forms such as words, tables, graphs or illustrations etc. Avoid repeating the results both in tables and in paragraph. Emphasize only important issues.
- **Discussion:** The topics to be discussed include the objectives of the study, advantages and disadvantages of materials and methods. However, the important points to be especially considered are the experimental results compared directly with the concerned experimental study.

It should indicate the new discovery and/or important issues including the conclusion from the study. New suggestion, problems and threats from the experiments should also be informed in the discussion and indicate the ways to make good use of the results.

- **Conclusion:** indicates the brief results and the conclusions of the analysis.
- **Acknowledgement:** indicates the institutes or persons helping the authors, especially on capital sources of researches and numbers of research funds (if any).
- **References** include every concerned document that the authors referred in the articles. Names of the journals must be abbreviated according to the journal name lists in "Index Medicus" published annually or from the website <http://www.nlm.nih.gov>

Writing the References

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

Sample of references from articles in Journals

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

- Institutional authors

Council on Dental materials and Devices. New American Dental Association Specification No.27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 1977;94:1191-4.

- No author

Cancer in south Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

Sample of references from books and other monographs

- Authors being writers

Neville BW, Damn DD, Allen CM, Bouquot JE. Oral and maxillofacial pathology. Philadelphia: WB Saunder; 1995. p. 17-20

- Authors being both writer and editor

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

- Books with authors for each separate chapter

-Books with authors for each separate chapter and also have editor

Sanders BJ, Henderson HZ, Avery DR. Pit and fissure sealants; In: McDonald RE, Avery DR, editors. *Dentistry for the child and adolescent*. 7th ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 373-83.

- Institutional authors

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

Samples of references from academic conferences

- Conference proceedings

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

- Conference paper

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

- Documents from scientific or technical reports

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

Samples of reference from thesis

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

Samples of reference from articles in press

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

Samples of reference from these articles are only accepted in electronic format

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

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

- Online only article (without doi)

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* 2002;102(6) [cited 2002 Aug 12]

Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>.

-Ahead of printing

McGuire MK, Scheyer ET, Nevins M, Neiva R, Cochran DL, Mellonig JT, *et al*. Living cellular construct for increasing the width of keratinized gingival. Results from a randomized, withinpatient, controlled trial [published online ahead of print March 29, 2011]. *J Periodontol* doi:10.1902/jop.2011.100671.

Samples of references from patents/petty patents

Patent

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

Petty patent

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

Preparation of the Review articles and Case reports

Review articles and case reports should follow the same format with separate pages for Abstract, Introduction, Discussion, Conclusion, Acknowledgement and References.

The Editorial and Peer Review Process

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

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

Copyright

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

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

Color Printing (baht / 2,000 copy) : Extra charge for addition color printing for 1-16 pages is 15,000 baht vat included. The price is subjected to change with prior notice.



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 69 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2562

บทความปริทัศน์

คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียม
ทั้งปากและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
ณฤดี ลิ้มปวงทิพย์

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับผลต่อสุขภาพร่างกาย
และสุขภาพช่องปาก
อรนาฏ มาตังคสมบัติ
พนิดา ธัญญศรีสังข์

บทวิทยากร

Caries Status and Risk Factors in 18 – 36-Month-Old
Children Attended Well Baby Clinic at Bangkok
Metropolitan Administration General Hospital
Maetawee Angkawanich
Siriruk Nakornchai

Relationship between Type of Patient Motivation
and Severity of Orthodontic Treatment Need:
A Study in Hat Yai, Songkhla, Thailand
Siritida Pongsupot
Supanee Sunthornlohanakul

ประสิทธิผลของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วม
กับการดูแลสุขภาพช่องปากฉบับย่อต่อระดับน้ำตาล
ในเลือดและสถานะปริทันต์ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน
ชนิดที่ 2: การทดลองทางคลินิกแบบมีกลุ่มควบคุม
ศรุตดา แสงทิพย์บวร

Contents

Volume 69 Number 4 October – December 2019

Review Article

369 Oral Health-related Quality of Life of Complete
Denture Wearers and Relating Factors
Nareudee Limpuangthip

379 Sugar Substitutes and Their Effects on Systemic
and Oral Health
Oranart Matangkasombut
Panida Thanyasrisung

Original Article

398 Caries Status and Risk Factors in 18 – 36-Month-Old
Children Attended Well Baby Clinic at Bangkok
Metropolitan Administration General Hospital
Maetawee Angkawanich
Siriruk Nakornchai

410 Relationship between Type of Patient Motivation
and Severity of Orthodontic Treatment Need:
A Study in Hat Yai, Songkhla, Thailand
Siritida Pongsupot
Supanee Sunthornlohanakul

417 Effectiveness of Brief Lifestyle Change Plus Dental
Care (Brief-LCDC) Program in Improving Glycemic
and Periodontal Status among Type 2 Diabetes
Patients: A Clinical Controlled Trial
Saruta Saengtibovorn



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 69 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2562

บทวิทนาการ

ผลลัพธ์ทางคลินิกของรากเทียมบนกระดูกปลูกจากช่องที่มี
หลอดเลือดมาเลี้ยง: ประสบการณ์ในโรงพยาบาลทันตกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พิชัย วิทยากิตติพงษ์
ทิปปา อารีวัฒนา

การประเมินผลอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองเห็นแบบ
ทางอ้อม จากกระจกส่องปาก สำหรับนักศึกษา
ทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ณัฐริชา สุขสุเดช
กรกอร อยู่เย็น
มินนา ศุภชัย
ณัฐสิทธิ์ พันสอน

The Cross-cultural Adaptation for Patient's
Denture Assessment Thai Version (PDA-T)
Orapin Komin
Sahaprom Namano

4- and 7-module Elastomeric Chains Undergo
Differential Force Decay in Artificial Saliva
Thanit Charoenrat
Korapin Mahatumarat

Sensitivity, Specificity and Profile of Direct
Immunofluorescence in Oral Lichen Planus
Patrayu Taebunpakul
Aroonwan Lam-Ubol

Contents

Volume 69 Number 4 October – December 2019

Original Article

431 Clinical Outcomes of Dental Implants on
Vascularized Fibular Bone Graft: Experience
at Dental Hospital, Prince of Songkla University
Pichai Vittayakittipong
Thippapa Areewattana

439 Evaluation of A Training Device for Practicing Indirect
Vision for Dental Students, Thammasat University
Nattira Suksudaj
Kanokorn Yooyeun
Meanna Surapolchai
Natasit Punsorn

450 The Cross-cultural Adaptation for Patient's
Denture Assessment Thai Version (PDA-T)
Orapin Komin
Sahaprom Namano

456 4- and 7-module Elastomeric Chains Undergo
Differential Force Decay in Artificial Saliva
Thanit Charoenrat
Korapin Mahatumarat

465 Sensitivity, Specificity and Profile of Direct
Immunofluorescence in Oral Lichen Planus
Patrayu Taebunpakul
Aroonwan Lam-Ubol



วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์

JOURNAL OF THE DENTAL ASSOCIATION OF THAILAND

สารบัญ

ปีที่ 69 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2562

บทวิทยาการ

ผลของลำดับการสแกนและสภาวะไร้ฟันบางส่วนต่อ
ความแม่นยำบริเวณฟันหลังของการพิมพ์ปากดิจิทัล
แบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร
เทวฤทธิ์ แซ่ยิบ
จักรี องค์กรเทียมสัคค์

ความสัมพันธ์ของดัชนีมวลกายกับจำนวนฟันปกติ
ที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2
ปิยะมาศ เออมอมนันต์

ดัชนีผู้แต่ง

Contents

Volume 69 Number 4 October – December 2019

Original Article

475 The Effect of Scanning Sequence and Partial
Edentulism on the Accuracy of Full Arch
Digital Impression at Posterior Teeth
Tewarit Saeyib
Chakree Ongthiemsak

483 The Association Between Body Mass Index and
the Number of Healthy Teeth of Type 2
Diabetes Mellitus
Piyamas Aemaimanan

493 Author Index

Front cover image:

Adapt from Clinical features of the study population is showing a white reticular and papule with atrophic area. (see *Taebunpakul and Lam-Ubol* page 468 for detail)

คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง Oral Health-related Quality of Life of Complete Denture Wearers and Relating Factors

ณฤดี ลิ้มปวงทิพย์¹

Nareudee Limpuangthip¹

¹ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

¹Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูสภาพช่องปากด้วยฟันเทียมทั้งปากทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้ป่วยที่มีปัญหาในการใช้ชีวิตประจำวันจากการใช้ฟันเทียม บทความปริทัศน์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรม โดยรวบรวมดัชนีทางทันตสังคมที่ใช้ประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากและ/หรือผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปาก รวมถึงศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปาก ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับฟันเทียมและปัจจัยส่วนบุคคล จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากมากที่สุด จำนวนฟันหลังคู้สบที่มากขึ้นและกระจายทั้งด้านซ้ายและขวาอย่างสม่ำเสมอส่งเสริมให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากที่ดีขึ้นด้วย ผู้ป่วยที่มีสันเหงือกแบนราบหรือเป็นสันแหลมมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมได้ง่ายกว่าสันเหงือกโค้งกลม บทความปริทัศน์นี้เป็นข้อมูลสำหรับทันตแพทย์ในการสื่อสารกับผู้ป่วย ให้ทราบถึงข้อจำกัดรวมถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการรักษา เป็นข้อแนะนำในการประเมินผู้ป่วยทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการรักษา ตลอดจนการติดตามผลในระยะยาว โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากมีสุขภาพช่องปากและคุณภาพชีวิตที่ดี

คำสำคัญ: ฟันเทียมทั้งปาก, การสบฟัน, คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก, ประสิทธิภาพการบดเคี้ยว, การติดอยู่, ความเสถียร

Abstract

Complete denture rehabilitation can improve oral health-related quality of life (OHRQoL) of patients. However, some patients reported difficulties in performing daily activities caused by their denture. The aims of this review article were to review the socio-dental indicators used for assessing OHRQoL of complete denture wearers and/or edentulous people. In addition, the factors associated with OHRQoL of complete denture wearers were discussed, including denture- and patient-related factors. The reviewed articles showed that denture retention and stability are the most significant factors which affects OHRQoL of complete denture wearers. Optimal numbers of posterior occlusal teeth which equally distribute on both left- and right-handed sides of the jaw enhance better masticatory efficiency, and therefore, improve OHRQoL. Denture retention/stability tends to change faster in patients with flat- or knife-edge residual ridge form, compared with those with round ridge. This review article provides information for

dentists when communicating to patients with regards to treatment limitations and possible post-insertion problems. The review includes recommendations in patient evaluations before, during, and after treatment, even in long-term follow-up. The ultimate goal is to achieve good oral health and quality of life among complete denture wearers.

Keywords: Complete denture, Occlusion, Oral health-related quality of life, Masticatory efficiency, Retention, Stability

Received Date: Apr 3, 2019

Revised Date: May 27, 2019

Accepted Date: Jun 26, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.45

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ณฤดี ลิ้มปวงทิพย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถ.อังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-218-8534 อีเมล: Nareudee.L@chula.ac.th

Correspondence to

Nareudee Limpuangthip. Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri-Dunant road, Wangmai, Pathumwan district, Bangkok 10330 Thailand. Tel: 02-218-8534 E-mail: Nareudee.L@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันประชากรโลกกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ จากอัตราการเกิดที่ลดลงและความก้าวหน้าทางการแพทย์ทำให้ประชากรมีอายุยืนยาวขึ้น¹ ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ “สังคมสูงวัย” ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2548 คือมีผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 10 ของประชากร และกำลังจะเข้าสู่ “สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์” ในปี พ.ศ. 2564 คือมีผู้สูงอายุมากกว่าร้อยละ 20² ปัญหาด้านสุขภาพช่องปากที่ส่งผลกระทบต่อแรงที่สุดต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุคือการสูญเสียฟันทั้งปาก การปราศจากฟันคู่สบทำให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยว (masticatory efficiency) ลดลง³⁻⁵ และเกิดภาวะทุพโภชนา (malnutrition) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานและการฟื้นฟูสภาพร่างกาย⁶ รัฐบาลไทยได้ให้ความสำคัญกับปัญหาการสูญเสียฟัน โดยมีระบบประกันสุขภาพที่สนับสนุนให้ประชาชนทั่วไปรวมถึงผู้สูงอายุไทยได้รับการฟื้นฟูสภาพช่องปากด้วยฟันเทียมถอดได้ฐานพลาสติกโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย^{7,8} ซึ่งถือเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์ของแผนงานทันตสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุฉบับที่ 2 (ระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่พ.ศ. 2558 ถึง 2565) ที่ส่งเสริมให้ผู้สูงอายุและวัยก่อนสูงอายุ (40 ถึง 59 ปี) ได้เข้ารับการบริการส่งเสริม ป้องกัน รักษา และฟื้นฟูสภาพช่องปากอย่างเท่าเทียม³

การสูญเสียฟันไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย แต่ยังส่งผลกระทบต่อสภาวะจิตใจและการเข้าสังคมอีกด้วย อีกนัยหนึ่งคือส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันในทุกมิติ

สุขภาพนั่นเอง⁹ องค์การสหพันธ์ทันตกรรมโลก (FDI, Federal Dental International) ได้ให้นิยาม “สุขภาพช่องปาก (oral health)” ว่า “เป็นภาวะที่มีหลายด้าน ทั้งความสามารถในการกิน เคี้ยว พูด ยิ้ม หัวเราะ และการแสดงอารมณ์ผ่านทางสีหน้าได้อย่างมั่นใจ โดยปราศจากความเจ็บปวด ความไม่สบายและโรคที่เกี่ยวข้องกับกะโหลกศีรษะและใบหน้า เป็นองค์ประกอบหนึ่งของสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ อีกทั้งเป็นตัวสะท้อนถึงสภาพร่างกาย จิตใจ และสังคมที่สำคัญต่อคุณภาพชีวิต”¹⁰ ดังนั้นแนวทางในการรักษาฟื้นฟูสุขภาพช่องปากปัจจุบันจึงมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริม “คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก (Oral Health-related Quality of Life; OHRQoL)”¹¹ โดยเน้นศึกษาผลกระทบที่เกิดจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวัน

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การฟื้นฟูสภาพช่องปากด้วยฟันเทียมทั้งปากทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากดีขึ้น^{5,12,13} แต่มีผู้ป่วยจำนวนหนึ่งรายงานถึงปัญหาจากการใช้ฟันเทียมในชีวิตประจำวัน^{5,14-18} แม้จะมีการศึกษาอย่างกว้างขวางถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น แต่ยังขาดการรวบรวมและวิเคราะห์สาเหตุที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ การทบทวนวรรณกรรมฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปาก เพื่อเป็นแนวทางแก่ทันตแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ในการวางแผนป้องกัน

รักษา และติดตามผลการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ฟันเทียมทั้งปาก เพื่อให้ผู้ป่วยมีสุขภาพช่องปากที่ดีและสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข

ดัชนีประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้สูญเสียฟันทั้งปากและ/หรือใส่ฟันเทียมทั้งปากถอดได้

ในประเทศไทย ดัชนีทางทันตสังคม (Socio-dental indicator) ที่นิยมใช้ประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปากและ/หรือใส่ฟันเทียมทั้งปาก ได้แก่ ดัชนี

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบดัชนี OIDP และ OHIP-EDENT

Table 1 Comparisons between OIDP and OHIP-EDENT index

ดัชนี OIDP	ดัชนี OHIP-EDENT
1. ประเมินผลกระทบจากสภาวะช่องปากและฟันเทียมต่อการใช้ชีวิตประจำวัน 8 กิจกรรม ใน 3 ด้าน ดังนี้ 1) ภายนอก: กิน/เคี้ยว พูด/ออกเสียง และทำความสะอาดช่องปาก/ฟันเทียม 2) จิตใจ: รักษาอารมณ์ให้ปกติ ยิ้ม/หัวเราะ และนอนหลับ 3) สังคม: พบปะผู้คน และทำงานหรือกิจกรรมเบา ๆ	1. ประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น 19 ข้อ ใน 7 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความจำกัดในการทำหน้าที่ 2) ความเจ็บปวดทางกายภาพ 3) ความรู้สึกไม่สบายทางจิตใจ 4) ความบกพร่องทางกายภาพ 5) ความบกพร่องทางจิตใจ 6) ความบกพร่องทางสังคม 7) ความพิการหรือด้อยโอกาส
2. ประเมินผลกระทบขั้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	2. ประเมินผลกระทบระดับกลาง เช่น ความเจ็บ ไม่สบาย ซึ่งอาจไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน
3. กิจกรรมทุกข้อที่ประเมินมีความแตกต่างกัน	3. กิจกรรมที่ประเมินมีความซ้ำซ้อนกัน โดยเฉพาะเรื่องกินและเคี้ยวอาหาร
4. วัดความถี่และความรุนแรงของผลกระทบ รวมถึงสอบถามอาการและสาเหตุของผลกระทบที่เกิดขึ้น	4. วัดเฉพาะความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้น
5. ประเมินด้วยวิธีการสัมภาษณ์	5. ประเมินด้วยแบบสอบถามให้ผู้ป่วยตอบเอง

OIDP เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นโดย Adulyanon และ Sheiham ในปี ค.ศ.1997¹⁹ ซึ่งได้รับการประเมินความเที่ยงและความตรงในประเทศไทยทั้งผู้ที่ใส่และไม่ใส่ฟันเทียมถอดได้^{22,23} โดยวัดผลกระทบจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวัน 8 กิจกรรม ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ (การกิน/เคี้ยว พูด/ออกเสียง และทำความสะอาดช่องปาก/ฟันเทียม) จิตใจ (การรักษาอารมณ์ให้ปกติไม่หงุดหงิดรำคาญง่าย สามารถยิ้ม/หัวเราะให้เห็นฟันได้โดยไม่อาย และการนอนหลับพักผ่อน) และสังคม (การออกไปพบปะผู้คน และทำงานหรือกิจกรรมเบา ๆ) ดัชนี OIDP วัดผลกระทบขั้นสูงสุด (ultimate impact) แทนที่จะวัดความรู้สึกหรือผลกระทบเล็กน้อยที่เกิดขึ้นแต่ไม่กระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น ความไม่สบาย (discomfort) หรือความวิตกกังวล (worried)¹⁹ คะแนน OIDP ได้จากผลรวมของความถี่และความรุนแรงของทั้ง 8 กิจกรรม

OHIP-EDENT เป็นดัชนีที่ได้รับการดัดแปลงมาจากดัชนี OHIP-49 ที่มี 49 ข้อคำถาม โดย OHIP-EDENT มีวัตถุประสงค์

วัดผลกระทบจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวัน หรือ Oral Impacts on Daily Performances (OIDP)¹⁹ และ Oral Health Impact Profile for Edentulous Patients (OHIP-EDENT)^{20,21} เนื่องจากทั้งสองดัชนีมีฉบับที่แปลเป็นภาษาไทยซึ่งได้รับการทดสอบความเที่ยง (validity) และความตรง (reliability) ในประชากรไทยเรียบร้อยแล้ว ข้อเปรียบเทียบระหว่างดัชนี OIDP และ OHIP-EDENT ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

เพื่อใช้จำเพาะกับผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปาก รวมถึงผู้ที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากทั้งแบบดั้งเดิมและฟันเทียมทับราก²⁰ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 19 ข้อ ใน 7 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ความจำกัดในการทำหน้าที่ (functional impairment) 2) ความเจ็บปวดทางกายภาพ (physical pain) 3) ความรู้สึกไม่สบายทางจิตใจ (psychological discomfort) 4) ความบกพร่องทางกายภาพ (physical disability) 5) ความบกพร่องทางจิตใจ (psychological disability) 6) ความบกพร่องทางสังคม (social disability) และ 7) ความพิการหรือด้อยโอกาส (handicaps)²⁰ คะแนน OHIP-EDENT ได้จากผลรวมความถี่ของปัญหาจากทุกข้อคำถาม

เป็นที่สังเกตว่าแม้ดัชนี OHIP-EDENT จะถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เฉพาะกับผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปาก แต่ดัชนี OIDP กลับมีจุดเด่นมากกว่าในหลายประเด็น ได้แก่ 1) มีความกระชับและแม่นยำ เพราะวัดเฉพาะผลกระทบขั้นสูงสุด (ultimate impact) หรือผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขณะที่ OHIP-EDENT วัดผล

กระทบระดับกลาง (intermediate impact) และความรู้สึกที่เกิดขึ้นแต่อาจไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน 2) คะแนน ODP สะท้อนถึงความถี่และความรุนแรงของปัญหา ในขณะที่คะแนน OHIP-EDENT บ่งบอกถึงความถี่ของปัญหาเท่านั้น ดังนั้นหากความถี่ของปัญหาเกิดขึ้นเท่ากันแต่มีความรุนแรงต่างกันอาจทำให้การวัดผลคลาดเคลื่อนได้ 3) ดัชนี OHIP-EDENT มีการให้คะแนนซ้ำซ้อน โดยเฉพาะคำถามเรื่องกินซึ่งมีซ้ำกันหลายข้อ¹⁹ และ 4) การใช้ดัชนี ODP ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้ป่วยมาพบแพทย์ (chief complaint) เพื่อหาแนวทางการรักษาได้เหมาะสม ในขณะที่ OHIP-EDENT เน้นการประเมินปัญหาที่เกิดขึ้นเท่านั้น แม้ว่าดัชนี OHIP-EDENT จะเป็นการตอบแบบสอบถาม แต่ผู้เขียนมีความเห็นว่าการใช้ดัชนี ODP ซึ่งต้องใช้บุคลากรในการสัมภาษณ์ผู้ป่วยโดยตรง มีข้อดีคือเป็นการสื่อสารเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างทันตแพทย์และผู้ป่วย อีกทั้งการอ่านและตอบแบบสอบถามด้วยตนเองของดัชนี OHIP-EDENT ยังเป็นอุปสรรคสำหรับผู้สูงอายุไทยหลายราย

การศึกษาในประเทศไทยพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ฟันเทียมทั้งปากมักกระทบการใช้ชีวิตประจำวันด้านกายภาพโดย

เฉพาะอย่างยิ่งการกิน/เคี้ยว รองลงมาคือด้านจิตใจ ทำให้อารมณ์หงุดหงิดรำคาญ รู้สึกอายน่าเกลียดหรือหัวเราะ ส่วนด้านสังคม เช่น การทำงาน ออกไปพบปะผู้คน มักได้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด^{5,14,21,23-25} ดังนั้นการศึกษาส่วนใหญ่จึงประเมินประสิทธิภาพการบดเคี้ยวของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากร่วมด้วย เนื่องจากประสิทธิภาพหรือความสามารถในการบดเคี้ยวเป็นตัวแปรสำคัญที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากเป็นอย่างมาก

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก

จากการรายงานของผู้ใช้ฟันเทียมทั้งปากพบว่า ปัญหาในการใช้ชีวิตประจำวันส่วนใหญ่เกิดจากฟันเทียมหลวมขยับ (ill-fitting, loose denture)^{5,16,23} นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่น เช่น ความเจ็บปวดหรือไม่สบายจากการใส่ฟันเทียม ฟันเทียมใหญ่ค้ำรู้สึกเคี้ยวอาหารได้ไม่ละเอียด/ไม่แหลก^{5,23,25} จากสาเหตุเหล่านี้ทำให้สามารถแบ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากได้เป็นสองปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นฟันเทียม (denture-related factor) และ 2) ปัจจัยส่วนบุคคล (patient-related factor) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ใช้ฟันเทียมทั้งปาก

Table 2 Factors related to OHRQoL of complete denture wearers

ความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นฟันเทียม	ปัจจัยส่วนบุคคล
มีความสัมพันธ์	- การติดอยู่ - ความเสถียร - จำนวนและการกระจายของจุดสบฟันหลัง	- สภาวะจิตใจ - รูปร่างสันเหงือกกว้างที่รองรับฟันเทียม
ไม่มีความสัมพันธ์	- รูปแบบการสบฟัน - การสบไกลในศูนย์ - ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการสบฟันในศูนย์ และตำแหน่งของขากรรไกรในศูนย์ - ความสวยงามและสัดส่วนความสวยงามของฟันหน้าบน - อายุการใช้งาน - กระบวนการสร้างชิ้นฟันเทียมทางคลินิก	- ระดับความคาดหวัง - ความรุนแรงของสภาวะช่องปากและขากรรไกร หรือความยากง่ายของกรณีผู้ป่วย - เพศ - อายุ ณ ปัจจุบัน - อายุเมื่อเริ่มใส่ฟันเทียมทั้งปาก - ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มใส่ฟันเทียมชุดแรกถึงปัจจุบัน - จำนวนชุดฟันเทียมทั้งปากที่เคยใส่ - ประสบการณ์การใช้ฟันเทียมตลอดได้

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นฟันเทียม (Denture-related factors)

1.1) การติดอยู่และความเสถียร

ปัญหาจากฟันเทียมที่พบได้บ่อยที่สุดคือฟันเทียมหลวมขยับ ซึ่งสะท้อนถึงการติดอยู่ (retention) และความเสถียร (stability) ของฟันเทียม หลายการศึกษาให้ผลลัพธ์ตรงกันว่าคุณภาพชีวิตใน

มิติสุขภาพช่องปากสัมพันธ์กับการติดอยู่และ/หรือความเสถียรของฟันเทียมในขากรรไกรล่าง^{18,21,25,26} แม้ว่าฟันเทียมในขากรรไกรบนที่มีการติดอยู่และ/หรือความเสถียรไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากเช่นกัน^{14,25} แต่การศึกษาส่วนใหญ่กลับไม่พบความสัมพันธ์นี้ เนื่องจากการติดอยู่และ

ความเสถียรที่ไม่เหมาะสมของฟันเทียมในขากรรไกรบนมีความชุก (prevalence) น้อยกว่าฟันเทียมในขากรรไกรล่าง^{16,17} เนื่องจากเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมในขากรรไกรล่างมักมีรูปร่างแบนราบและมีพื้นที่ในการติดอยู่น้อยกว่าขากรรไกรบน ทำให้ฟันเทียมในขากรรไกรล่างมีแรงยึดกับเนื้อเยื่อข้างใต้ (interfacial tension) น้อยกว่าฟันเทียมในขากรรไกรบน²⁷ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการติดอยู่และความเสถียรพบว่า ปัญหาจากความไม่เสถียรของฟันเทียมมักส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานมากกว่าปัญหาจากการติดอยู่^{18,25} เนื่องจากฟันเทียมที่ขยับง่ายเมื่อได้รับแรงที่กระทำในแนวนอน (lateral force) จะสูญเสียการผนึกขอบโดยรอบ (border seal) หรือไม่สามารถวางกลับเข้าตำแหน่งที่ถูกต้องบนสันเหงือกได้ นั่นคือความไม่เสถียรของฟันเทียมจะส่งผลกระทบต่อ การติดอยู่และการรองรับ (support) ด้วย²⁸

ฟันเทียมที่มีการติดอยู่และความเสถียรเหมาะสม นอกจากจะส่งผลโดยตรงทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากดีขึ้นแล้ว ยังส่งผลโดยอ้อมทำให้ประสิทธิภาพการเคี้ยวดีขึ้นด้วย ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดีขึ้นนี้ได้จากการประเมินแบบบูรณาการ (objective method) คือ อนุภาคของอาหารจำลองที่มีขนาดเล็กกลิ้งผ่านการบดเคี้ยว^{25,29} และการประเมินแบบนามธรรม (subjective method) หรือการประเมินโดยผู้ป่วยเอง (patient-self assessment) ได้แก่ มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพการกิน/เคี้ยว^{21,25} และเมื่อประเมินโดยแบบสอบถามการบริโภคอาหาร (food intake questionnaire) พบว่าสามารถกิน/เคี้ยวอาหารได้หลากหลายขึ้น¹⁸

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก และประสิทธิภาพการบดเคี้ยวอันเนื่องมาจากการติดอยู่และ/หรือความเสถียรของฟันเทียมในหลายงานวิจัยมีความแตกต่างกัน เพราะเครื่องมือหรือเกณฑ์การประเมินการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมแตกต่างกัน^{14,16,18,26,30,31} มีงานวิจัยผลิตเครื่องวัดแรงต้านการหลุดของชิ้นฟันเทียมเพื่อวัดค่าแรงติดอยู่ได้อย่างแม่นยำ^{30,31} แต่หากพิจารณาแล้ว การใช้เครื่องวัดเป็นไปได้อย่างยากในทางปฏิบัติ แนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในคลินิกและระดับชุมชนมากกว่าคือการให้บุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้ประเมินการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การติดอยู่ของฟันเทียมประเมินจากความสามารถในการต้านการหลุดของฟันเทียมในแนวถอดใส่ (path of insertion) ในขณะที่ประเมินความเสถียรจากความสามารถในการต้านการขยับต่อแรงที่กระทำในแนวนอน³² โดยเกณฑ์ในการประเมินการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมซึ่งเป็นที่ยอมรับ ได้แก่ Functional Assessment of Denture (FAD)^{14,15} และเกณฑ์ของคาเปอร์ (Kapurcriteria)^{18,33}

อย่างไรก็ตาม เกณฑ์เหล่านี้ถูกกำหนดขึ้นโดยทันตแพทย์เพียงฝ่ายเดียว ภายหลังจึงได้มีการพัฒนาเกณฑ์ซียูโมดิฟายด์คาเปอร์ (CU-modified Kapur) ขึ้น เพื่อให้ผลการประเมินโดยทันตแพทย์สอดคล้องกับผลการรายงานจากผู้ป่วยมากขึ้น จากการศึกษาพบว่าเกณฑ์ซียูโมดิฟายด์คาเปอร์มีความไว (sensitivity) สูงกว่าเกณฑ์คาเปอร์แบบดั้งเดิมในการทำนายการเกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากและประสิทธิภาพการบดเคี้ยว¹⁶ เนื่องจากเกณฑ์ซียูโมดิฟายด์คาเปอร์สามารถตรวจสอบได้ว่า ปัญหาเกิดจากฟันเทียมในขากรรไกรบนหรือล่าง ในขณะที่เกณฑ์คาเปอร์แบบดั้งเดิมพิจารณาการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมในขากรรไกรบนและล่างรวมกัน

1.2) ความสัมพันธ์ด้านบดเคี้ยว

จากรายงานของ Jacobson และ Krol ในปีค.ศ.1954 พบว่า นอกจากการติดอยู่และความเสถียรแล้ว การรองรับยังเป็นอีกหนึ่งคุณสมบัติที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของฟันเทียมทั้งปาก^{27,28,34} หนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการรองรับคือความสัมพันธ์ของด้านบดเคี้ยว (occlusal relationship) ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการสบฟัน (occlusal scheme) หรือรูปร่างด้านบดเคี้ยวของซี่ฟันเทียม (occlusal anatomy) การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) สรุปได้ว่ารูปแบบการสบฟันแบบการสบได้ดุล (bilateral balanced occlusion) หรือแบบปุ่มฟันด้านลิ้น (lingualized occlusion) หรือแนวนำฟันเขี้ยว (canine guidance) ไม่ทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก ความพึงพอใจ และประสิทธิภาพการบดเคี้ยวของผู้ป่วยแตกต่างกัน³⁵ จากการตรวจการสบดุลในช่องปากพบว่าการมีการสบฟันด้านดูล (balanced occlusion) ไม่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากแต่อย่างใด^{25,26} ในขณะที่ Chen และคณะ ในปีค.ศ.2012¹⁴ พบว่าคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากที่ดีสัมพันธ์กับการมีฟันเทียมบนที่มีการยึดอยู่และความเสถียร ร่วมกับการสบฟันด้านดูล และไม่มีกรสบไถล (no slide in centric) นอกจากรูปแบบการสบฟันแล้ว รูปร่างด้านบดเคี้ยวของซี่ฟันเทียม ไม่ว่าจะเป็นฟันมีปุ่มหรือไร้ปุ่ม ก็ไม่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผู้ที่มีจำนวนจุดสบฟันหลังตั้งแต่ 5 จุดขึ้นไปที่จะกระจายกันอย่างสม่ำเสมอทั้งด้านซ้ายและขวา มีความพึงพอใจต่อฟันเทียมทั้งปากของตนมากกว่าผู้ที่จุดสบฟันกระจายกัน ไม่สม่ำเสมอหรือจำนวนจุดสบฟันน้อยกว่า 5 จุด²¹ นอกจากนี้ จำนวนจุดสบที่เพิ่มขึ้นยังสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่สูงขึ้น โดยผู้ที่มีจำนวนจุดสบฟันหลังมากกว่าจะสามารถเคี้ยวอาหารได้อนุภาคขนาดเล็กกว่าผู้ที่มีจำนวนจุดสบฟันหลังน้อยกว่า เมื่อใช้จำนวนรอบการเคี้ยวเท่ากัน²⁵ ซึ่งประสิทธิภาพการบดเคี้ยว

ที่เพิ่มขึ้นนี้ ทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากดีขึ้นตามไปด้วย^{21,26} อีกนัยหนึ่งคือจำนวนจุดสบที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากดีขึ้นโดยอ้อมผ่านทางประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่ดีขึ้น

1.3) ความสวยงามที่เกี่ยวข้องกับฟันเทียม

การศึกษาในคนไทยที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากพบว่า สัดส่วนความสวยงามของฟันหน้าบน อาทิ ความกว้างฟันหน้าบนทั้งหูกซึ่งต่อความกว้างระหว่างกระดูกไซโกมา (zygomatic width) ความกว้างฟันหน้าตัดกลาง (maxillary central incisor) ต่อความกว้างระหว่างกระดูกไซโกมา และกฎสัดส่วนทองคำ (golden proportion) ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ไม่ว่าจะเป็นการยิ้มหรือการเข้าสังคม²⁵ มีการศึกษารายงานว่าคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากไม่สัมพันธ์กับความสวยงามของฟันเทียม ซึ่งพิจารณาตามความนูนของริมฝีปาก (esthetic lip support) และระดับปลายฟันหน้าบนเทียบกับแนวความโค้งของริมฝีปากล่าง (esthetic lower lip line) เมื่อใส่ฟันเทียม²⁶ จากบทความปริทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องความสวยงามของฟันเทียมสรุปได้ว่า ความสวยงามของฟันเทียมไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัว แต่มีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล ตามลักษณะใบหน้าและริมฝีปากทั้งขณะพักและยิ้ม อีกทั้งยังขึ้นกับความรู้สึกของตัวผู้ป่วยเองอีกด้วย³⁶

1.4) อายุการใช้งานฟันเทียม

อายุการใช้งานของฟันเทียมทั้งปาก เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียม ไม่ว่าจะเป็นผู้ป่วยที่มาติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยปีละครั้งในช่วงระยะเวลา 4 ปีหลังใส่ฟันเทียม³⁷ หรือผู้ใช้ฟันเทียมมานานตั้งแต่ 2 ถึง 8 ปีก็ตาม²⁵ ดังนั้นการตัดสินใจทำฟันเทียมทั้งปากชุดใหม่ควรพิจารณาจากคุณภาพฟันเทียมหลังการใช้งาน เช่น การติดอยู่ความเสถียร หรือการสูญเสียมิติตั้ง (vertical dimension) จากการสึกของซี่ฟันเทียมจนผู้ป่วยมีปัญหาในการบดเคี้ยว มากกว่าพิจารณาอายุการใช้งานของฟันเทียม

1.5) กระบวนการสร้างฟันเทียมทั้งปากทางคลินิก

การศึกษาทางคลินิกโดยวิธีการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled trial study) เปรียบเทียบคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากระหว่างผู้ป่วยสองกลุ่มที่ผ่านกระบวนการสร้างฟันเทียมทั้งปากทางคลินิกสองแบบ ได้แก่ 1) แบบดั้งเดิม (conventional) คือมีการพิมพ์ปากเบื้องต้น (preliminary impression) ด้วยอัลจินต (alginate) เพื่อให้ได้ขึ้นหล่อ (cast) ในการทำถาดพิมพ์ปากเฉพาะบุคคล (individual tray) สำหรับการพิมพ์ปากครั้งสุดท้าย (final impression) และมี

การใช้เฟสโบว์ (facebow) เพื่อใช้ติดตั้ง (mounting) ขึ้นหล่อเข้ากับเครื่องจำลองการเคลื่อนที่ของขากรรไกร (articulator) และ 2) แบบง่าย (simplified) ซึ่งแตกต่างกับแบบดั้งเดิมคือมีการพิมพ์ปากเพียงครั้งเดียว แล้วกำหนดขอบเขตฟันเทียมจากตำแหน่งที่สำคัญทางกายวิภาค (anatomical landmark) ที่ปรากฏบนขึ้นหล่อและไม่มีการใช้เฟสโบว์ แต่ติดตั้งขึ้นหล่อกับเครื่องจำลองการเคลื่อนที่ของขากรรไกรโดยให้ระนาบการสบฟันอยู่ประมาณกึ่งกลางระยะระหว่างขากรรไกรบนและล่าง (interarch space)³⁸ ผลการศึกษาพบว่าระดับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มดีขึ้นหลังการรักษา และไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาแบบไขว้กลุ่มทางคลินิก (crossover clinical trial) ของ Jo และคณะในปี ค.ศ.2015 พบว่าคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยกลุ่มที่ผ่านกระบวนการสร้างฟันเทียมในขากรรไกรล่างด้วยวิธีแบบดั้งเดิมและแบบง่ายดีขึ้นหลังการรักษา และไม่มีผลแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม³⁹ ผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้กระบวนการแบบง่ายในการสร้างฟันเทียมโดยเฉพาะในระดับชุมชน เพื่อประหยัดเวลาและทรัพยากร อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีการควบคุมให้ผู้ทำฟันเทียมเป็นทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์มานานถึง 10 ปี ซึ่งอาจทำให้คุณภาพฟันเทียมทั้งปากที่ผ่านกระบวนการทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ดังนั้นก่อนนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการทำฟันเทียมทั้งปากกับประชากรทั่วไป จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยให้ผู้ทำฟันเทียมเป็นทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า และกลุ่มผู้ป่วยที่มีสภาวะช่องปากซับซ้อนขึ้น เช่น มีสันเหงือกแบนราบและการละลายตัวของกระดูกอย่างรุนแรง ซึ่งกำหนดขอบเขตของฐานฟันเทียมได้ยากจากขึ้นหล่อที่ได้จากการพิมพ์ปากเบื้องต้นเพียงครั้งเดียว

2. ปัจจัยส่วนบุคคล (Patient-related factors)

เมื่อพิจารณาสภาวะจิตใจของผู้ที่ใช้ฟันเทียมพบว่า ผู้ที่มีอารมณ์ไม่มั่นคง (neuroticism) คือมีภาวะความไม่เสถียรทางอารมณ์ มักรู้สึกเจ็บปวด (pain) จากการใส่ฟันเทียมได้ง่ายกว่าผู้ที่มีความเสถียรทางอารมณ์ ดังนั้นผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากจึงมีความรุนแรงกว่าคนทั่วไป³³ คนประเภทนี้ตรงกับลักษณะบุคลิกภาพ (personality trait) ประเภทฮิสทีเรีย (hysterical type) ตามเกณฑ์ของ House MM (1950) คืออารมณ์ไม่เสถียร เกรี้ยวกราด มีทัศนคติในแง่ลบ มักมีความคาดหวังและความต้องการสูงในสิ่งที่เป็นไปได้⁴⁰ นอกจากนี้พบว่าระดับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากสัมพันธ์กับแนวทางการจัดการกับภาวะความเครียด (coping style) ของแต่ละบุคคล โดยผู้ที่ได้รับการสนับสนุนทางจิตใจ (emotional support) คือได้รับความ

เข้าใจและการสนับสนุนจากคนรอบข้าง จะมีคุณภาพชีวิตดีกว่า ผู้ที่มีแนวทางการจัดการอารมณ์ในรูปแบบอื่น เช่น รอรับความช่วยเหลือจากคนอื่น (instrumental support) หลีกเลี่ยงปัญหา ระบายอารมณ์กับวัตถุสิ่งของ (substance abuse)²⁴

ระดับความคาดหวังของผู้ป่วยไม่สามารถบ่งบอกถึงความสำเร็จในการรักษาได้ จากการศึกษาที่ประเมินระดับความคาดหวังของผู้ป่วยก่อนและหลังการรักษาด้วยฟันเทียมทั้งปาก พบว่าคะแนนดัชนี OHIP หลังจากการรักษา ณ เวลา 1 และ 6 เดือนของทั้งสองกลุ่มลดลง นั่นคือคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยดีขึ้นหลังการใส่ฟันเทียมทั้งปาก ไม่ว่าจะก่อนการรักษานักผู้ป่วยจะมีระดับความคาดหวังเพียงปานกลางหรือสูงก็ตาม⁴¹

รูปร่างของสันเหงือกที่รองรับฟันเทียมทั้งปากก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ควรพิจารณาในการสร้างขึ้นฟันเทียม แม้ว่ารูปร่างสันเหงือกที่รองรับฟันเทียมและความสูงของกระดูกขากรรไกรล่างไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก^{18,25,29} แต่อาจส่งผลโดยอ้อมในแง่การติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียม เมื่อพิจารณาความสูงกระดูกขากรรไกรล่างทั้งส่วนหน้าและส่วนหลังจากภาพถ่ายรังสีพานอราไมก ผู้ที่มีภาวะขากรรไกรล่างฝ่อลีบ (mandibular atrophy) มักทำให้ฟันเทียมในขากรรไกรล่างขาดการยึดติด²⁹ หากพิจารณารูปร่างสันเหงือกที่รองรับฟันเทียมทั้งปากตามเกณฑ์ของ Cawood และ Howell (1988)⁴² ผู้ที่มีสันเหงือกรูปร่างโค้งกลม (round residual ridge) จะมีการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมดีกว่าผู้ที่มีรูปร่างสันเหงือกแบนราบหรือเป็นสันแหลม (flat-/knife-edge)^{18,25} โดยจากโมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) สามารถอธิบายได้ว่ารูปร่างสันเหงือกที่โค้งกลมทำให้ตำแหน่งการสบฟันมีความแม่นยำ (accurate jaw relation) คือตำแหน่งที่ฟันสบสนิท (maximum intercuspal position) ตรงกับตำแหน่งความสัมพันธ์ในศูนย์ (centric relation) เมื่อไม่มีการสบไล่ (premature contact) จึงนำไปสู่การมีประสิทธิผลการบดเคี้ยวและคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากที่ดี¹⁸

ในทางตรงข้าม ความรุนแรงของสภาวะช่องปากและขากรรไกร (case severity) หรือความยากง่ายของกรณีผู้ป่วยกลับไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก จากการศึกษาของ Kurushima และคณะในปี ค.ศ.2015 พบว่าผู้ป่วยที่มีสภาวะช่องปากระดับรุนแรงตามเกณฑ์ของ Japan Prosthodontic Society (JPS) จะมีคุณภาพชีวิตดีขึ้นหลังการใส่ฟันมากกว่าระดับปานกลาง แต่ระดับคุณภาพชีวิตของทั้งสองกลุ่มภายหลังการรักษาไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะก่อนการรักษานักผู้ป่วยที่มีสภาวะช่องปากระดับรุนแรงรู้สึกถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาวะช่องปากใน

ระดับที่รุนแรงกว่า¹³ ส่วนประสิทธิผลการบดเคี้ยวที่ประเมินโดยการตอบแบบสอบถามการบริโภคอาหาร (food intake questionnaire) ของกลุ่มระดับรุนแรงจะดีขึ้นหลังการใส่ฟันเทียมทั้งปาก ขณะที่กลุ่มระดับปานกลางไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยเกณฑ์ของ JPS นี้พิจารณารูปร่างของสันเหงือก คุณสมบัติของเยื่อบุผิว (mucous membrane) ความสัมพันธ์ระหว่างด้านสบของสันเหงือกบนและล่าง (interocclusal relationship of alveolar ridges) และอื่น ๆ เช่น การมีปุ่มกระดูกหรือส่วนคอดบริเวณสันเหงือกกว้าง ปริมาณ/ลักษณะของน้ำลาย เป็นต้น ในทำนองเดียวกัน ความรุนแรงของสภาวะช่องปากและขากรรไกรที่พิจารณาตามเกณฑ์ของ American College of Prosthodontics (ACP)⁴³ ก็ไม่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากหรือคุณภาพฟันเทียมเช่นกัน²⁵ สาเหตุที่ไม่พบความสัมพันธ์เพราะเกณฑ์ที่ใช้จัดระดับความรุนแรงนั้นพิจารณาทั้งขากรรไกรบนและล่างรวมถึงสภาพช่องปากโดยรวม แต่ปัญหาอาจเกิดจากขึ้นฟันเทียมหรือขากรรไกรข้างใดข้างหนึ่งก็เป็นได้

นอกจากนี้ การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากกับเพศ อายุ จำนวนชุดฟันเทียมที่เคยใส่ และประสบการณ์การใส่ฟันเทียมถอดได้ รวมถึงอายุของผู้ป่วยเมื่อเริ่มใส่ฟันเทียมทั้งปากและระยะเวลาตั้งแต่ใส่ฟันเทียมชุดแรกจนถึงปัจจุบัน^{25,37}

บทวิจารณ์

ผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปากส่วนใหญ่มีประสิทธิผลการบดเคี้ยวและคุณภาพชีวิตดีขึ้นภายหลังได้รับการฟื้นฟูสภาพช่องปากด้วยฟันเทียมทั้งปาก การประเมินปัญหาสุขภาพช่องปากที่เกิดขึ้นและผลลัพธ์ของการรักษานั้น ไม่เพียงแต่กระทำโดยทันตแพทย์เท่านั้น ผู้ป่วยเองควรมีส่วนร่วมในการประเมินผลกระทบจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นด้วย ดัชนีที่เหมาะสมในการประเมินสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากที่ใช้อย่างกว้างขวางในประเทศไทยคือ ดัชนีวัดผลกระทบจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (OIDP) ซึ่งมีการประเมินความถี่และความรุนแรงของผลกระทบจากสภาวะช่องปากและฟันเทียมต่อการใช้ชีวิตประจำวันตามความรู้สึกรู้สึกของผู้ป่วย รวมถึงสามารถประเมินและแก้ไขสาเหตุของปัญหาได้อย่างเหมาะสม^{19,22}

รูปแบบการศึกษาของงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาเป็นแบบตัดขวาง (cross-sectional) จึงสรุปได้เพียงว่าปัจจัยที่ศึกษามีความสัมพันธ์ (association) กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก⁴⁴ แต่จากผลการศึกษาของงานวิจัยหลายฉบับมีความสอดคล้องกัน จึงกล่าวได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบ (causal relationship) ต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ใส่ฟันเทียมทั้งปากอย่าง

แท้จริงคือ การติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมทั้งในขากรรไกรบนและล่าง นอกจากนี้การติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมทั้งปากที่เหมาะสมยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบดเคี้ยวอีกด้วย ดังนั้นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการสร้างฟันเทียมทั้งปากคือขั้นตอนการพิมพ์ปากขั้นสุดท้าย (final impression) ทั้งการปั้นขอบ (border mold) และการเลือกวัสดุพิมพ์ปากที่มีการไหลแผ่ (flow property) เหมาะสม^{27,28} เพื่อให้ได้รอยพิมพ์ในการสร้างขึ้นหล่อหลัก (master cast) ที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปฐานฟันเทียมที่มีความแนบสนิทกับเนื้อเยื่อรองรับข้างใต้ (tissue adaptation) มีการผนึกขอบโดยรอบ (border seal) และครอบคลุมเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมมากที่สุด (maximum extension)

นอกจากการติดอยู่และความเสถียร ฟันเทียมที่มีจำนวนจุดสบฟันหลังมากขึ้นและกระจายอย่างสม่ำเสมอทั้งสองข้างของขากรรไกร ยังช่วยส่งเสริมให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีขึ้นด้วย^{21,25} ส่วนรูปแบบการสบฟันและอายุการใช้งานฟันเทียมนั้น ไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการทำนายคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยได้ ดังนั้นทันตแพทย์จึงไม่ควรใช้อายุการใช้งานฟันเทียมเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจทำฟันเทียมชุดใหม่ให้แก่ผู้ป่วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพเนื้อเยื่อรองรับและพฤติกรรมการใช้งานฟันเทียมของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน⁴⁵ ทำให้การติดอยู่ ความเสถียร และลักษณะการสบฟันของฟันเทียมมีการเปลี่ยนแปลงต่างกันไปด้วย แม้ว่านโยบายของภาครัฐยังคงกำหนดให้ผู้ป่วยสามารถทำฟันเทียมฐานพลาสติกชุดใหม่ได้ในระยะเวลาทุก 5 ปีโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ทันตแพทย์ก็ควรพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย อาทิ สภาพฟันเทียมผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการใช้ชีวิตประจำวันของแต่ละบุคคล

เมื่อพิจารณาปัจจัยส่วนบุคคล ทันตแพทย์ควรเผาระวังผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีอารมณ์ไม่มั่นคง คือชอบวิตกกังวล หวาดกลัว และอารมณ์แปรปรวน เพราะผู้ป่วยกลุ่มนี้นักมีอุปนิสัยการเกิดปัญหาจากฟันเทียมทั้งปากสูงกว่าผู้ป่วยกลุ่มอื่น นอกจากนี้ผู้ป่วยที่มีรูปร่างสันเหงือกแบนราบหรือเป็นสันแหลมควรได้รับการตรวจสอบสภาพฟันเทียมบ่อยกว่าผู้ที่มีสันเหงือกโค้งกลม เพราะเป็นกลุ่มที่เสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของการติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมได้รวดเร็วกว่า หากผู้ป่วยมีสันเหงือกแบนราบจนไม่สามารถสร้างฟันเทียมให้มีการติดอยู่และความเสถียรตามความคาดหวังของผู้ป่วยได้ ทันตแพทย์อาจพิจารณาแนวทางการรักษาอื่นร่วมด้วย เช่น ฟันเทียมที่รองรับด้วยรากฟันเทียม (implant-retained overdenture) หรือการใช้กาวติดฟันเทียม (denture adhesive) เป็นต้น

สภาพฟันเทียมและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการใช้ชีวิตประจำวันที่เหมาะสมโดยทันตแพทย์และผู้ป่วยอาจไม่สอดคล้องกัน

กรณีที่ผู้ป่วยไม่มีปัญหาการใช้ชีวิตประจำวันแต่การติดอยู่และความเสถียรของฟันเทียมไม่เหมาะสม ทันตแพทย์ควรอธิบายให้ผู้ป่วยตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น อาทิ อัตราการละลายตัวของกระดูกรองรับฟันเทียมที่สูงขึ้น จากแรงกระทำที่ไม่เหมาะสมต่อเนื่องและกระดูกรองรับข้างใต้เนื่องจากฟันเทียมหลวมขยับ⁴⁵ การเกิดภาวะมุมปากอักเสบ (Angular cheilitis) จากการสึกของซี่ฟันเทียมจนสูญเสียมิติตั้งในการสบฟัน⁴⁶ ซึ่งปัญหาเหล่านี้หากไม่ได้รับการแก้ไขอาจทวีความรุนแรงขึ้นได้ ในทางตรงข้าม แม้ว่าทันตแพทย์จะประเมินว่าสภาพฟันเทียมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ผู้ป่วยอาจยังมีปัญหาจากการใช้งานฟันเทียมในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งหนึ่งในสาเหตุที่พบบ่อยคือการเจ็บหรือความไม่คุ้นชินภายหลังการใส่ฟันเทียมชุดใหม่⁵ ดังนั้นทันตแพทย์จึงต้องให้ความสำคัญกับการตรวจสอบและแก้ไขฟันเทียมหลังการส่งมอบ (denture delivery) รวมถึงการติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องหลังใส่ฟันเทียม เพื่อประเมินสภาพช่องปากและฟันเทียมของผู้ป่วยที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย

อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้ป่วยจำนวนหนึ่งไม่สามารถเข้ารับบริการหรือติดตามผลการรักษาได้อย่างต่อเนื่องหลังจากใส่ฟันเทียม สาเหตุอาจเกิดจากข้อจำกัดหลายประการ เช่น ปัญหาด้านค่าใช้จ่าย ข้อจำกัดด้านสุขภาพร่างกายในการเดินทางมารับการรักษา ต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost) ที่เกิดขึ้นจากการมารับบริการ อาทิ เวลาในการทำงานหารายได้เลี้ยงครอบครัว ที่สูญเสียไปจากการมารับบริการทางทันตสุขภาพ ดังนั้น การฟื้นฟูสุขภาพช่องปากของผู้ที่สูญเสียฟันไม่เพียงแต่อาศัยความรู้ความสามารถของทันตแพทย์ และการมีระบบประกันสุขภาพขั้นพื้นฐานของภาครัฐที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำฟันเทียมให้เท่านั้น แต่ภาครัฐควรให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งยังคงเป็นอุปสรรคในการเข้ารับบริการทางการแพทย์ของประชากรไทย^{7, 8}

บทสรุป

ดัชนีวัดผลกระทบจากสภาวะช่องปากต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (OIDP) เป็นดัชนีทางทันตสังคมที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่สูญเสียฟันทั้งปากและ/หรือใช้ฟันเทียมทั้งปากถอดได้ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของผู้ที่ใช้ฟันเทียมทั้งปากมากที่สุดคือ ฟันเทียมที่สูญเสียการติดอยู่และความเสถียร ซึ่งมักพบในผู้ที่มีสันเหงือกแบนราบหรือเป็นสันแหลม การมีจำนวนฟันหลังคู่สบมากขึ้นและกระจายทั้งด้านซ้ายและขวาอย่างสม่ำเสมอสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการบดเคี้ยวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากดีขึ้นด้วย ในขณะที่รูปแบบการสบฟัน อายุการใช้

งานฟันเทียม อายุและเพศของผู้ป่วย รวมถึงสภาวะความรุนแรงของช่องปากและขากรรไกรที่แตกต่างกัน ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก

เอกสารอ้างอิง

1. Sander M, Oxlund B, Jespersen A, Krasnik A, Mortensen EL, Westendorp RGJ, *et al.* The challenges of human population ageing. *Age Ageing* 2015;44(2):185-7.
2. Report: Situation of the Thai elderly 2014. Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute (TGRI); 2014.
3. National Oral Health Plan for Thai Elders. In: Bureau of Dental Health DoH, Ministry of Public Health, editor. 2014.
4. Tsakos G, Steele JG, Marcenes W, Walls AWG, Sheiham A. Clinical correlates of oral health-related quality of life: evidence from a national sample of British older people. *Eur J Oral Sci* 2006;114(5):391-5.
5. Boonmekhao P. Oral Health-related Quality of Life and patient satisfaction to the prosthodontic treatment at Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. Bangkok: Chulalongkorn University; 2013.
6. Nakata M. Masticatory function and its effects on general health. *Int Dent J* 1998;48(6):540-8.
7. Somkotra T. Experience of socioeconomic-related inequality in dental care utilization among Thai elderly under universal coverage. *Geriatr Gerontol Int* 2013;13(2):298-306.
8. Somkotra T. Inequality in oral health-care utilisation exists among older Thais despite a universal coverage policy. *Australas J Ageing* 2013;32(2):110-4.
9. Gerritsen AE, Allen PF, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH. Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health Qual Life Outcomes* 2010;8:126.
10. Glick M, Williams DM, Kleinman DV, Vujicic M, Watt RG, Weyant RJ. A new definition for oral health developed by the FDI World Dental Federation opens the door to a universal definition of oral health. *J Am Dent Assoc* 2016;147(12):915-7.
11. Locker D, Allen F. What do measures of 'oral health-related quality of life' measure? *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35(6):401-11.
12. Srisilapanan P, Korwanich N, Jienmaneechotchai S, Dalodom S, Veerachai N, Vejvitee W, *et al.* Estimate of Impact on the Oral Health-Related Quality of Life of Older Thai People by the Provision of Dentures through the Royal Project. *Int J Dent* 2016;2016:1976013.
13. Kurushima Y, Matsuda K, Enoki K, Ikebe K, Maeda Y. Does case severity make a difference to clinical improvement following complete denture treatment? *Int J Prosthodont* 2015;28(2):161-6.
14. Chen YF, Yang YH, Chen JH, Lee HE, Lin YC, Ebinger J, *et al.* The impact of complete dentures on the oral health-related quality of life among the elderly. *J Dent Sci* 2012;7(3):289-95.
15. De Lucena SC, Gomes SG, Da Silva WJ, Del Bel Cury AA. Patients' satisfaction and functional assessment of existing complete dentures: correlation with objective masticatory function. *J Oral Rehabil* 2011;38(6):440-6.
16. Limpuangthip N, Somkotra T, Arksornnukit M. Modified retention and stability criteria for complete denture wearers: A risk assessment tool for impaired masticatory ability and oral health-related quality of life. *J Prosthet Dent* 2018;120(1):43-9.
17. Perea C, Suarez-Garcia MJ, Del Rio J, Torres-Lagares D, Montero J, Castillo-Oyague R. Oral health-related quality of life in complete denture wearers depending on their socio-demographic background, prosthetic-related factors and clinical condition. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18(3):e371-80.
18. Yamaga E, Sato Y, Minakuchi S. A structural equation model relating oral condition, denture quality, chewing ability, satisfaction, and oral health-related quality of life in complete denture wearers. *J Dent* 2013;41(8):710-7.
19. Adulyanon S, Sheiham A. Oral Impacts on Daily Performances. Measuring oral health and quality of life. . Slade GD, editor: Chapel Hill: University of North Carolina; 1997.
20. Allen F, Locker D. A modified short version of the oral health impact profile for assessing health-related quality of life in edentulous adults. *Int J Prosthodont* 2002;15(5):446-50.
21. Setthaworaphan P, Thitasomakul S, Daosodsai P. Oral Health-related Quality of Life among elderly complete denture wearers and its associations with denture quality and masticatory efficiency assessed by the Thai version of OHIP-EDENT. *J Dent Assoc Thai* 2014;64(1):27-46.
22. Adulyanon S, Vourapukjaru J, Sheiham A. Oral impacts affecting daily performance in a low dental disease Thai population. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996;24(6):385-9.
23. Srisilapanan P, Sheiham A. The prevalence of dental impacts on daily performances in older people in Northern Thailand. *Gerodontology* 2001;18(2):102-8.
24. Heydecke G, Tedesco LA, Kowalski C, Inglehart MR. Complete dentures and oral health-related quality of life -- do coping styles matter? *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32(4):297-306.
25. Limpuangthip N. Denture quality, patient satisfaction, Oral Health-related Quality of Life, and their association [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2017.
26. Alfadda SA, Al-Fallaj HA, Al-Banyan HA, Al-Kadhi RM. A clinical investigation of the relationship between the quality of conventional complete dentures and the patients' quality of life. *Saudi Dent J* 2015;27(2):93-8.
27. Jacobson TE, Krol AJ. A contemporary review of the factors involved in complete denture retention, stability, and support. Part I: retention. *J Prosthet Dent* 1983;49(1):5-15.

28. Jacobson TE, Krol AJ. A contemporary review of the factors involved in complete dentures. Part II: stability. *J Prosthet Dent* 1983;49(2):165-72.
29. Marcello-Machado RM, Bielemann AM, Nascimento GG, Pinto LR, Del Bel Cury AA, Faot F. Masticatory function parameters in patients with varying degree of mandibular bone resorption. *J Prosthodont Res* 2016.
30. AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT, Baba NZ, Goodacre CJ. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2017;117(2):233-8.
31. Ogawa T, Sato Y, Kitagawa N, Nakatsu M. Relationship between retention forces and stress at the distal border in maxillary complete dentures: Measurement of retention forces and finite-element analysis in individual participants. *J Prosthet Dent* 2017;117(4):524-31.
32. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent* 2017;117(5S):e1-e105.
33. Soeda H, Sato Y, Yamaga E, Minakuchi S. A structural equation model to assess the influence of neuroticism on oral health-related quality of life in complete denture wearers. *Gerodontology* 2017; 34(4):446-54.
34. Jacobson TE, Krol AJ. A contemporary review of the factors involved in complete dentures. Part III: support. *J Prosthet Dent* 1983;49(3):306-13.
35. Lemos CAA, Verri FR, Gomes JML, Santiago Junior JF, Moraes SLD, Pellizzer EP. Bilateral balanced occlusion compared to other occlusal schemes in complete dentures: A systematic review. *J Oral Rehabil* 2018;45(4):344-54.
36. Waliszewski M. Restoring dentate appearance: a literature review for modern complete denture esthetics. *J Prosthet Dent* 2005;93(4):386-94.
37. John MT, Szentpetery A, Steele JG. Association between factors related to the time of wearing complete dentures and oral health-related quality of life in patients who maintained a recall. *Int J Prosthodont* 2007;20(1):31-6.
38. Nunez MC, Silva DC, Barcelos BA, Leles CR. Patient satisfaction and oral health-related quality of life after treatment with traditional and simplified protocols for complete denture construction. *Gerodontology* 2015;32(4):247-53.
39. Jo A, Kanazawa M, Sato Y, Iwaki M, Akiba N, Minakuchi S. A randomized controlled trial of the different impression methods for the complete denture fabrication: Patient reported outcomes. *J Dent* 2015;43(8):989-96.
40. House MM. Full denture technique - Note from Study Club No. 1. 1950.
41. Sivakumar I, Sajjan S, Ramaraju AV, Rao B. Changes in Oral Health-Related Quality of Life in Elderly Edentulous Patients after Complete Denture Therapy and Possible Role of their Initial Expectation: A Follow-Up Study. *J Prosthodont* 2015;24(6):452-6.
42. Cawood JL, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17(4):232-6.
43. McGarry TJ, Nimmo A, Skiba JF, Ahlstrom RH, Smith CR, Kourmjian JH. Classification system for complete edentulism. The American College of Prosthodontics. *J Prosthodont* 1999;8(1):27-39.
44. Grimes DA, Schulz KF. An overview of clinical research: the lay of the land. *Lancet* 2002;359(9300):57-61.
45. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. 1972. *J Prosthet Dent* 2003;89(5):427-35.
46. Turrell AJW. Vertical dimension as it relates to the etiology of angular cheilosis. *J Prosthet Dent* 1968;19(2):119-25.



บทความปริทัศน์

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับผลต่อสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปาก Sugar Substitutes and Their Effects on Systemic and Oral Health

อรณัฐ มาตังคสมบัติ¹, พนิดา ธัญญศรีสังข์¹

Oranart Matangkasombut¹, Panida Thanyasrisung¹

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา และ หน่วยปฏิบัติการวิจัยจุลชีววิทยาช่องปากและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

¹Department of Microbiology and Research Unit on Oral Microbiology and Immunology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน สารให้ความหวานแทนน้ำตาลหลายชนิดได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ และถูกนำมาผสมในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มหลากหลายชนิดจำนวนมาก ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากความต้องการของผู้บริโภคที่พยายามลดผลเสียของการบริโภคน้ำตาลต่อสุขภาพร่างกาย และสุขภาพช่องปาก โดยในแง่ของผลต่อสุขภาพร่างกาย ผู้บริโภคมักเข้าใจว่าการบริโภคสารเหล่านี้แทนการบริโภคน้ำตาลจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่สำคัญที่มีผลมาจากการบริโภคน้ำตาลมากเกินไป เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และหลอดเลือด ซึ่งมีอุบัติการณ์เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก แต่หลักฐานในปัจจุบันจากงานวิจัยหลายการศึกษาทั้งในสัตว์ทดลอง และในมนุษย์ซึ่งเป็นการศึกษาแบบสังเกตการณ์ไปข้างหน้า รายงานว่าการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในระยะยาว อาจไม่ได้ลดความเสี่ยงในการเกิดผลเสียต่อสุขภาพที่เกิดจากการบริโภคน้ำตาลได้อย่างสมบูรณ์ตามที่คาดหวัง มีการค้นพบกลไกหลากหลายที่สารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดต่าง ๆ สามารถส่งผลกระทบต่อเมตาบอลิซึม และกระบวนการทางสรีรวิทยาของร่างกาย และส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารซึ่งมีความสำคัญยิ่งต่อการควบคุมการดูดซึมอาหาร เมตาบอลิซึม และการทำงานของอวัยวะในระบบอื่น ๆ ส่วนในแง่ของสุขภาพช่องปาก สารให้ความหวานแทนน้ำตาลมักถูกใช้ผสมในอาหารหรือเครื่องดื่มรสหวาน เพื่อช่วยลดการก่อโรคฟันผุของอาหารนั้นเนื่องจากแบคทีเรียก่อโรคฟันผุไม่สามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้ได้หรือใช้ได้ไม่ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้น้อยลง และมีหลักฐานว่าสารให้ความหวานบางชนิดอาจสามารถนำไปใช้เป็นการเสริมอีกวิธีหนึ่งในการป้องกันการเกิดฟันผุได้อีกด้วย บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลของการบริโภค สารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่อสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปาก รวมทั้งกลไกที่อาจอธิบายผลเหล่านั้น โดยเฉพาะในแง่ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ ข้อมูลเหล่านี้ ร่วมกับการติดตามผลการศึกษาจากงานวิจัยต่อไปในอนาคตเป็นข้อมูลที่สำคัญยิ่งในการแนะนำการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเหล่านี้แก่ผู้ป่วยและประชาชนต่อไป

คำสำคัญ: โรคฟันผุ สารให้ความหวานแทนน้ำตาล สุขภาพช่องปาก สุขภาพร่างกาย

Abstract

Sugar substitutes have become increasingly popular and are used in a wide variety of food and beverage products in the current market. This is partly in response to consumers' demands to reduce sugar intake in an effort to reduce the risks of adverse effects on systemic and oral health due to sugar overconsumption. With regards to systemic health, most consumers assume that the use of sugar substitutes would reduce the risks for several important and increasingly prevalent chronic non-communicable diseases related to sugar overconsumption, such as,

obesity, diabetes, and cardiovascular diseases. However, several lines of evidence from animal and longitudinal cohort studies suggested that long-term consumption of sugar substitutes may not be able to reduce the risks for these diseases as expected. Numerous mechanisms have been discovered that could explain how sugar substitutes could affect metabolism and physiology. Interestingly, they may induce changes in gut microbiota, which are now known to influence nutrient absorption, metabolism, and the functions of other organ systems. With regards to oral health, sugar substitutes are widely used to reduce cariogenicity of sweet food and beverages since they are not good substrates for cariogenic bacteria. In addition, certain sweeteners may be useful as an adjunctive tool for caries prevention. This article aims to review existing literature on the effects of sugar substitutes on systemic and oral health, and the possible mechanisms underlying these effects, especially those related to microorganisms. Such information, integrating with data from future investigations, should be taken into consideration when advising patients and the population on the use of sugar substitutes.

Keywords: Dental caries, Oral health, Sugar substitutes, Sweeteners, Systemic health

Received Date: Jun 18, 2019

Revised Date: Jul 12, 2019

Accepted Date: Jul 23, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.46

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อรนาฏ มาตังคสมบัติ, ภาควิชาจุลชีววิทยาและหน่วยปฏิบัติการวิจัยจุลชีววิทยาช่องปากและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทร. 02-2188680 E-mail: oranart.m@chula.ac.th

Correspondence to:

Oranart Matangkasombut, Department of Microbiology and Research Unit on Oral Microbiology and Immunology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri-Dunant Road Pathumwan Bangkok 10330 Thailand, Tel: 02-2188680, E-mail: oranart.m@chula.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันมีการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลอย่างแพร่หลายเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เครื่องดื่มหรือน้ำอัดลมแบบไดเอท เป็นซองหรือเม็ดเพื่อเติมในเครื่องดื่มหรือเป็นส่วนผสมในอาหารและขนม เป็นต้น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการลดการบริโภคน้ำตาล อันเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของโรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นโรคเรื้อรังที่มีอุบัติการณ์เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย¹ นอกจากนั้น สารให้ความหวานแทนน้ำตาลยังเป็นที่นิยมใช้ในขนม ลูกอม หมากฝรั่ง หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการให้มีรสหวาน เพื่อลดการก่อโรคฟันผุ (cariogenicity) ของผลิตภัณฑ์นั้น และมีหลักฐานว่าสารให้ความหวานบางชนิดสามารถนำไปใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการป้องกันการเกิดฟันผุได้อีกด้วย

การผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในอาหารและเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ทำให้ประชาชนทั่วไปอาจได้รับสารเหล่านี้เข้าไปในร่างกายในชีวิตประจำวัน แม้แต่ในผู้ที่

ไม่ได้ตั้งใจเลือกบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาล และในหญิงให้นมบุตรซึ่งทำให้ทารกได้รับสารดังกล่าวผ่านน้ำนมมารดา โดยมีการศึกษาแสดงการตรวจพบสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหลายชนิดในน้ำนมของหญิงให้นมบุตร แม้ในผู้ที่ไม่ได้ระบุว่าตั้งใจเลือกบริโภคอาหารที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล^{2,3} ดังนั้นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลจึงอาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคจำนวนมาก

ในขณะที่ผู้บริโภคที่เลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ มักเข้าใจว่าสารเหล่านี้มีความปลอดภัย และสามารถช่วยลดน้ำหนัก และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ ได้เทียบเท่ากับการไม่บริโภคน้ำตาล พร้อมกันนั้น สินค้าที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลมักโฆษณาว่าเป็น “อาหาร/เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ” ในปัจจุบันกลับพบว่ามีหลักฐานจากงานวิจัยหลายการศึกษาทั้งในสัตว์ทดลอง และในมนุษย์ซึ่งเป็นการศึกษาแบบสังเกตการณ์ไปข้างหน้าที่รายงานว่า การบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในระยะยาว อาจไม่ได้ลดความเสี่ยงในการเกิดผลเสีย

ต่อสุขภาพที่เกิดจากการบริโภคน้ำตาลได้อย่างสมบูรณ์ตามที่คาดหวัง¹ ดังนั้น ถึงแม้ว่าสารเหล่านี้จะได้รับการรับรองว่า “ปลอดภัย” ซึ่งหมายถึงไม่เป็นพิษหรือก่อให้เกิดโรคร้ายแรง เช่น มะเร็ง เป็นต้น แต่อาจไม่ใช่อาหาร “เพื่อสุขภาพ” ซึ่งหมายถึง อาหารที่ช่วยส่งเสริมให้ร่างกายอยู่ในสภาวะที่ทำงานได้สมบูรณ์ เช่น ไม่มีภาวะดื้ออินซูลิน (insulin resistance)² ในรายงานทางวิชาการประจำปี ค.ศ. 2015 ของคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อกำหนดแนวทางโภชนาการของสหรัฐอเมริกา ได้มีการแนะนำให้คำนึงถึงความเป็นไปได้ของความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคเครื่องดื่มผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับตัวชี้วัดชีวภาพของภาวะดื้ออินซูลิน และตัวชี้วัดอื่น ๆ ของโรคเบาหวานด้วย⁵

ในปี ค.ศ. 2012 สมาคมหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (American Heart Association, AHA) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association, ADA) ได้ร่วมกันตีพิมพ์แถลงการณ์วิชาการ (scientific statement) เพื่อสรุปข้อมูลและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (non-nutritive sweeteners, NNS)¹ โดยมีข้อสรุปว่า ยังมีข้อมูลจากงานวิจัยไม่เพียงพอที่จะสรุปได้อย่างแน่ชัดว่า สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการสามารถช่วยลดการบริโภคน้ำตาลที่เติมในอาหารหรือเครื่องดื่ม (added sugar) หรือคาร์โบไฮเดรต หรือมีผลต่อการลดความอยากอาหาร การปรับสมดุลพลังงาน น้ำหนักกาย หรือความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและเมตาบอลิซึมหรือไม่ ส่วนการใช้เพื่อลดการบริโภคน้ำตาลเพื่อเป็นมาตรการสำคัญในการควบคุมน้ำหนักและระดับน้ำตาลในเลือดนั้น มีหลักฐานที่แสดงว่า การใช้สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างระมัดระวัง โดยใช้ทดแทนน้ำตาลที่เติมในอาหารหรือเครื่องดื่ม ร่วมกับการควบคุมอาหารอย่างเป็นระบบ อาจช่วยลดปริมาณพลังงานที่บริโภคประจำวัน และลดน้ำหนักกายได้บ้าง แต่ทั้งนี้ต้องไม่มีการบริโภคพลังงานชดเชยในรูปของอาหารชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม ต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึงผลของการบริโภคสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพในระยะยาวต่อไป

ในปี ค.ศ. 2018 สมาคมหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกาได้เผยแพร่ข้อแนะนำทางวิชาการ (scientific advisory)⁶ เกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล กับผลต่อสุขภาพหัวใจและเมตาบอลิซึม โดยสรุปได้ว่า เครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลอาจมีประสิทธิภาพในการช่วยควบคุมปริมาณพลังงานที่บริโภค และการลดน้ำหนัก หากไม่มีการบริโภคชดเชยด้วยอาหารและเครื่องดื่มอื่น แต่เนื่องจากปัจจุบันยังมีหลักฐานไม่เพียงพอที่จะสรุปผลระยะยาวต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก จึง

ควรใช้อย่างระมัดระวัง และไม่แนะนำให้เด็กบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นระยะเวลานาน สำหรับผู้ใหญ่ที่ติดนิสัยการบริโภคเครื่องดื่มผสมน้ำตาลในปริมาณมาก อาจใช้เครื่องดื่มที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเพื่อทดแทนการบริโภคเครื่องดื่มผสมน้ำตาล โดยเฉพาะในช่วงแรกของการปรับนิสัยการบริโภค อย่างไรก็ตามควรสนับสนุนการทดแทนเครื่องดื่มผสมน้ำตาลด้วยน้ำดื่ม ไม่ว่าจะเป็นน้ำดื่มธรรมดา น้ำโซดา หรือน้ำดื่มที่แต่งกลิ่นรสโดยไม่ผสมน้ำตาล จะดีที่สุด

ในปัจจุบัน การศึกษาต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า สารให้ความหวานแทนน้ำตาลไม่ใช่สารที่ไร้สหวานโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อร่างกาย มีการค้นพบกลไกหลากหลายที่สารให้ความหวานแทนน้ำตาลสามารถส่งผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของร่างกาย และต่อกลุ่มจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร (gut microbiota)⁷ ซึ่งเป็นที่ประจักษ์แล้วว่า เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีความสำคัญยิ่งต่อการควบคุมการดูดซึมสารอาหารและเมตาบอลิซึม น้ำหนักตัว และการทำงานของอวัยวะในระบบอื่น ๆ อีกมากมาย^{8,9} กลไกทั้งหลายนี้อาจเป็นกลไกที่อธิบายความสัมพันธ์ของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาล กับเมตาบอลิซึม น้ำหนักตัว และความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการทางเมตาบอลิก (metabolic syndrome) ได้

บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับผลของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่อสุขภาพ ทั้งในแง่ผลต่อสุขภาพร่างกาย และต่อสุขภาพช่องปาก รวมทั้งกลไกต่าง ๆ ที่อาจอธิบายปรากฏการณ์ที่พบจากการศึกษาทางระบาดวิทยา โดยเฉพาะในแง่ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ และให้คำแนะนำในการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเหล่านี้แก่ผู้ป่วยและประชาชน รวมทั้งเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อติดตามผลการศึกษากิจการงานวิจัยในอนาคตต่อไป

1. ชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลมีหลายชนิด โดยสามารถจัดเป็นกลุ่มหลัก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohols) ซึ่งสามารถให้พลังงานได้ และกลุ่มที่เป็นสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (NNS) ซึ่งไม่ให้พลังงาน หรือให้พลังงานต่ำ (low-calorie sweeteners, LCS)

1.1. น้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohols) หรือโพลิออล (polyols) เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน มักมีรสหวานน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำตาลซูโครส แต่เนื่องจากสารเหล่านี้จึงถูกดูดซึมได้ช้ากว่าและไม่สมบูรณ์ บางส่วนของสารเหล่านี้จึงถูกขับถ่ายออกจากร่างกายก่อนที่จะมีการดูดซึมไปใช้ ทำให้ร่างกายได้รับพลังงานน้อยกว่า และไม่กระตุ้นการหลั่งอินซูลินอย่างรวดเร็วเท่ากับน้ำตาล

กลูโคส และซูโครส จึงมีการนำสารเหล่านี้มาผสมในอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

แต่เนื่องจากการดูดซึมไม่สมบูรณ์ หากบริโภคสารกลุ่มนี้ในปริมาณมาก ผู้บริโภคมักมีปัญหาท้องเดิน และหรือท้องอืดได้ นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคฟันผู้ไม่สามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้และสร้างกรดขึ้น หรือนำไปใช้น้อย และไม่สามารถนำไปสร้างกลูแคน ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการยึดเกาะของเชื้อกับผิวฟันอย่างเหนียวแน่น เมื่อนำไปผสมในอาหารหรือเครื่องดื่มแทนน้ำตาลซูโครส จึงช่วยลดการก่อโรคฟันผุของอาหารนั้นลงได้ ตัวอย่างของน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีการใช้ผสมในอาหารได้แก่ ซอร์บิทอล (sorbitol) ไกลทอล (xylitol) อิริทริทอล (erythritol) ซึ่งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในแง่ของเมตาบอลิซึม และประสิทธิภาพในการลดการก่อโรคฟันผุ ดังจะได้นำกล่าวต่อไปในหัวข้อผลต่อสุขภาพช่องปาก

1.2. สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Non-nutritive sweeteners, NNS) ซึ่งอาจเรียกว่า สารให้ความหวานสังเคราะห์ (Artificial sweeteners) สารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำมาก (very low-calorie sweeteners) สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน (noncaloric sweeteners) หรือสารให้ความหวานที่ให้รสหวานจัด (intense sweeteners) เป็นสารที่ให้ความหวานมากกว่าสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน (caloric sweeteners) เช่น น้ำตาลซูโครส น้ำเชื่อมจากข้าวโพด (corn syrup) และน้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น ในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อใช้สารเหล่านี้ทดแทนสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน จึงสามารถใช้ปริมาณที่น้อยกว่า และไม่เพิ่มพลังงานในอาหารหรือเครื่องดื่ม

ในปัจจุบัน องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้รับรองให้ใช้สารให้ความหวานจัด 6 ชนิด (1.2.1-1.2.6) และสารจากธรรมชาติอีก 2 ชนิด (1.2.7-1.2.8) ผสมในอาหารได้¹⁰ ได้แก่

1.2.1. แซ็กคาริน (Saccharin) เป็นสารให้ความหวานจัดชนิดแรกที่ถูกค้นพบ และมีการใช้ผสมในอาหารมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1879 ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200-700 เท่า และไม่ให้พลังงาน แต่มีรสขมด้วย จึงมักมีการใช้ผสมกับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดอื่น เช่น แอสปาร์แตม เป็นต้น ในช่วงปี ค.ศ. 1970 เคยมีรายงานว่าแซ็กคารินทำให้เกิดมะเร็งในหนูทดลอง จึงมีข้อกำหนดให้สินค้าเกี่ยวกับการก่อกวนแรงปรากฏบนบรรจุภัณฑ์แต่ต่อมาได้มีการศึกษาจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าแซ็กคารินไม่มีผลก่อมะเร็งในมนุษย์ ในปัจจุบันจึงไม่ต้องมีคำเตือนดังกล่าวแล้ว

1.2.2. แอสปาร์แตม (Aspartame) เป็นสารประกอบไดเปปไทด์ (dipeptide) ของกรดแอส-แอสปาร์ติก (L-aspartic acid) และ แอล-ฟีนิลอะลานีน (L-phenylalanine) จึงสามารถ

ให้พลังงานได้เท่ากรดอะมิโน แต่เนื่องจากแอสปาร์แตมให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200 เท่า จึงใช้ในปริมาณน้อยมาก ทำให้พลังงานที่ได้รับน้อยมากไปด้วย

อนึ่ง ไม่ควรใช้แอสปาร์แตมในผู้ป่วยโรคฟีนิลคีโตนูเรีย (Phenylketonuria, PKU) เพราะผู้ป่วยไม่สามารถสลาย ฟีนิลอะลานีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแอสปาร์แตมได้ ดังนั้นจึงต้องมีคำเตือนสำหรับผู้ป่วยโรคฟีนิลคีโตนูเรีย บนฉลากอาหารหรือเครื่องดื่มที่ผสมแอสปาร์แตมเสมอ

1.2.3. อะซีซัลแฟมโพแทสเซียม (Acesulfame potassium, Ace-K) ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200 เท่า และไม่ให้พลังงาน มักใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่น ทนความร้อนได้ จึงสามารถใช้ผสมในขนมอบต่าง ๆ ได้

1.2.4. ซูคราโลส (Sucralose) ผลิตจากการดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสด้วยวิธีทางเคมี ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า ไม่มีรสขม ซูคราโลสสามารถทนความร้อน จึงสามารถใช้ผสมในขนมอบต่าง ๆ ได้ และเป็นที่นิยมในการนำมาผสมเครื่องดื่มเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

1.2.5. นีโอแทม (Neotame) มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายแอสปาร์แตม แต่ถูกย่อยเป็นฟีนิลอะลานีนได้น้อย จึงปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยโรคฟีนิลคีโตนูเรีย นีโอแทมให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 7,000-13,000 เท่า

1.2.6. แอดวานแทม (Advantame) โครงสร้างทางเคมีคล้ายนีโอแทม ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 20,000 เท่า และทนความร้อน จึงสามารถใช้ผสมในขนมอบต่าง ๆ ได้

1.2.7. สตีวียอลไกลโคไซด์ (Steviol glycosides) ได้แก่ สตีวียอไซด์ (Stevioside) และ เรบาดีอไซด์ เอ (Rebaudioside A) เป็นองค์ประกอบของใบของหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni) ซึ่งเป็นพืชประจำถิ่นในทวีปอเมริกาใต้ สารนี้ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า ทั้งนี้องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกายังไม่รับรองการใช้ใบหญ้าหวาน หรือสารสกัดหายจากใบหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในอาหาร

1.2.8. สารสกัดจากผลหล่อฮังก้วย (Luo Han Guo fruit extracts (*Siraitia grosvenorii*), Swingle fruit extract (SGFE) มีองค์ประกอบคือ โมโกรไซด์ (mogrosides) เป็นสารที่ให้รสหวาน ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 100-250 เท่า

ในปัจจุบัน สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่แพร่หลายมากที่สุด在美国ได้แก่ ซูคราโลส อะซีซัลแฟม โพแทสเซียม และ แอสปาร์แตม ถึงแม้ว่าสารเหล่านี้จะให้รสหวานโดยไม่ให้

พลังงาน หรือให้พลังงานต่ำเหมือนกัน แต่ต่างก็มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน จึงถูกย่อยสลาย ดูดซึม หรือขับออกจากร่างกายต่างกัน และอาจมีผลต่อเมตาบอลิซึมของร่างกาย และของเชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกันด้วย²

สำหรับในประเทศไทย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4) ได้กำหนดให้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ต้องเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีข้อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและค่าความปลอดภัยไว้แล้วอย่างสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ใน Codex Advisory Specification for the Identity and Purity of Food Additives ฉบับล่าสุด หรือประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วย เรื่องการกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของวัตถุเจือปนอาหาร และได้มีการกำหนดให้ต้องใช้ตามชื่อวัตถุเจือปนอาหาร หมวดอาหาร หรือชนิดอาหาร หน้าที่ทางด้านเทคโนโลยีการผลิต และปริมาณสูงสุดที่อนุญาตที่กำหนดไว้ ตามบัญชีท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 389) พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5) ซึ่งในรายการวัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ปรากฏในบัญชีท้ายประกาศดังกล่าว มีสารที่ไม่ได้อยู่ในรายการที่องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาให้การรับรอง ได้แก่ อะลิทาม (Alitame) ซึ่งเป็นไดเปปไทด์คล้ายแอสปาร์แตม และไซคลาเมต (cyclamates) ซึ่งประกอบด้วยกรดไซคลามิก และ เกลือโซเดียมหรือแคลเซียมของกรดไซคลามิก ไซคลาเมตให้ความหวานมากกว่าซูโครสประมาณ 30-50 เท่า มักใช้ผสมกับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดอื่นเช่น แซ็กคาริน เป็นต้น ไซคลาเมตไม่ได้รับการรับรองในสหรัฐอเมริกาเนื่องจากเคยมีการศึกษาพบว่า ไซคลาเมตอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งกระเพาะปัสสาวะในสัตว์ทดลอง แต่การศึกษาในภายหลังได้แสดงหลักฐานว่าไซคลาเมตไม่ได้เป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ไซคลาเมตได้รับการรับรองให้ใช้ในหลายประเทศ¹¹ แต่ยังคงถูกห้ามใช้ในสหรัฐอเมริกาจนถึงปัจจุบัน

2. ผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

มีการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับผลของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึม ทั้งในสัตว์ทดลอง และในมนุษย์ ซึ่งการศึกษาแต่ละรูปแบบ มีข้อดีและข้อจำกัด แตกต่างกันไป จึงควรพิจารณาถึงข้อควรคำนึงถึงเหล่านี้ในการวิเคราะห์ผลของการศึกษาด้วย

สำหรับการศึกษาในสัตว์ทดลอง และการศึกษาทางคลินิกแบบทดลองที่มีกลุ่มควบคุมและมีการจัดกลุ่มตัวอย่าง

แบบสุ่ม (randomized controlled trials, RCTs) นั้น จะสามารถศึกษาถึงผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดใดชนิดหนึ่งที่กำหนดได้ การศึกษาทางคลินิกแบบ RCT สามารถให้หลักฐานระดับสูงสำหรับการนำไปใช้ในทางคลินิก สามารถแสดงการเป็นเหตุและผลได้ชัดเจนกว่าการศึกษาแบบสังเกตการณ์ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถติดตามผลระยะยาวมาก เช่น มากกว่า 1-2 ปี ได้ เป็นต้น หรือทำได้ยากมาก มักทำการศึกษาได้เฉพาะในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก และไม่สามารถติดตามประเมินอัตราการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน หรือโรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น ซึ่งโรคเหล่านี้ต้องใช้เวลานานที่จะแสดงอาการ หรือภาวะแทรกซ้อน จึงต้องอาศัยตัววัดแทน (surrogate outcomes) เช่น ระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น นอกจากนี้ ลักษณะการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มในการทดลองมักถูกควบคุม จึงอาจไม่เหมือนกับลักษณะการบริโภคจริงในชีวิตประจำวัน

ส่วนในการศึกษาแบบสังเกตการณ์แบบเหตุไปหาผล (cohort study) มีข้อดีคือสามารถสังเกตผลในระยะเวลานานมาก เช่น มากกว่า 10 ปี เป็นต้น สามารถทำการศึกษาในอาสาสมัครจำนวนมาก และสามารถติดตามประเมินอัตราการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังตามที่เกิดขึ้นจริง แม้จะเป็นโรคที่มีอุบัติการณ์ต่ำ แต่มีข้อจำกัดคือ มักไม่สามารถระบุได้จำเพาะเจาะจงว่าเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดใด เพราะเป็นการศึกษาโดยรวมตามที่ใช้บริโภคใช้จริง การเก็บข้อมูลปริมาณและความถี่ของการบริโภคโดยใช้แบบสอบถาม จึงอาจมีความไม่แม่นยำอยู่บ้าง การติดตามในระยะเวลายาวนานก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการบริโภค รวมทั้งชนิดและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในแต่ละช่วงเวลา เช่น การศึกษาที่ติดตามผลมากกว่า 10 ปี อาจมีการเก็บข้อมูลการบริโภคตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 2000 ซึ่งในช่วงเวลาหลังจากนั้นมีผลิตภัณฑ์อาหารที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหลากหลายชนิดเพิ่มขึ้นอีกมาก และข้อจำกัดที่สำคัญคือไม่อาจสรุปความเป็นเหตุและผลได้อย่างชัดเจน อาจมีปัจจัยกวนที่ไม่ได้วัดเหลืออยู่ และความสัมพันธ์อาจเป็นเหตุผลแบบย้อนกลับ (reverse causality) เช่น การพบความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับการเกิดโรคเบาหวาน อาจเนื่องมาจากผู้ที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดโรคเบาหวานจึงเลือกบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาล เป็นต้น

นอกจากนี้ ในการอ่านวิเคราะห์ผลการศึกษาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ควรต้องพิจารณาถึงการควบคุมปัจจัยกวนที่เกี่ยวข้อง คำนึงถึงกลุ่มเปรียบเทียบที่ใช้ในการวิเคราะห์ (เช่น เปรียบเทียบกับการบริโภคเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลทราย กับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล หรือกับการบริโภคน้ำดื่ม)

และข้อจำกัดในการแปลผลเสมอ โดยเฉพาะในแง่ของเหตุและผล (cause and effect) และลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง เช่น เพศ อายุ (เด็ก หรือผู้ใหญ่) เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต่อการพิจารณาในการขยายผลไปสู่ประชากร (generalization)

2.1. ผลต่อน้ำหนัก และ/หรือ ดัชนีมวลกาย

เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของผู้บริโภคในการเลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลคือ ผลในการควบคุมหรือลดน้ำหนัก และโรคอ้วน จึงมีการศึกษาทางคลินิกจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบของการศึกษาแบบทดลอง RCT และ การศึกษาแบบสังเกตการณ์ และมีผู้ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) ของผลการศึกษาเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในปี ค.ศ. 2014 โดย Miller และ Perez¹² ได้ทำการรวบรวมผลการศึกษาเกี่ยวกับการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลแบบไม่ให้พลังงาน กับน้ำหนักและองค์ประกอบของร่างกายของ RCT จำนวน 15 การศึกษาที่มีระยะเวลาในการศึกษาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ และ การศึกษาสังเกตการณ์แบบเหตุไปหาผลแบบไปข้างหน้า จำนวน 9 การศึกษาที่มีระยะเวลาศึกษาอย่างน้อย 6 เดือน ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่จากการวิเคราะห์ห่อภิมาณของการศึกษา RCT ในการทบทวนวรรณกรรมนี้ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่บริโภคเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาล หรืออาหารปกติที่มีส่วนประกอบของน้ำตาล กลุ่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลมีการลดลงของน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ปริมาณไขมัน และ เส้นรอบวงเอวเล็กน้อย ส่วนผลการศึกษาแบบไปข้างหน้า ไม่พบความสัมพันธ์ของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับน้ำหนักหรือรอบเอว แต่พบว่าสัมพันธ์กับดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในปี ค.ศ. 2016 โดย Rogers และคณะ¹³ พบว่าในการศึกษาแบบจากเหตุไปหาผล จำนวน 12 การศึกษา มีผลการศึกษาที่ไม่สอดคล้องกัน แต่การวิเคราะห์ห่อภิมาณของ RCT ระยะสั้น และระยะเวลา 4 สัปดาห์ถึง 40 เดือน พบว่าการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาล สัมพันธ์กับปริมาณพลังงานบริโภคและน้ำหนักกายที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่ผสมน้ำตาลก่อนมื้ออาหาร

แต่การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Azad และคณะ ในปี ค.ศ. 2017¹⁴ ซึ่งได้รวบรวมผลของการศึกษาแบบ RCT จำนวน 7 การศึกษา และแบบจากเหตุไปหาผล จำนวน 30 การศึกษาที่มีระยะเวลาศึกษาอย่างน้อย 6 เดือน จากการวิเคราะห์ห่อภิมาณผลจากการศึกษาแบบ RCT จำนวน 3 การศึกษาที่ศึกษาค่าดัชนีมวลกาย พบว่า NNS ไม่มีผลต่อค่าดัชนีมวลกายอย่างมี

นัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับบริโภคไม่บริโภค NNS (ความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ -0.37 กก./เมตร² ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ -1.10 - 0.36, 12.9 %, n=242) แต่การวิเคราะห์ผลจากการศึกษาแบบไปข้างหน้า พบว่า NNS สัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (mean correlation 0.05, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 0.03-0.06, 12.0 %, n=21,256) และกับน้ำหนักและรอบเอว และอัตราที่เพิ่มขึ้นของการเกิดโรคอ้วน ความดันเลือดสูง กลุ่มอาการเมตาบอลิก โรคเบาหวาน และ โรคหัวใจและหลอดเลือด ทั้งนี้ การศึกษา RCT ในรายงานฉบับนี้ ส่วนใหญ่มีอคติ (bias) สูง และมีการติดตามผลในระยะเวลาไม่นานมากนัก (ค่ามัธยฐาน 6 เดือน) ส่วนในการศึกษาแบบจากเหตุไปหาผล มีการเก็บข้อมูลระยะยาว (ค่ามัธยฐาน 10 ปี) จึงเอื้อให้สามารถศึกษาผลในระยะยาวคล้ายกับสภาวะจริงได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภค NNS ซึ่งได้จากการรายงานด้วยตนเองนั้นอาจไม่สมบูรณ์ และการศึกษาส่วนมากจำกัดการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มหรือน้ำอัดลมที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลโดยเฉพาะ โดยไม่ได้คำนึงถึงการได้รับสารเหล่านี้จากแหล่งอื่น และอาจมีปัจจัยกวนที่ยังไม่ได้รับการควบคุมอย่างเพียงพอ ถึงแม้จะมีการควบคุมปัจจัยกวนที่สำคัญ เช่น ดัชนีมวลกายหรือน้ำหนักเริ่มต้น และภาวะโภชนาการ เป็นต้น และในการวิเคราะห์นี้ ได้มีการเลือกเฉพาะการศึกษาแบบไปข้างหน้าที่มีการเก็บข้อมูลการบริโภคก่อนการวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก หรือการเกิดโรค เพื่อให้ทราบลำดับของเหตุการณ์ (temporality) แล้วก็ตาม ผู้วิจัยจึงเสนอว่าในอนาคตควรต้องมีการพัฒนาเครื่องมือใหม่ ๆ หรือตัววัดชีวภาพที่จะทำให้ตรวจวัดระดับการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้แม่นยำขึ้น และมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยมีการควบคุมปัจจัยกวนอย่างระมัดระวังด้วย

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับผลของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในเด็กนั้น มีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในปี 2016¹⁵ ซึ่งได้รวบรวมผลของการศึกษาในเด็กตั้งแต่ในครรภ์จนถึงอายุ 12 ปี และมีการติดตามผลอย่างน้อย 6 เดือน พบการศึกษาแบบจากเหตุไปหาผลจำนวน 6 การศึกษา และ RCT จำนวน 2 การศึกษา (n=15,641) พบว่ายังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด และผลจากการศึกษาต่าง ๆ ไม่สอดคล้องกัน โดยครั้งหนึ่งของการศึกษาแบบจากเหตุไปหาผล พบความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภค NNS ที่เพิ่มขึ้นกับน้ำหนักและมวลไขมันที่เพิ่มขึ้น และการวิเคราะห์ผลรวมจากการศึกษาแบบจากเหตุไปหาผล จำนวน 2 การศึกษา พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการศึกษาแบบ RCT จำนวน 2 การศึกษานั้น รายงานผลต่อน้ำหนักที่ตรงข้ามกัน แต่เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมี

ความแตกต่างกันในแง่ภาวะโภชนาการ จึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลรวมกันได้ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลระยะยาวของการบริโภค NNS ในเด็ก นอกจากนั้น ในการทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ยังไม่พบการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์ หรือให้นมบุตร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ควรมีการศึกษา เพราะมีหลักฐานว่าในสัตว์ทดลองที่ได้รับ NNS ระหว่างตั้งครรภ์ ส่งผลให้ลูกมีโรคอ้วนเพิ่มขึ้นได้ และมีการตรวจพบ NNS ในน้ำนมมารดา จึงอาจทำให้ทารกได้รับ NNS ตั้งแต่อายุน้อยโดยไม่ตั้งใจได้

จากการทบทวนวรรณกรรมในปี ค.ศ. 2018 พบว่ามีการศึกษาในมนุษย์อยู่น้อยมากที่ศึกษาผลของการได้รับ NNS ในครรภ์ ซึ่งพบผลที่ต่างกัน¹⁶ ซึ่งจะได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของผลต่อการตั้งครรภ์และสุขภาพของบุตร จะเห็นได้ว่าหลักฐานจากการศึกษาต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีความหลากหลายทั้งในแง่ของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา การออกแบบการศึกษา กลุ่มเปรียบเทียบ และผลที่พบ โดยยังไม่สามารถสรุปถึงผลในระยะยาวต่อน้ำหนัก หรือดัชนีมวลกายได้อย่างชัดเจน และยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการ ดังนั้นจึงยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยอาศัยการศึกษาทั้งในแบบการทดลอง และสังเกตการณ์ในระยะยาวต่อไป และผู้บริโภคควรติดตามผลของการศึกษาในอนาคตต่อไปด้วย¹⁷

2.2. ผลต่อกลุ่มอาการเมตาบอลิก โรคเบาหวาน และโรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular diseases)

การบริโภคน้ำตาลมากเกินไปและโรคอ้วน เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการเกิดกลุ่มอาการเมตาบอลิก โรคเบาหวาน และโรคหัวใจและหลอดเลือด จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการบริโภค NNS แทนน้ำตาลจะสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเหล่านี้ได้หรือไม่ แต่เนื่องจากการเกิดโรคเหล่านี้ต้องอาศัยระยะเวลาอันยาวนานก่อนที่ผู้ป่วยจะแสดงอาการและสามารถวินิจฉัยโรคได้ การศึกษาที่จะสามารถวัดผลการเกิดโรคต่าง ๆ นี้ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการศึกษาแบบสังเกตการณ์ไปข้างหน้าขนาดใหญ่ที่มีการเก็บข้อมูลการบริโภคอาหารต่าง ๆ และมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

ในปี ค.ศ. 2014 มีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์อภิมานของการศึกษาแบบไปข้างหน้า ที่ศึกษาผลของการบริโภคเครื่องดื่มรสหวานที่ใช้น้ำตาล และที่ใช้ NNS กับความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 diabetes mellitus) โดย Greenwood และคณะ¹⁸ ได้รวบรวมผลของการศึกษาแบบไปข้างหน้าจำนวน 11 บทความที่ศึกษาในการศึกษาแบบเหตุไปหาผลจำนวน 9 การศึกษา พบว่าการบริโภคเครื่องดื่มรสหวานที่ใช้น้ำตาล เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน (ความเสี่ยงสัมพัทธ์สรุป (summary RR)=1.20/330 มล./วัน (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.12-1.29)) แต่อาจมีผลจากดัชนีมวลกาย

ร่วมด้วย ส่วนเครื่องดื่มรสหวานที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลแบบสังเคราะห์ มีความเสี่ยงสัมพัทธ์ 1.13/330 มล./วัน (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.02-1.25) แต่ผลการศึกษามีความหลากหลาย ความสัมพันธ์นี้จึงยังไม่ชัดเจน และอาจเกิดจากการเป็นเหตุผลแบบย้อนกลับหรือปัจจัยกวนอื่น

ในปี ค.ศ. 2015 Imamura และคณะ รายงานการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์อภิมาน¹⁹ ผลการศึกษาจากการศึกษาจากเหตุไปผลแบบไปข้างหน้าจำนวน 17 การศึกษา พบว่าการบริโภคเครื่องดื่มรสหวานที่ใช้น้ำตาลในปริมาณมาก สัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยความเสี่ยงดังกล่าวเพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 18 ต่อหน่วยบริโภคต่อวัน (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ ร้อยละ 9-28) และ หลังจากปรับปัจจัยกวนจากความอ้วน (adjust for adiposity) แล้วทำให้ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวถูกปรับลดลงเหลือร้อยละ 13 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ ร้อยละ 6-21)

ส่วนเครื่องดื่มรสหวานที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลแบบสังเคราะห์ สัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยความเสี่ยงเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 25 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ ร้อยละ 18-33) และ ร้อยละ 8 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ ร้อยละ 2-15) ส่วนน้ำตาลไม้ ความเสี่ยงเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากลดลงร้อยละ 1 ถึงเพิ่มขึ้นร้อยละ 11) และ ร้อยละ 7 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ ร้อยละ 1-14) ก่อน และ หลังการปรับปัจจัยกวน ตามลำดับ โดยผลการศึกษาในส่วนสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ยังอาจมีปัจจัยกวนและอคติคงเหลืออยู่ แต่ถึงกระนั้นผลการวิเคราะห์นี้แสดงว่า เครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลและน้ำตาลไม้ ไม่น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพเพื่อการป้องกันโรคเบาหวานชนิดที่ 2

นอกจากการวิเคราะห์แบบอภิมานแล้ว มีการศึกษาแบบไปข้างหน้าที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก และมีการติดตามผลเป็นระยะเวลานานที่น่าสนใจ ได้แก่ การศึกษาในกลุ่ม Health Professionals Follow-up study (อาสาสมัครเพศชายจำนวน 40,389 คน)²⁰ ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาล และเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล กับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากการติดตามผลเป็นเวลา 20 ปี พบว่า กลุ่มที่มีบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาลปริมาณมากที่สุด (ในช่วงคอวเฮอร์แรก) มีความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานมากกว่ากลุ่มที่บริโภคปริมาณน้อยที่สุด (ในช่วงคอวเฮอร์สุดท้าย) 1.25 เท่า (Hazard ratio, HR) (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.11-1.39) และ 1.24 เท่าภายหลังจากการ

ปรับปัจจัยกวน (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.09-1.40) ส่วนในกลุ่มที่บริโภคเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานหลังปรับปัจจัยอายุแล้วคิดเป็น 1.91 เท่า (age-adjusted HR; ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.72-2.11) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์พหุตัวแปร (HR 1.09; ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 0.98-1.21) ซึ่งแสดงว่า ความสัมพันธ์นี้ส่วนใหญ่อธิบายได้ด้วยสภาวะสุขภาพ การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวก่อนเข้าการศึกษา โภชนาการ และดัชนีมวลกาย

ในการศึกษาแบบไปข้างหน้าในอาสาสมัครหญิงจำนวน 61,440 คน ใน E3N-European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study²¹ พบว่าผู้ที่บริโภค NNS ในรูปแบบของหรือเม็ด เป็นประจำ หรือเกือบประจำ มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มากกว่าผู้ที่ไม่เคยบริโภคเลย หรือบริโภคน้อยมาก โดยมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 1.83 เท่า (HR, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.66-2.02) และ ความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อปรับควบคุมค่าดัชนีมวลกายคิดเป็น 1.33 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.20-1.47) สำหรับผู้ที่บริโภค NNS เป็นเวลานานกว่า 10 ปี ก็มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานมากกว่าผู้ที่ไม่ได้บริโภคเช่นกัน (HR 2.10, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.83-2.40; และ HR 1.15, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.00-1.33 เมื่อปรับควบคุมค่าดัชนีมวลกาย) ซึ่งแสดงว่าการบริโภค NNS เป็นประจำ และเป็นเวลานานมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน ซึ่งความสัมพันธ์นี้บางส่วนเกิดจากภาวะไขมันสูง (adiposity) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอให้ควรระมัดระวังการส่งเสริมการใช้ NNS แทนน้ำตาลเพื่อสุขภาพ

ผลจากการศึกษา Northern Manhattan Study ซึ่งติดตามกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2,019 คนที่ตรวจไม่พบโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือดเมื่อเริ่มการศึกษา พบว่าผู้ที่ดื่มน้ำอัดลมที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นประจำทุกวัน มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะทางหลอดเลือด (vascular events) สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ดื่ม (HR = 1.43, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.06-1.94) หลังจากควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจเป็นปัจจัยกวน เช่น ดัชนีมวลกาย ปริมาณอาหารที่บริโภคต่อวัน เป็นต้น²² และมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานสูงขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์นี้มีดัชนีมวลกายเป็นปัจจัยกวนที่สำคัญ แต่ยังคงมีนัยสำคัญโดยเฉพาะในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน เมื่อเปรียบเทียบผู้ที่บริโภคเป็นประจำทุกวัน กับผู้ที่ดื่มน้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน (HR = 1.63, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.04 - 2.55)²³ ดังนั้นการทดแทนเครื่องดื่มผสมน้ำตาล

ด้วยเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลอาจไม่สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดเบาหวานได้

หลักฐานเหล่านี้แสดงถึงความเป็นไปได้ที่การบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลอาจสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเหล่านี้ได้ สารเหล่านี้จึงอาจไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากการบริโภคน้ำตาล และควรต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

2.3. ผลต่อสมอง และระบบประสาท

เนื่องจากการบริโภคน้ำตาลสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มอาการเมตาบอลิกซึ่งสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (stroke) และโรคสมองเสื่อม (dementia) จึงมีผู้สนใจศึกษาผลของการบริโภคน้ำตาลและสารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่อโรคทางระบบประสาทดังกล่าว ซึ่งใช้เวลานานในการดำเนินโรคเช่นเดียวกันกับโรคหัวใจและหลอดเลือด และเป็นโรคที่มีอุบัติการณ์ค่อนข้างน้อย จึงต้องอาศัยการศึกษาแบบไปข้างหน้าขนาดใหญ่ที่มีอาสาสมัครจำนวนมากเช่นกัน ตัวอย่างการศึกษา ได้แก่ การศึกษาโดย Bernstein และคณะ²⁴ ซึ่งศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครในการศึกษา The Nurses' Health Study และ Health Professionals Follow-Up Study รายงานว่า การบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาล หรือ สารให้ความหวานแทนน้ำตาล เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิด stroke ภายในระยะเวลา 28 ปีของการศึกษาในผู้หญิงจำนวน 84,085 คน และ 22 ปีของการศึกษาในผู้ชายจำนวน 43,371 คน โดยมีความเสี่ยงสัมพัทธ์รวม (pooled RR) ของการเกิด stroke ทั้งหมด เป็น 1.16 เท่าต่อ 1 หน่วยการบริโภคของเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาลต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มดังกล่าวเลย (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.00-1.34) และ เป็น 1.16 เท่าต่อ 1 หน่วยการบริโภคกับกลุ่มที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มเหล่านั้นเลย (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.05-1.28) โดยที่ความสัมพันธ์นี้ไม่ขึ้นกับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่เป็นที่ทราบกันดี รวมทั้งดัชนีมวลกาย และปริมาณพลังงานที่บริโภค

การศึกษาแบบเหตุไปหาผลแบบไปข้างหน้าใน Framingham heart study offspring cohort²⁵ ซึ่งทำการศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 2,888 คนที่มีอายุมากกว่า 45 ปี และ 1,484 คนที่มีอายุมากกว่า 60 ปี พบว่าผู้ที่รายงานว่าดื่มน้ำอัดลมที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นประจำ มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตัน (ischemic stroke) โรคสมองเสื่อม และโรคอัลไซเมอร์ส (Alzheimer's disease) มากกว่าผู้ที่ไม่ได้ดื่ม โดยมีอัตราส่วนความเสี่ยงอันตรายเป็น 2.96 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ

1.26–6.97) สำหรับโรคหลอดเลือดสมองตีบตัน และ 2.89 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.18–7.07) สำหรับโรคอัลไซเมอร์ส แต่ไม่พบความสัมพันธ์สำหรับเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาลกับโรคหลอดเลือดสมองหรือโรคสมองเสื่อม

ทั้งนี้ หลักฐานจากงานวิจัยเหล่านี้ยังไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ในแง่เหตุและผลได้อย่างชัดเจน เนื่องจากอาจมีปัจจัยกวนที่ไม่ได้ควบคุม และความสัมพันธ์อาจเป็นลักษณะเหตุผลย้อนกลับ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

2.4. ผลต่อการตั้งครรภ์ และสุขภาพของบุตร

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำได้รับการรับรองให้ใช้ได้ ในหญิงตั้งครรภ์ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบว่า การบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลอาจส่งผลกระทบต่อการตั้งครรภ์ได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาแบบเหตุไปหาผลแบบไปข้างหน้า ในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 59,334 คนใน Danish National Birth Cohort (1996–2002) ซึ่งพบว่าผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มที่ใช้ NNS เท่ากับหรือมากกว่า 1 หน่วยบริโภคต่อวัน และเท่ากับหรือมากกว่า 4 หน่วยบริโภคต่อวัน มีความเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนดมากกว่าผู้ที่ไม่ได้ดื่ม คิดเป็น 1.38 เท่า (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.15–1.65) และ 1.78 เท่า (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.19–2.66) ตามลำดับ ทั้งในผู้ที่น้ำหนักปกติ และผู้ที่น้ำหนักเกิน แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวกับเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาล²⁶

นอกจากนี้ การศึกษาแบบเหตุไปหาผลแบบไปข้างหน้า ในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 60,761 คนใน The Norwegian Mother and Child Cohort Study พบว่าเมื่อมีการบริโภคในปริมาณมากกว่า 1 หน่วยบริโภคต่อวัน หญิงตั้งครรภ์ที่ดื่มเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำมีความเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนดมากกว่าผู้ที่ไม่ได้ดื่ม คิดเป็น 1.11 เท่า (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.00 - 1.24) และความเสี่ยงดังกล่าวสำหรับผู้ที่ไม่ได้ดื่มเครื่องดื่มที่ใช้น้ำตาล คิดเป็น 1.25 เท่า (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.08 - 1.45)²⁷

มีการศึกษาที่พบว่า การที่หญิงตั้งครรภ์บริโภคเครื่องดื่มที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ อาจส่งผลถึงการเจริญเติบโต และดัชนีมวลกายของบุตร ซึ่งเป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากโรคอ้วนในเด็กเริ่มเป็นปัญหามากขึ้นทั่วโลก และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเด็กในระยะยาว จากการศึกษาในคูมารดาและบุตรจำนวน 3,033 คู่ใน Canadian Healthy Infant Longitudinal Development (CHILD) Study พบว่าการบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำเป็นประจำทุกวัน สัมพันธ์กับภาวะน้ำหนักเกินของบุตรเมื่ออายุ 1 ปี (อัตราส่วนที่ปรับแล้วเป็น 2.19; ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 1.23–3.88)

หลังจากควบคุมปัจจัยเกี่ยวกับดัชนีมวลกายของมารดา คุณภาพของอาหาร ปริมาณพลังงานที่ได้รับ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วนอื่น ๆ

ในแง่นี้ มีหลักฐานจากการศึกษาในหนูทดลองที่พบว่า เมื่อหนูได้รับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลระหว่างตั้งครรภ์ ลูกหนูมักชอบอาหารหวาน มีน้ำหนักตัวเพิ่มหลังคลอด และมีภาวะดื้ออินซูลินมากขึ้น²⁸ และมีการศึกษาแบบเหตุไปหาผลในคูมารดาและบุตรจำนวน 918 คู่ ที่มารดาเป็นเบาหวานระหว่างตั้งครรภ์ใน Danish National Birth Cohort ซึ่งพบว่า การที่หญิงตั้งครรภ์บริโภคเครื่องดื่มที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำเป็นประจำทุกวัน มีความสัมพันธ์กับดัชนีมวลกายที่สูงขึ้นของบุตร และเพิ่มความเสี่ยงต่อการมีน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนเมื่อบุตรอายุ 7 ปี อีกทั้งยังพบว่า การทดแทนเครื่องดื่มผสมน้ำตาลด้วยเครื่องดื่มที่ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ ไม่ช่วยลดความเสี่ยงของภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนของบุตร แต่การทดแทนด้วยน้ำดื่มสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่ลดลง²⁹

ทั้งนี้ รายงานการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีอยู่ไม่มาก และด้วยข้อจำกัดของรูปแบบการศึกษาที่เป็นแบบสังเกตการณ์ จึงไม่อาจสรุปความเป็นเหตุและผลได้อย่างแน่ชัด ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลของมารดาในระหว่างตั้งครรภ์ต่อสุขภาพครรภ์และสุขภาพของบุตรในระยะยาวต่อไป

2.5. ผลต่อความชอบรสหวาน (sweet preference) และการเลือกอาหาร

ระบบประสาทของมนุษย์มีวิวัฒนาการให้ตอบสนองต่อรสหวานโดยเกิดความพึงพอใจ เนื่องจากรสหวานเป็นตัวบ่งชี้ว่าอาหารนั้นมีพลังงานสูง ซึ่งเป็นการต้องการของมนุษย์ในยุคที่อาหารเป็นสิ่งที่หายาก การชอบรสหวานจึงเป็นธรรมชาติของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ซึ่งมีการศึกษาพบว่า เด็กชอบอาหารที่มีรสหวานมากกว่า และไม่ชอบรสขมมากกว่าผู้ใหญ่อย่างชัดเจน และหากเด็กไม่ได้สัมผัสรสชาติของอาหารที่ดีต่อสุขภาพ เช่น ผัก ผลไม้ เป็นต้น ซึ่งมีรสชาติอ่อนและอาจมีรสขม ตั้งแต่ยังเล็ก อาจนำไปสู่การพัฒนานิสัยการเลือกบริโภคอาหารที่ไม่เอื้อต่อสุขภาพที่ดีต่อไป และอาจทำให้ลดการบริโภคน้ำตาลได้ยาก^{30,31} ดังนั้นข้อกังวลหนึ่งในการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลคือ สารเหล่านี้มักให้รสหวานจัด อาจทำให้ผู้บริโภคติดรสหวาน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ไม่สามารถลดปริมาณน้ำตาลที่บริโภคได้

แต่จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Appleton และคณะ ในปี ค.ศ. 2018³⁰ เพื่อตอบคำถามวิจัยว่าการบริโภคอาหารรสหวาน ส่งผลต่อความชอบรสหวาน และการเลือกรับประทานอาหารอย่างไร พบว่ามีรายงานการวิจัยไม่มากนักที่ศึกษาในเรื่องนี้ รูปแบบ

การศึกษามีความแตกต่างกัน และผลการศึกษาก็ไม่สอดคล้องกัน โดยมีการศึกษาพบว่าในระยะสั้น หลังการบริโภคอาหารรสหวาน มักจะทำให้มีความต้องการรับประทานอาหารหวานลดลง แต่มีการศึกษาน้อยมากที่ติดตามผลในระยะยาว และได้ผลที่ได้ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถามนี้ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยทางคลินิกที่มีจำนวนตัวอย่างมากพอ

3. สมมติฐานที่อธิบายความสัมพันธ์ของการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ กับผลต่อสุขภาพร่างกาย

ในขณะที่หลักฐานจากงานวิจัยหลายการศึกษาพบว่า การบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การเกิดกลุ่มอาการเมตาบอลิซึม เบาหวาน และโรคหัวใจและหลอดเลือด ความสัมพันธ์ที่พบในการศึกษาเหล่านี้อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งอาจเกิดขึ้นพร้อมกันก็ได้

เนื่องจากการพบความสัมพันธ์ในการศึกษาแบบสังเกตการณ์ ไม่ได้บ่งบอกถึงการเป็นสาเหตุและผล ดังนั้นความสัมพันธ์ที่พบอาจอธิบายได้ด้วยข้อจำกัดของรูปแบบการศึกษา บัณฑิตยงาน หรืออาจเกิดจากผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำต่อกลไกการทำงานทางชีวภาพ ของร่างกายจริง หรืออาจเป็นผลรวมของหลายสาเหตุก็ได้ ข้อสันนิษฐานหลักที่อธิบายความสัมพันธ์นี้ ได้แก่

3.1. เกิดจากการที่ผู้บริโภคใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ แต่ไม่ได้ลดปริมาณพลังงานรวมที่บริโภคต่อวัน โดยบริโภคอาหารที่ให้พลังงานสูงเป็นการชดเชย และอาจชดเชยมากเกินไป ทำให้ปริมาณแคลอรีรวมที่ได้รับกลับมากขึ้น เช่น คิดว่าดื่มเครื่องดื่มแบบไดเอทแล้ว จึงรับประทานขนมเค้กก้อนใหญ่เพิ่มได้ เป็นต้น จึงทำให้ผู้บริโภคที่เลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำอาจมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้

3.2. เกิดจากความเป็นเหตุผลแบบย้อนกลับ (reverse causation) นั่นคือ ผู้ที่เลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ เป็นกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเมตาบอลิซึมเหล่านี้มากกว่าผู้ที่ไม่ใช่ เช่น เป็นผู้ที่มีน้ำหนักเกิน หรืออ้วน เป็นต้น จึงทำให้เห็นความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการศึกษาแบบสังเกตการณ์อย่างหนึ่ง ที่ทำให้ไม่สามารถระบุได้อย่างแน่ชัดว่า การบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก หรือความเสี่ยงต่อการเกิดโรค จึงต้องอาศัยการศึกษาแบบทดลองเพิ่มเติม ซึ่งก็ทำได้ยาก และไม่สามารถวัดผลการเกิดโรคโดยตรงในระยะเวลายาวมาก ๆ ได้

3.3. เกิดจากผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ ต่อกระบวนการทางชีวภาพที่มีผลต่อการควบคุมการใช้พลังงาน และสมดุลของกลูโคสในร่างกาย⁷ ได้แก่

3.3.1. เนื่องจาก NNS ไปรบกวนกลไกการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learned responses) ในการควบคุมสมดุลของการใช้กลูโคสและพลังงาน: โดยปกติการรับรู้รสหวานจะสัมพันธ์กับการได้รับพลังงาน และชักนำให้เกิดการตอบสนองของร่างกายแบบอัตโนมัติที่จะเตรียมระบบทางเดินอาหารสำหรับการย่อยและดูดซึมอาหาร และลดการบริโภคอาหารลงเมื่อได้รับพลังงานแล้ว การทดลองในหนูแสดงให้เห็นว่าเมื่อหนูได้รับ NNS การตอบสนองนี้จะถูกรบกวน ทำให้หนูมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น สะสมไขมันมากขึ้น ลดการชดเชยเมื่อได้รับพลังงานก่อนมื้ออาหาร และมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) เมื่อได้รับน้ำตาลในมื้ออาหารหรือใน glucose tolerance test แม้จะยังไม่มีการศึกษาในมนุษย์ แต่มนุษย์ก็มีการตอบสนองต่อน้ำตาลในลักษณะคล้ายกันนี้ จึงมีความเป็นไปได้ที่กลไกนี้อาจเกิดขึ้นในมนุษย์ได้เช่นกัน ซึ่งหากการตอบสนองที่เหมาะสมนี้ถูกรบกวน อาจทำให้มีการบริโภคอาหารเพิ่มขึ้น อันสามารถนำไปสู่ภาวะอ้วนได้³²

3.3.2. สารให้ความหวานแทนน้ำตาลไปจับกับตัวรับรสหวาน (sweet taste receptor) ที่อยู่ในอวัยวะอื่น ๆ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการดูดซึมของกลูโคส และการหลั่งของอินซูลิน: มีการค้นพบว่าในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินอาหารที่ไม่ได้เป็นอวัยวะรับรส เช่น ในลำไส้ เป็นต้น มีตัวรับรสหวานอยู่ การศึกษาในหนูและในเซลล์มนุษย์ พบว่า ตัวรับรสหวานเหล่านี้ทำหน้าที่ตรวจจับน้ำตาลในทางเดินอาหาร ควบคุมการหลั่งอินครีติน (incretin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นเบต้าเซลล์ในตับอ่อนให้หลั่งอินซูลิน ลดความอยากอาหาร และควบคุมการดูดซึมน้ำตาลจากลำไส้ โดยการควบคุม Sodium-dependent glucose transporter isoform 1 (SGLT1) และการส่งกลูโคสผ่าน glucose transporter 2 (GLUT2) ของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ นอกจากนั้น การกระตุ้นตัวรับรสหวานในเซลล์ enteroendocrine และเบต้าเซลล์ ส่งผลให้เกิดการหลั่งอินครีตินและอินซูลิน ตามลำดับ ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ที่สารให้ความหวานแทนน้ำตาลอาจสามารถจับกับตัวรับรสหวานเหล่านี้ และกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองของฮอร์โมนต่าง ๆ ได้⁷ แต่ก็มีการศึกษาที่พบว่าสารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่างชนิดกัน อาจส่งผลต่อการกระตุ้นตัวรับรสหวานและการหลั่งฮอร์โมนที่แตกต่างกัน และผลต่อการหลั่งฮอร์โมนอาจไม่ได้เกิดจากการกระตุ้นตัวรับรสหวานเท่านั้น³³

มีรายงานการศึกษาในมนุษย์ ที่แสดงว่าการบริโภค NNS อาจส่งผลต่อการควบคุมระดับกลูโคส (glucose homeostasis) แต่ผลการศึกษาที่มีในปัจจุบันให้ผลที่แตกต่างกัน เช่น มีการศึกษาพบว่า การบริโภคน้ำอัดลมแบบไดเอท หรือ ซูคราโลส ทันทีก่อนได้รับกลูโคส จะเพิ่มการหลั่ง GLP1 ในเด็กที่สุขภาพดี และในผู้ใหญ่ที่น้ำหนักเกินหรืออ้วน และเพิ่มระดับความเข้มข้นสูงสุด

ของกลูโคสในเลือด (peak plasma glucose concentration) และการหลังอินซูลินในผู้ที่มีโรคอ้วน แต่บางการศึกษาก็ไม่พบผลดังกล่าว⁷ ทั้งนี้ผลที่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีความแตกต่างกัน หรือ อาจเกิดจากสาเหตุอื่น จึงยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

3.4. เกิดจากการรบกวนสมดุลของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร (gut microbiota)

เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารมีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกายมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงของชนิดปริมาณ และสัดส่วนของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหาร จึงสามารถส่งผลถึงเมตาบอลิซึมของมนุษย์ได้ การทดลองในหนูแสดงให้เห็นว่าการบริโภค NNS ส่งผลต่อกระเพาะปัสสาวะกลุ่มจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร^{34,35} โดยพบว่าหนูที่ได้รับ แซ็กคาริน ซูคราโลส หรือแอสปาร์แตม เป็นเวลา 11 สัปดาห์ จะมีระดับน้ำตาลในเลือดหลังได้รับกลูโคสสูงกว่าหนูที่ไม่ได้รับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำ โดยผลนี้จะหายไปถ้าหนูได้รับยาปฏิชีวนะ ซึ่งแสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารอาจเป็นต้นเหตุของผลดังกล่าว และการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถถูกถ่ายทอดไปยังหนูที่ปลอดเชื้อ (germ free mice) ได้โดยการถ่ายทอดจุลินทรีย์ในอุจจาระของหนูที่ได้รับแซ็กคาริน³⁴ นอกจากนี้การศึกษาในมนุษย์ก็พบความแตกต่างของเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารบางกลุ่ม ในผู้ที่บริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นประจำเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้บริโภค และการทดลองเบื้องต้นในอาสาสมัครจำนวน 7 คนที่ได้รับแซ็กคารินในปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน เป็นเวลา 7 วัน พบว่าในอาสาสมัครจำนวน 4 คน มีการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดสอดคล้องกับผลการทดลองในหนู และการถ่ายทอดเชื้อจากอุจจาระของอาสาสมัครที่มีการตอบสนองนี้ ก็สามารถชักนำให้เกิด glucose intolerance ในหนูปลอดเชื้อได้เช่นกัน³⁴ การทดลองนี้เป็นหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงบทบาทของการเปลี่ยนแปลงเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ในการทำให้เกิด glucose intolerance เมื่อได้รับแซ็กคารินได้ แต่ยังคงเป็นการศึกษาเบื้องต้น และยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลการศึกษานี้ต่อไป

สำหรับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดอื่น ยังมีการศึกษาไม่มากนัก โดยมีการศึกษาในหนูทดลอง พบว่าการบริโภคอะซีซัลแฟม โฟสเฟอซีมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นในหนูเพศผู้ แต่ไม่เพิ่มขึ้นในเพศเมีย³⁶ และในอีกการศึกษาหนึ่งพบว่า การบริโภคซูคราโลสเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลง

สัดส่วนของเชื้อบางกลุ่มในทางเดินอาหาร และมีการเปลี่ยนแปลงของเมตาบอลิซึมของคอเลสเตอรอล แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงนี้ในหนูที่ได้รับอะซีซัลแฟม โฟสเฟอซีม³⁷

เนื่องจากกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารมีความสำคัญต่อสรีรวิทยาของมนุษย์เป็นอย่างมาก การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจึงเป็นที่น่าสนใจ หลักฐานการศึกษาที่มีในปัจจุบันชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ที่สารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดต่าง ๆ อาจส่งผลต่อเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ ซึ่งอาจเป็นกลไกหนึ่งซึ่งส่งผลต่อเมตาบอลิซึมและสุขภาพของร่างกาย แต่ยังเป็นเพียงหลักฐานเบื้องต้น เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในหนูทดลอง ซึ่งอาจมีความแตกต่างจากมนุษย์ นอกจากนั้นสารให้ความหวานแต่ละชนิดก็อาจให้ผลที่แตกต่างกัน เพราะมีคุณสมบัติทางเคมี และเมตาบอลิซึมที่แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม และเป็นที่น่าสนใจติดตามผลการศึกษาด้านนี้ต่อไป

4. สารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับสุขภาพช่องปาก

ตามที่ทราบกันดีว่า การบริโภคอาหารหวานเป็นประจำเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ เนื่องจากแบคทีเรียที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุสามารถนำน้ำตาลไปใช้ในการสร้างพลังงาน และปล่อยผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติก นอกจากนั้นแบคทีเรียเหล่านี้สามารถสร้างกลูแคนจากน้ำตาลซูโครส ซึ่งนำไปสู่การสร้างคราบจุลินทรีย์หรือไบโอฟิล์มที่แนบติดผิวฟัน กรดที่ถูกสร้างจากแบคทีเรียจะสะสมอยู่ในคราบจุลินทรีย์ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดภายในคราบจุลินทรีย์ ซึ่งส่งผลให้แบคทีเรียก่อโรคฟันผุซึ่งทนกรดได้ดีเติบโตมากขึ้น ในขณะที่แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ก่อโรคไม่สามารถคงอยู่ได้ในสภาวะที่เป็นกรดมากเช่นนั้น ส่งผลให้สัดส่วนของเชื้อในคราบจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ส่งเสริมการเกิดโรคฟันผุ นอกจากนี้ การเจริญของจุลินทรีย์ในรูปแบบไบโอฟิล์มยังเป็นเกราะป้องกันน้ำลายไม่ให้เข้าไปปรับสมดุลความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ ทำให้ผิวฟันสัมผัสกับกรดซึ่งสะสมอยู่ในคราบจุลินทรีย์ตลอดเวลา เกิดการเสียสมดุลระหว่างการสลายแร่ธาตุและการคืนกลับแร่ธาตุของผิวฟันบริเวณนั้น นำไปสู่การเกิดฟันผุได้ในที่สุด

การเกิดกรดเป็นผลพลอยได้จากการที่แบคทีเรียในช่องปากนำน้ำตาลไปใช้เพื่อสร้างพลังงานให้มีชีวิตอยู่ได้ แบคทีเรียที่ถูกศึกษามากที่สุดคือแบคทีเรียในกลุ่มมิวแทนส์ สเตรปโตคอคคัส (mutans streptococci) โดยเฉพาะ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) เนื่องจากเป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีข้อมูลชัดเจนมานานว่า สัมพันธ์กับการเกิดฟันผุ โดยเฉพาะในเด็กเล็ก

มีหลายงานวิจัยที่ศึกษากลไก รวมถึงผลของการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีต่อเชื้อนี้ ดังนี้

4.1. ผลของน้ำตาลแอลกอฮอล์

4.1.1. ไซลิทอล (xylitol) เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ได้รับการศึกษาอย่างมาก การศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า ไซลิทอลเข้าสู่เซลล์ของสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ได้โดยผ่านระบบหลักของการขนส่งน้ำตาลซึ่งได้แก่ระบบฟอสโฟอินอลไพรูเวท ฟอสโฟทรานส์เฟอร์เรส (phosphoenolpyruvate phosphotransferase (PEP-PTS)) แล้วเปลี่ยนเป็นไซลิทอล-5-ฟอสเฟต (xylitol-5-phosphate) ไปยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) ทำให้น้ำตาลนี้ไม่ถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน และไม่เกิดการปล่อยผลิตภัณฑ์ซึ่งรวมถึงกรดแลคติก (lactic acid) ออกมาด้วย หลังจากนั้นไซลิทอลจะถูกขับออกจากเซลล์ซึ่งกระบวนการนี้ต้องใช้พลังงาน แต่เชื้อนี้ไม่สามารถใช้ไซลิทอลได้ จึงขาดแคลนพลังงาน ซึ่งทำให้เชื้อหยุดการเจริญเติบโต ดังนั้น การนำไซลิทอลมาใช้ทดแทนน้ำตาลทรายจึงให้ผลดีทั้งในแง่การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อและลดการผลิตกรดด้วย³⁸ เมื่อกรดไม่ถูกผลิตขึ้น ความเป็นกรดต่ำในคราบจุลินทรีย์จะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าปกติที่เป็นกลาง ส่งผลให้เชื้อที่เติบโตในคราบจุลินทรีย์เป็นเชื้อกลุ่มที่ไม่ก่อโรคฟันผุ³⁹

มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ไซลิทอลลดการยึดเกาะของเชื้อกลุ่มมิวแทนส์ สเตรปโตคอคไค และสเตรปโตคอคไคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่มิวแทนส์ สเตรปโตคอคไค (non-mutans streptococci) บนพื้นผิวกระจก และการลดลงนี้ไม่ได้สัมพันธ์กับการยับยั้งการเจริญของเชื้อด้วย⁴⁰ นอกจากนี้ มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า การบริโภคไซลิทอลเป็นประจำของมารดา มีความสัมพันธ์กับการลดการส่งผ่านมิวแทนส์ สเตรปโตคอคไคจากมารดาไปสู่บุตรได้ด้วย⁴¹

อนึ่ง มีการศึกษาที่พบเชื้อกลุ่มมิวแทนส์ สเตรปโตคอคไคที่ดื้อต่อไซลิทอล (xylitol-resistant mutans streptococci) ในคนที่บริโภคไซลิทอลเป็นประจำ และมีรายงานว่าเชื้อกลุ่มที่ดื้อต่อไซลิทอลมักจะมีความสามารถในการก่อโรคฟันผุได้น้อยกว่าปกติ⁴² อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทางคลินิกทั้งหมดนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน เนื่องจากมีอีกหลายการศึกษาที่ให้ผลตรงข้ามกัน และเป็นการยากที่จะนำผลการศึกษาเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกัน เนื่องจากสถานะที่ใช้ในการศึกษาในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน⁴³

จากผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณสมบัติของไซลิทอลที่เชื่อไม่สามารถนำไปใช้สร้างพลังงานได้ ซึ่งส่งผลที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อและลดการผลิตกรด และยังลดการสร้างพอลิแซ็ก

คาไรตันนอกเซลล์ (extracellular polysaccharides) นั้น ทำให้ไซลิทอลถูกจัดเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในกลุ่มที่ทั้งไม่ก่อให้เกิดฟันผุ และป้องกันฟันผุได้ด้วย เมื่อบริโภคในปริมาณและความถี่ที่เหมาะสม แต่ยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลทางคลินิก

4.1.2. อิริทริทอล (erythritol) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์อีกชนิดที่ได้รับความสนใจมากขึ้น มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นว่า อิริทริทอลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต และการยึดเกาะบนพื้นผิวเรียบของเชื้อมิวแทนส์ สเตรปโตคอคไค และสเตรปโตคอคไคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่มิวแทนส์ สเตรปโตคอคไคได้ โดยการยึดเกาะที่ลดลงมีแนวโน้มที่จะเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการเจริญของเชื้อ แต่ไม่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังพบว่า อิริทริทอลยับยั้งการผลิตกรด การสร้างคราบจุลินทรีย์ และการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของน้ำตาล (sugar metabolism) ของเชื้อ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ เช่น กลูโคซิลทรานส์เฟอร์เรส (glucosyltransferase) และ ฟรุคโตซิลทรานส์เฟอร์เรส (fructosyltransferase) เป็นต้น โดยพบว่าเมื่อความเข้มข้นมากขึ้น (มากกว่าร้อยละ 4) ประสิทธิภาพการยับยั้งจะมากขึ้นด้วย^{40,44-46}

มีรายงานการศึกษาบางเรื่องที่แสดงให้เห็นว่า อิริทริทอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคฟันผุได้ดีกว่าไซลิทอล ซึ่งอาจเป็นเพราะอิริทริทอลมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าไซลิทอล ทำให้แทรกซึมเข้าไปในคราบจุลินทรีย์ได้เร็วกว่า และเข้าไปได้ลึกกว่า⁴⁶ แต่บางการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สารทั้งสองตัวนี้มีประสิทธิภาพไม่ต่างกัน^{40,44}

จากการศึกษาผลของไซลิทอล และอิริทริทอลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์สายพันธุ์ต่าง ๆ มีข้อน่าสังเกตว่า น้ำตาลแอลกอฮอล์ทั้งสองน่าจะมกลไกการยับยั้งการเจริญของเชื้อแตกต่างกัน โดยไซลิทอลจะยับยั้งตลอดช่วงการเจริญเติบโตของเชื้อ ในขณะที่อิริทริทอลยับยั้งช่วงท้ายของการเจริญเติบโต⁴⁷ จากการศึกษาในเด็กวัยร่นพบว่า ในกลุ่มเด็กที่ได้รับลูกอมร่วมกับยาสีฟันผสมไซลิทอล และในกลุ่มเด็กที่ได้รับแบบเดียวกันแต่ผสมอิริทริทอลในปริมาณ 7 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 6 เดือน มีปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ในน้ำลาย และในคราบจุลินทรีย์ รวมถึงปริมาณคราบจุลินทรีย์ลดลงจากตอนเริ่มการศึกษา⁴⁷

มีการศึกษาในเด็กประถม ซึ่งจัดแบ่งเด็กเป็น 3 กลุ่ม แล้วให้ลูกอมผสมไซลิทอล อิริทริทอล และ ซอร์บิทอล (sorbitol) ในปริมาณ 7.5 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 200 วัน ร่วมกับการให้ความรู้เรื่องการทำความสะอาดช่องปากและอาหาร และให้แปรงสีฟัน

และยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ด้วย โดยมีการตรวจฟันในตอนเริ่มต้น และทุกปีเป็นเวลา 3 ปี พบว่าตลอด 3 ปี เด็กกลุ่มที่ได้รับอิทธิพล มีฟันที่ผุใหม่หรือผุกลุกลามน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับซอร์บิทอลอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งไปกว่านั้น กลุ่มที่ได้รับอิทธิพล มีระยะเวลาก่อนการเกิด หรือการลุกลามของโรคฟันผุ นานกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำตาลแอลกอฮอล์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ⁴⁸ นอกจากนี้พบว่า หลังการบริโภคเป็นเวลา 3 ปี ปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ในน้ำลาย และในคราบจุลินทรีย์ รวมถึงปริมาณคราบจุลินทรีย์ และระดับของกรดอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรไพโอนิก (propionic acid) และกรดแลคติก (lactic acid) ในกลุ่มที่ได้รับอิทธิพลลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโซลิทอล และซอร์บิทอล⁴⁹ และหลังจากครบ 3 ปี เมื่อตรวจเชื้อในน้ำลายของอาสาสมัคร พบว่าองค์ประกอบของเชื้อในน้ำลายจากอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับโซลิทอล และกลุ่มที่ได้รับซอร์บิทอลมีความคล้ายกัน แต่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอิทธิพล ซึ่งในกลุ่มที่ได้รับอิทธิพลนี้ เชื้อส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเวลโลเนลลา (*Veillonella* spp.), สเตรปโตคอคคัส (*Streptococcus* spp.) และฟิวแซแบคทีเรีย (*Fusobacterium* spp.)⁴⁶

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่า อิทธิพลและโซลิทอลมีประสิทธิภาพที่คล้ายกัน และในบางการศึกษาแสดงถึงประสิทธิภาพของอิทธิพลที่เหนือกว่าโซลิทอล ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคฟันผุ ลดการสร้างกรด ลดการแสดงออกของยีนกลูโคซิลทรานส์เฟอเรส และฟรุคโตซิลทรานส์เฟอเรส และลดการยึดเกาะของเชื้อ ทำให้ได้ข้อสรุปว่าอิทธิพลไม่ก่อให้เกิดฟันผุ และน่าจะป้องกันการเกิดโรคได้ด้วย^{44,46} อย่างไรก็ตาม ยังต้องมียุทธศาสตร์การศึกษาในทางคลินิกมาสนับสนุนคำกล่าวนี้

4.1.3. ซอร์บิทอล (sorbitol) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์อีกชนิดที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย จากรายงานการศึกษาในห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลอง พบว่าเชื้อในช่องปากรวมถึงเชื้อก่อโรคฟันผุ เช่น มิวแทนส์ สเตรปโตคอคคัส และ แลคโตแบซิลไล (*Lactobacilli*) สามารถนำน้ำตาลซอร์บิทอลไปใช้และเกิดการสร้างกรดขึ้น แต่ปริมาณและอัตราการผลิตกรดจากซอร์บิทอลต่ำกว่าน้ำตาลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นประจำ เช่น กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส เป็นต้น

เมื่อซอร์บิทอลถูกย่อยสลายผ่านกระบวนการไกลโคไลซิสจนได้ไพรูเวท ซึ่งต่อมาถูกเปลี่ยนเป็น ฟอเมท (formate) อะซิเตท (acetate) และเอทานอล (ethanol) ผ่านไพรูเวท-ฟอเมท ไลเอส (pyruvate-formate lyase, PFL) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดในภาวะปราศจากออกซิเจน (anaerobic condition) อันเป็นภาวะในคราบจุลินทรีย์ กระบวนการนี้ช้ากว่าการผ่านแลคเตท ดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase) ที่ใช้ในการย่อยสลายกลูโคส และ

ซูโครส จึงเป็นเหตุผลที่อัตราการเกิดกรดจากการย่อยสลายซอร์บิทอลช้ากว่ากลูโคส และซูโครส^{50,51} ดังนั้นซอร์บิทอลจึงจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่เพื่อนำไปสร้างกรดได้น้อย (hypoacidogenic sugar alcohol)^{50,52,53}

มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนว่า ซอร์บิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่เพื่อนำไปสร้างกรดได้น้อย โดย Durso และคณะ รายงานการศึกษาที่ทดสอบผลของซูโครส กลูโคส ซอร์บิทอล และซูคราโลส กับการสร้างไบโอฟิล์มของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ซึ่งพบว่าเชื้อที่เลี้ยงในซอร์บิทอลเป็นเวลา 72 และ 96 ชั่วโมง มีมวลชีวภาพ (biomass) ของไบโอฟิล์ม สูงกว่าเชื้อที่เลี้ยงในกลูโคส หรือซูคราโลสอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ยังน้อยกว่าเชื้อที่เลี้ยงในซูโครสอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งค่าความเป็นกรดต่างลดต่ำกว่าค่ากรดต่างวิกฤตของเคลือบฟันตั้งแต่ 24 ชั่วโมงแรกในระดับเดียวกับซูโครส และกลูโคส แต่เมื่อวัดความลึกของรอยโรค (lesion depth) ในชิ้นเคลือบฟันที่แช่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารทั้งสี่เป็นเวลา 7 วัน พบว่าชิ้นเคลือบฟันที่แช่ในซอร์บิทอลมีรอยโรคลึกใกล้เคียงกับที่แช่ในกลูโคส แต่น้อยกว่าที่แช่ในซูโครสอย่างมีนัยสำคัญ⁵⁴

มีการศึกษาผลของการเคี้ยวหมากฝรั่ง เปรียบเทียบระหว่างหมากฝรั่งที่มีส่วนผสมของ 70 % โซลิทอล, 35 % โซลิทอล + 35 % ซอร์บิทอล, 17.5 % โซลิทอล + 52.5 % ซอร์บิทอล และ 70 % ซอร์บิทอล ต่อปริมาณเชื้อ มิวแทนส์ สเตรปโตคอคคัสในน้ำลาย โดยให้อาสาสมัครเคี้ยวหมากฝรั่งแบบต่าง ๆ ครั้งละ 5 นาที 12 ครั้งต่อวันเป็นเวลา 25 วัน พบว่า กลุ่มที่เคี้ยวหมากฝรั่งผสม 70 % ซอร์บิทอล มีปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรปโตคอคคัสในน้ำลายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับตอนเริ่มการทดลอง ในขณะที่กลุ่มอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างของเชื้อระหว่างก่อนและหลังการทดลอง อีกทั้งการศึกษานี้ พบว่า เมื่อให้บ้วนปากด้วยซอร์บิทอล อาสาสมัครที่เคี้ยวหมากฝรั่งผสม 70 % ซอร์บิทอลจนครบ 25 วันแล้ว มีค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ลดลง ในขณะที่อาสาสมัครในกลุ่มอื่น ๆ มีค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อนำผลต่างของค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ ระหว่างก่อนและหลังบ้วนซอร์บิทอลในกลุ่มต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่เคี้ยวหมากฝรั่งผสม 70 % โซลิทอล กับกลุ่มที่เคี้ยวหมากฝรั่งผสม 70 % ซอร์บิทอล ซึ่งเป็นไปได้ว่าเชื้อในคราบจุลินทรีย์มีการปรับตัวให้ใช้ซอร์บิทอลได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างในทางคลินิกโดยภาพรังสีในทุกกลุ่มการทดลอง⁵⁵

นอกจากนี้ มีการศึกษาในอาสาสมัครเพื่อดูการปรับตัวของเชื้อในคราบจุลินทรีย์กับซูโครส ซอร์บิทอล โซลิทอล และมอลทิทอล (maltitol) โดยมีการวัดค่าความเป็นกรดต่างในคราบ

จุลินทรีย์ ก่อนและหลังได้รับลูกอมที่มีส่วนผสมของน้ำตาลที่ใช้ในการทดสอบ เป็นเวลา 14 วัน ซึ่งพบว่าคราบจุลินทรีย์ของอาสาสมัครที่ได้รับลูกอมซูโครส และซอร์บิทอล มีค่าความเป็นกรดต่างลดลงภายหลัง 14 วัน และแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับไซลิทอล หรือมอลทิทอลอย่างมีนัยสำคัญ⁵⁶

มีการศึกษาที่เปรียบเทียบอาสาสมัครที่มีน้ำลายปกติกับกลุ่มที่มีน้ำลายน้อย โดยให้บ้วนปากด้วยสารละลาย 10 % ซอร์บิทอลเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วทำการวัดค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ ซึ่งพบว่ามีค่าความเป็นกรดต่างลดลงในทั้งสองกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มอาสาสมัครที่มีน้ำลายน้อยซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดฟันผุได้ง่าย และเป็นกลุ่มที่มักจะบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นประจำ ซึ่งจากผลการทดลองทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าหากเชื้อสัมผัสกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ในระยะเวลาหนึ่ง เชื้ออาจมีการปรับตัวให้สามารถใช้สารเหล่านี้บางชนิดได้ดีขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตกรดได้ ผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะว่าควรพิจารณาอย่างรอบคอบในการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลโดยเฉพาะกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง ซึ่งมักได้รับคำแนะนำให้บริโภคสารเหล่านี้เป็นประจำ⁵⁷ จากการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวถึงนี้ บ่งชี้ว่าซอร์บิทอลจัดเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีศักยภาพที่จะทำให้เกิดฟันผุได้บ้างเล็กน้อย⁵⁸

4.2. ผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกลุ่มที่ทำให้ความหวานจัด

4.2.1. หน้าหวาน หรือสตีเวีย (stevia) ในรูปแบบที่ถูกนำมาใช้ในการบริโภค 2 ชนิด ได้แก่ สตีวิโอไซด์ (Stevioside) และรีบาดีโอไซด์ เอ (Rebaudioside A) มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่นำสารสกัดหยาบจากใบหน้าหวานมาทดสอบฤทธิ์การฆ่าเชื้อกลุ่มสเตรปโตคอคคัส และแลคโตแบซิล พบว่า สารสกัดหยาบที่ได้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อที่ทดสอบทั้งหมดในระดับที่แตกต่างกัน⁵⁹

มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อวัดความสามารถในการก่อฟันผุของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีส่วนผสมของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหลายชนิด รวมถึงหน้าหวาน โดยใช้โมเดลไบโอฟิล์มบนชิ้นเคลือบฟันพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของหน้าหวานลดความเป็นกรดต่างของไบโอฟิล์มเพียงเล็กน้อย และต่างจากซูโครสที่ลดลงอย่างมากมีนัยสำคัญ และพบว่าปริมาณเชื้อที่มีชีวิตในไบโอฟิล์มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับซูโครส ถึงแม้ว่ามวลชีวภาพของไบโอฟิล์มจะไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้การสร้างพอลิแซ็กคาไรด์นอกเซลล์ที่ไม่ละลายน้ำ (water-insoluble extracellular polysaccharide) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างไบโอฟิล์ม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับซูโครส⁶⁰

จากการศึกษาในหนูทดลองโดยใส่เชื้อสเตรปโตคอคคัส ซอบรินัส (*Streptococcus sobrinus*) ในช่องปาก แล้วให้อาหารที่เติมซูโครส สตีวิโอไซด์ หรือ รีบาดีโอไซด์ เอ เปรียบเทียบกับการให้อาหารที่ไม่เติมสารเหล่านั้นเลย พบว่า มีเพียงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เติมซูโครสเท่านั้น ที่มีปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัส ซอบรินัส มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และพบฟันผุเฉพาะในกลุ่มที่ได้รับซูโครสเท่านั้น⁶¹

จากการศึกษาของ Brambilla และคณะ ที่ทำในห้องปฏิบัติการโดยการเลี้ยงเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของสารสกัดสตีวิโอไซด์ รีบาดีโอไซด์ เอ หรือซูโครส ในปริมาณร้อยละ 1 พบว่า เชื้อในอาหารทั้งสามชนิดสามารถสร้างไบโอฟิล์มได้ แต่ปริมาณไบโอฟิล์มของเชื้อที่เลี้ยงในอาหารที่มีซูโครสมีปริมาณมากกว่าสารอื่นอย่างมีนัยสำคัญ คณะผู้วิจัยนี้ ในทำการศึกษาในอาสาสมัครด้วย โดยให้อาสาสมัครบ้วนปากเป็นเวลา 1 นาทีด้วยสารสกัดสตีวิโอไซด์ หรือ รีบาดีโอไซด์ เอ เปรียบเทียบกับซูโครส แล้ววัดค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ ณ เวลาที่ 5, 10, 15, 30, 45 และ 60 นาทีหลังบ้วนปาก ซึ่งพบว่ามีเพียงกลุ่มที่บ้วนปากด้วยซูโครสเท่านั้น ที่มีค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ลดต่ำลงกว่าค่าความเป็นกรดต่างวิกฤตของผิวเคลือบฟันในช่วง 10-15 นาทีหลังบ้วน⁶²

จากการศึกษาเท่าที่มีในปัจจุบัน สรุปได้ว่า หน้าหวานจัดเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ แต่ก็ยังต้องการการศึกษาในทางคลินิกเพื่อสนับสนุนข้อสรุปนี้⁶³

4.2.2. สารให้ความหวานแทนน้ำตาลสังเคราะห์มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยทำการทดสอบผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกลุ่มที่ทำให้ความหวานจัด ซึ่งได้แก่ แอสปาร์แตม แซ็กคาริน อะซีซัลเฟม โฟแทสเซียม และซัคคาไมด์ต่อการเจริญและเมตาบอลิซึมของเชื้อจากคราบจุลินทรีย์ และเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ โดยพบว่าเชื้อจากคราบจุลินทรีย์ที่นำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแอสปาร์แตมที่มีความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณเชื้อน้อยกว่าเชื้อที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบฤทธิ์ฆ่าเชื้อโดยวิธีเวลล์ ดิฟฟิวชัน (well diffusion assay) ต่อเชื้อจากคราบจุลินทรีย์ พบว่า แอสปาร์แตมสามารถฆ่าเชื้อได้ดีที่สุดใน 4 กลุ่มทดลอง แต่เมื่อใช้เชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ กลับพบว่าแอสปาร์แตมมีประสิทธิผลการฆ่าเชื้อเป็นอันดับสองรองจากแซ็กคาริน แต่ผลในการสร้างกรดกลับตรงกันข้าม ซึ่งผู้วิจัยได้วิจารณ์ว่าควรมีการทดลองเพิ่มเติมต่อไป⁶⁴

ในการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อวัดความสามารถในการก่อฟันผุของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการ

การศึกษาที่ได้กล่าวถึงในเรื่องหญ้าหวาน พบว่าแอสปาร์แตมลดค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ลงได้ต่ำกว่าค่าความเป็นกรดต่างวิกฤตของเคลือบฟันภายใน 32 ชั่วโมงเช่นเดียวกับซูโครส แต่ที่ 104 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดต่างเมื่อมีซูโครสจะลดลงมากที่สุดตามด้วยฟรุคโตส และแอสปาร์แตม ทั้งนี้ไม่พบการละลายแร่ธาตุในผิวเคลือบฟันจากการเติมแอสปาร์แตม เมื่อเทียบกับซูโครส นอกจากนี้ แอสปาร์แตมยังลดการสร้างพอลิแซ็กคาไรด์นอกเซลล์ที่ไม่ละลายน้ำเมื่อเทียบกับซูโครสอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม แอสปาร์แตมไม่ลดมวลชีวภาพของไบโอฟิล์ม ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าผลิตภัณฑ์นี้มีองค์ประกอบของน้ำตาลแลคโตสที่อาจจะมีผลต่อการสร้างไบโอฟิล์มได้อยู่ด้วย⁶⁰

มีการศึกษาผลของแอสปาร์แตมต่อปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ และการเกิดฟันผุในหนูทดลอง โดยหนูทดลองได้รับเชื้อ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ และได้รับอาหารที่ผสมแอสปาร์แตมอย่างเดียว แอสปาร์แตมร่วมกับซูโครส หรือซูโครสอย่างเดียวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อและฟันผุ ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมแอสปาร์แตมอย่างเดียวมีปริมาณเชื้อน้อยมาก และไม่พบฟันผุ และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมแอสปาร์แตมร่วมกับซูโครส มีฟันผุน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมซูโครสอย่างเดียว แต่ทั้งสองกลุ่มมีปริมาณเชื้อไม่แตกต่างกัน⁶⁵ และผู้วิจัยกลุ่มนี้ทำการทดลองเช่นเดียวกันโดยใช้เชื้อสเตรปโตคอคคัส ซอบรินัส เมื่อวัดผลที่สัปดาห์ที่ 6 และ 12 พบว่าได้ผลในลักษณะเดียวกันทั้งในแง่ปริมาณเชื้อ และการเกิดฟันผุ⁶⁶

จากการศึกษาที่มีในปัจจุบัน สรุปได้ว่าแอสปาร์แตมจัดเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ แต่ยังต้องการการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการ และในทางคลินิกเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน สำหรับซูคราโลสนั้น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการเดียวกับที่ศึกษาซอร์บิทอล เพื่อวัดผลของซูโครส กลูโคส ซอร์บิทอล และซูคราโลส ต่อการสร้างไบโอฟิล์มของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ พบว่าเมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีซูคราโลส มวลชีวภาพของไบโอฟิล์มน้อย และไม่เพิ่มขึ้นเลยตลอดการทดสอบเป็นเวลา 96 ชั่วโมง และค่าความเป็นกรดต่างของคราบจุลินทรีย์ที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีซูคราโลส มีค่าประมาณ 7 ตลอด 96 ชั่วโมงของการทดสอบ นอกจากนี้ ยังพบว่าความลึกของรอยโรคในชั้นเคลือบฟันน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นจากการศึกษานี้ ผู้วิจัยสรุปว่าการใช้ซูคราโลสนำไปสู่การเกิดคราบจุลินทรีย์ที่มีอันตรายต่อการเกิดฟันผุลดลง⁶⁴ นอกจากนี้ มีการศึกษาในหนูทดลองที่มีน้ำลายน้อย โดยให้อาหารที่ผสมซูโครส ฟรุคโตส ซอร์บิทอล แอสปาร์แตม ซูคราโลส หรือน้ำเปล่า พบว่าหนูที่

ได้รับอาหารผสมซูคราโลสไม่มีฟันผุนิวฟันที่เรียบเลย และพบปริมาณฟันผุในหลุมร่องฟันเท่ากับที่เกิดในกลุ่มที่ได้รับน้ำเปล่า⁶⁷ มีรายงานการศึกษาในอาสาสมัครที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง โดยให้อาสาสมัครบ้วนสารทดสอบ 5 ชนิด ซึ่งได้แก่ชาไม่หวาน ชาผสมซูคราโลส ชาผสมซูคราโลส และมอลโตเด็กซ์ทริน ชาผสมซูคราโลส มอลโตเด็กซ์ทรินและเด็กซ์โตรส และชาผสมซูโครส เป็นเวลา 1 นาที พบว่าค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ในอาสาสมัครที่บ้วนชาผสมซูคราโลสอยู่ในระดับกลางตั้งแต่ต้นจนครบ 60 นาทีที่วัด เช่นเดียวกับในอาสาสมัครที่บ้วนด้วยชาไม่หวาน ในขณะที่กลุ่มอื่น มีค่าความเป็นกรดต่างลดต่ำลงในช่วง 5 นาทีแรกแล้วค่อย ๆ กลับคืนสู่ค่าเป็นกลาง⁶⁸ ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าซูคราโลสจัดเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ แต่ยังต้องการการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการ และในทางคลินิกเพิ่มเติม

สำหรับแซ็กคาริน ในการศึกษาที่วัดความสามารถในการก่อฟันผุของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าแซ็กคารินทำให้ค่าความเป็นกรดต่างในคราบจุลินทรีย์ลดลงได้ แต่น้อยกว่าซูโครส นอกจากนี้ยังพบว่ามวลชีวภาพของคราบจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ได้รับแซ็กคารินน้อยกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับน้ำเกลือซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และยังพบว่าปริมาณเชื้อที่มีชีวิตในคราบจุลินทรีย์และปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์นอกเซลล์ที่ไม่ละลายน้ำในกลุ่มที่ได้แซ็กคารินน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับซูโครสอย่างมีนัยสำคัญ⁶⁰ การศึกษาในหนูทดลองโดยการใส่เชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ สองสายพันธุ์ในช่องปาก และให้อาหารที่มีส่วนผสมของแซ็กคาริน หรือแอสปาร์แตม เปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่ผสมสารเหล่านี้ พบว่าหนูที่ได้รับอาหารผสมแซ็กคารินมีปริมาณเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ที่แยกได้จากช่องปากน้อยที่สุดในช่วง 14 วันแรก แต่หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม นอกจากนี้พบว่าหนูที่ได้รับอาหารผสมแซ็กคารินมีคาร์บอนของฟันผุน้อยกว่าอีกสองกลุ่มด้วย⁶⁹ นอกจากนี้มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า แซ็กคารินสามารถยับยั้งการผลิตรกรดจากซูโครสของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อเทียบกับอะซีซัลเฟม โพแทสเซียม และซัคคาไมด์⁷⁰ และมีรายงานว่า แซ็กคารินสามารถยับยั้งการนำกลูโคสไปใช้ของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ โดยขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้กลูโคส ซึ่งส่งผลต่อการเจริญของเชื้อ และการผลิตรกรดด้วย⁷¹ ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงว่าแซ็กคารินจัดเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งในห้องปฏิบัติการ และในทางคลินิก

สำหรับอะซีลเฟม โพลีแซคคาไรด์ มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกลุ่มนี้ ให้ความหวานจัด ซึ่งได้แก่ แอสปาร์แตม แซ็กคาริน อะซีลเฟม โพลีแซคคาไรด์ และซัคคาราเมต ต่อการเจริญ และเมตาบอลิซึมของเชื้อ ในคราบจุลินทรีย์ และเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ พบว่าอะซีลเฟม โพลีแซคคาไรด์ ไม่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อ⁶⁴ การศึกษาเกี่ยวกับ อะซีลเฟม โพลีแซคคาไรด์ ต่อเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ หรือ เชื้อก่อโรคฟันผุอื่น ๆ รวมถึงต่อการเกิดฟันผุมีจำกัด และส่วนใหญ่ เป็นการศึกษามากกว่า 30 ปีที่แล้ว ซึ่งได้ข้อสรุปว่า อะซีลเฟม โพลีแซคคาไรด์ จัดเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ไม่ก่อให้เกิด ฟันผุ อย่างไรก็ตาม ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

โดยสรุป การศึกษาเกี่ยวกับสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในกลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์มีทั้งชนิดที่ทำให้เชื้อ สร้างกรดได้เล็กน้อย (hypoacidogenic sugar alcohol) ซึ่งได้แก่ ซอร์บิทอล และชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ (non-cariogenic sugar alcohol) ซึ่งได้แก่ ไซลิทอล และอิริทริทอล โดยไซลิทอลได้รับการศึกษามากที่สุด มีผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไซลิทอลสามารถ ป้องกันฟันผุได้ (anticariogenic) ทั้งในห้องปฏิบัติการและในคลินิก แต่ก็มีหลายงานวิจัยที่ให้ผลแตกต่างกัน จึงยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ ในการสนับสนุนให้ใช้ไซลิทอลแทนการใช้ฟลูออไรด์ในการป้องกันฟัน ผุ แต่แนะนำให้ใช้ไซลิทอลร่วมกับวิธีการป้องกันฟันผุวิธีอื่นได้ สำหรับการ ศึกษาเกี่ยวกับอิริทริทอล แสดงให้เห็นว่า อิริทริทอลมีแนวโน้ม ที่จะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าไซลิทอล แต่ก็ยังต้องการการศึกษา ในทางคลินิกเพิ่มเติม สำหรับสารให้ความหวานแทนน้ำตาลกลุ่มนี้ ให้ความหวานจัดนั้น จากการศึกษาที่มีแสดงให้เห็นว่า สารเหล่านี้ ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ แต่ไม่มีหลักฐานชัดเจนในเรื่องการป้องกันฟันผุ

สรุป

ในปัจจุบัน มีการบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาล อย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปแบบของสารทดแทนน้ำตาล และที่ผสมในอาหารและเครื่องดื่ม มีสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหลายชนิดที่ได้รับการรับรองจาก องค์การของรัฐบาล มีความปลอดภัยที่จะบริโภคได้ในปริมาณที่ไม่ เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดต่อวัน และอาจมีประโยชน์ในการช่วย ควบคุมน้ำหนักเมื่อใช้แทนการบริโภคน้ำตาลและไม่มีการบริโภค ชดเชย ช่วยให้สามารถลดปริมาณพลังงานที่บริโภคประจำวันได้

แต่ทั้งนี้ การบริโภคสารเหล่านี้เป็นประจำ อาจมีผลต่อ ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในระยะยาว โดยมีหลักฐานจากการวิจัย ในสัตว์ทดลอง และการศึกษาในมนุษย์แบบสังเกตการณ์หลายการ

ศึกษา รวมทั้งการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และการ วิเคราะห์หือภิมานที่แสดงให้เห็นว่า การบริโภคสารให้ความหวาน แทนน้ำตาลที่ไม่ให้พลังงานเป็นประจำในระยะยาว อาจมีความ สัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักหรือดัชนีมวลกาย และการเพิ่มความ เสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคหลอดเลือด สมอง และโรคสมองเสื่อมได้ ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้ยังไม่ สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลได้ เนื่องจากข้อจำกัดของรูปแบบการศึกษา แต่มีหลักฐานว่า สารเหล่านี้สามารถมีผลต่อกระบวนการทางชีวภาพต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร

ในขณะที่มีการส่งเสริมการขายอาหารและเครื่องดื่มที่ ผสมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลว่า เป็น “อาหารเพื่อสุขภาพ” ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเข้าใจว่า การบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มเหล่านี้ จะส่งผลดีต่อสุขภาพ และช่วยลดผลเสียต่อสุขภาพที่เกิดจากการ บริโภคน้ำตาลได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการให้คำแนะนำแก่ผู้บริโภค ในการเลือกบริโภคสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นประจำใน ระยะยาว เพื่อการควบคุมน้ำหนัก และลดความเสี่ยงของการเกิด โรคต่าง ๆ เหล่านี้ นั่น จึงควรคำนึงถึงความเป็นไปได้ของผลเสียต่อ สุขภาพด้วย โดยควรสนับสนุนให้ผู้บริโภคทดแทนเครื่องดื่มผสม น้ำตาลด้วยน้ำดื่มที่ไม่ได้ปรุงรสหวานมากกว่า

อนึ่ง ต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาถึงผลของการบริโภค สารให้ความหวานแทนน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ในระยะยาวต่อสุขภาพ การเลือกบริโภคอาหาร และกลไกในการทำให้เกิดผลเหล่านั้น ซึ่ง เป็นที่น่าติดตามต่อไป ส่วนผลต่อสุขภาพช่องปาก สารให้ความ หวานแทนน้ำตาลส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ และมีหลักฐาน สนับสนุนประสิทธิภาพของการใช้ไซลิทอลในการลดหรือป้องกัน การเกิดฟันผุได้ รวมทั้งเริ่มมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของอิริทริทอล แต่ยังคงแนะนำให้ใช้ร่วมกับวิธีอื่น ๆ เช่น ฟลูออไรด์ การทำความสะอาดโดยการแปรงฟันและใช้ไหมขัดฟันที่ถูกวิธี เพื่อกำจัดการ บจุลินทรีย์ไม่ให้สะสม ซึ่งยังคงเป็นสิ่งที่ควรทำเป็นประจำสม่ำเสมอ และควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้สารเหล่านี้ ในการลดการก่อโรค หรือป้องกันการเกิดฟันผุในกลุ่มประชากร ต่าง ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณการสนับสนุนจากเครือข่ายเด็กไทยไม่ กินหวาน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ และ ทพญ.ปิยะดา ประเสริฐสม สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และขอขอบคุณ รศ.ทพญ.ดร. วรานุช บิดิพัฒน์

สาขาวิชาพันธุกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พญ.ช่อทิพย์ นาดสุภา พัฒนาศรี อายุรแพทย์โรคต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม รพ.บำรุงราษฎร์ และ รศ.พญ.ดร.นลินี จงวิริยะพันธุ์ สาขาวิชาโภชนวิทยา ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับคำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการจัดเตรียมบทความนี้

Funding Resource: เครือข่ายเด็กไทยไม่กินหวาน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

เอกสารอ้างอิง

1. Gardner C, Wylie-Rosett J, Gidding SS, Steffen LM, Johnson RK, Reader D, *et al.* Nonnutritive sweeteners: Current use and health perspectives: A scientific statement from the american heart association and the american diabetes association. *Circulation* 2012;126(4):509-19.
2. Nettleton JE, Reimer RA, Shearer J. Reshaping the gut microbiota: Impact of low-calorie sweeteners and the link to insulin resistance? *Physiol Behav* 2016;164(Pt B):488-93.
3. Sylvestsky AC, Gardner AL, Bauman V, Blau JE, Garraffo HM, Walter PJ, *et al.* Nonnutritive sweeteners in breast milk. *J Toxicol Environ Health A* 2015;78(16):1029-32.
4. Fowler SPG. Low-calorie sweetener use and energy balance: Results from experimental studies in animals, and large-scale prospective studies in humans. *Physiol Behav* 2016;164(Pt B):517-23.
5. Millen BE, Abrams S, Adams-Campbell L, Anderson CA, Brenna JT, Campbell WW, *et al.* The 2015 dietary guidelines advisory committee scientific report: Development and major conclusions. *Adv Nutr* 2016;7(3):438-44.
6. Johnson RK, Lichtenstein AH, Anderson CAM, Carson JA, Despres JP, Hu FB, *et al.* Low-calorie sweetened beverages and cardiometabolic health: A science advisory from the american heart association. *Circulation* 2018;138(9):e126-e40.
7. Pepino MY. Metabolic effects of non-nutritive sweeteners. *Physiol Behav* 2015;152(Pt B):450-5.
8. Bouter KE, van Raalte DH, Groen AK, Nieuwdorp M. Role of the gut microbiome in the pathogenesis of obesity and obesity-related metabolic dysfunction. *Gastroenterology* 2017;152(7):1671-8.
9. Jonsson AL, Backhed F. Role of gut microbiota in atherosclerosis. *Nat Rev Cardiol* 2017;14(2):79-87.
10. Additional information about high-intensity sweeteners permitted for use in food in the united states [Internet]. United States Food and Drug Administration; 2018 [updated 2018 August 2; cited 2019 June 6]. Available from: <http://www.fda.gov/food/ingredientpackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm397725.htm>
11. Ahmed FE, Thomas DB. Assessment of the carcinogenicity of the nonnutritive sweetener cyclamate. *Crit Rev Toxicol* 1992;22(2):81-118.
12. Miller PE, Perez V. Low-calorie sweeteners and body weight and composition: A meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2014;100(3):765-77.
13. Rogers PJ, Hogenkamp PS, de Graaf C, Higgs S, Lluch A, Ness AR, *et al.* Does low-energy sweetener consumption affect energy intake and body weight? A systematic review, including meta-analyses, of the evidence from human and animal studies. *Int J Obes (Lond)* 2016;40(3):381-94.
14. Azad MB, Abou-Setta AM, Chauhan BF, Rabbani R, Lys J, Copstein L, *et al.* Nonnutritive sweeteners and cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *CMAJ* 2017;189(28):E929-E39.
15. Reid AE, Chauhan BF, Rabbani R, Lys J, Copstein L, Mann A, *et al.* Early exposure to nonnutritive sweeteners and long-term metabolic health: A systematic review. *Pediatrics* 2016;137(3):e20153603.
16. Archibald AJ, Dolinsky VW, Azad MB. Early-life exposure to non-nutritive sweeteners and the developmental origins of childhood obesity: Global evidence from human and rodent studies. *Nutrients* 2018;10:10(2).
17. Sylvestsky AC, Rother KI. Nonnutritive sweeteners in weight management and chronic disease: A review. *Obesity (Silver Spring)* 2018;26(4):635-40.
18. Greenwood DC, Threapleton DE, Evans CE, Cleghorn CL, Nykjaer C, Woodhead C, *et al.* Association between sugar-sweetened and artificially sweetened soft drinks and type 2 diabetes: Systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Br J Nutr* 2014;112(5):725-34.
19. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, *et al.* Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: Systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ* 2015;351:h3576.
20. de Koning L, Malik VS, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened and artificially sweetened beverage consumption and risk of type 2 diabetes in men. *Am J Clin Nutr* 2011;93(6):1321-7.
21. Fagherazzi G, Gusto G, Affret A, Mancini FR, Dow C, Balkau B, *et al.* Chronic consumption of artificial sweetener in packets or tablets and type 2 diabetes risk: Evidence from the e3n-european prospective investigation into cancer and nutrition study. *Ann Nutr Metab* 2017;70(1):51-8.
22. Gardener H, Rundek T, Markert M, Wright CB, Elkind MS, Sacco RL. Diet soft drink consumption is associated with an increased risk of vascular events in the northern manhattan study. *J Gen Intern Med* 2012;27(9):1120-6.

23. Gardener H, Moon YP, Rundek T, Elkind MSV, Sacco RL. Diet soda and sugar-sweetened soda consumption in relation to incident diabetes in the northern manhattan study. *Curr Dev Nutr* 2018; 2(5):nzy008.
24. Bernstein AM, de Koning L, Flint AJ, Rexrode KM, Willett WC. Soda consumption and the risk of stroke in men and women. *Am J Clin Nutr* 2012;95(5):1190-9.
25. Pase MP, Himali JJ, Beiser AS, Aparicio HJ, Satizabal CL, Vasani RS, et al. Sugar- and artificially sweetened beverages and the risks of incident stroke and dementia: A prospective cohort study. *Stroke* 2017;48(5):1139-46.
26. Halldorsson TI, Strom M, Petersen SB, Olsen SF. Intake of artificially sweetened soft drinks and risk of preterm delivery: A prospective cohort study in 59,334 danish pregnant women. *Am J Clin Nutr* 2010;92(3):626-33.
27. Englund-Ogge L, Brantsaeter AL, Haugen M, Sengpiel V, Khatibi A, Myhre R, et al. Association between intake of artificially sweetened and sugar-sweetened beverages and preterm delivery: A large prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 2012;96(3):552-9.
28. Azad MB, Sharma AK, de Souza RJ, Dolinsky VW, Becker AB, Mandhane PJ, et al. Association between artificially sweetened beverage consumption during pregnancy and infant body mass index. *JAMA Pediatr* 2016;170(7):662-70.
29. Zhu Y, Olsen SF, Mendola P, Halldorsson TI, Rawal S, Hinkle SN, et al. Maternal consumption of artificially sweetened beverages during pregnancy, and offspring growth through 7 years of age: A prospective cohort study. *Int J Epidemiol* 2017;46(5):1499-508.
30. Appleton KM, Tuorila H, Bertenshaw EJ, de Graaf C, Mela DJ. Sweet taste exposure and the subsequent acceptance and preference for sweet taste in the diet: Systematic review of the published literature. *Am J Clin Nutr* 2018;107(3):405-19.
31. Mennella JA. Ontogeny of taste preferences: Basic biology and implications for health. *Am J Clin Nutr* 2014;99(3):704S-11S.
32. Davidson TL, Sample CH, Swithers SE. An application of pavlovian principles to the problems of obesity and cognitive decline. *Neurobiol Learn Mem* 2014;108:172-84.
33. Saltiel MY, Kuhre RE, Christiansen CB, Eliassen R, Conde-Frieboes KW, Rosenkilde MM, et al. Sweet taste receptor activation in the gut is of limited importance for glucose-stimulated gip-1 and gip secretion. *Nutrients* 2017;9(4):pii:E418.
34. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature* 2014;514(7521):181-6.
35. Suez J, Korem T, Zilberman-Schapira G, Segal E, Elinav E. Non-caloric artificial sweeteners and the microbiome: Findings and challenges. *Gut Microbes* 2015;6(2):149-55.
36. Bian X, Chi L, Gao B, Tu P, Ru H, Lu K. The artificial sweetener acesulfame potassium affects the gut microbiome and body weight gain in cd-1 mice. *PLoS One* 2017;12(6):e0178426.
37. Uebanso T, Ohnishi A, Kitayama R, Yoshimoto A, Nakahashi M, Shimohata T, et al. Effects of low-dose non-caloric sweetener consumption on gut microbiota in mice. *Nutrients* 2017;9(6):pii:E560
38. Miyasawa-Hori H, Aizawa S, Takahashi N. Difference in the xylitol sensitivity of acid production among streptococcus mutans strains and the biochemical mechanism. *Oral Microbiol Immunol* 2006;21(4):201-5.
39. Nayak PA, Nayak UA, Khandelwal V. The effect of xylitol on dental caries and oral flora. *Clin Cosmet Investig Dent* 2014;6:89-94.
40. Soderling EM, Hietala-Lenkkeri AM. Xylitol and erythritol decrease adherence of polysaccharide-producing oral streptococci. *Curr Microbiol* 2010;60(1):25-9.
41. Lin HK, Fang CE, Huang MS, Cheng HC, Huang TW, Chang HT, et al. Effect of maternal use of chewing gums containing xylitol on transmission of mutans streptococci in children: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Paediatr Dent* 2016;26(1):35-44.
42. Lee SH, Choi BK, Kim YJ. The cariogenic characters of xylitol-resistant and xylitol-sensitive streptococcus mutans in biofilm formation with salivary bacteria. *Arch Oral Biol* 2012;57(6):697-703.
43. Riley P, Moore D, Ahmed F, Sharif MO, Worthington HV. Xylitol-containing products for preventing dental caries in children and adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;26(3):CD010743.
44. Park YN, Jeong SS, Zeng J, Kim SH, Hong SJ, Ohk SH, et al. Anti-cariogenic effects of erythritol on growth and adhesion of streptococcus mutans. *Food Sci Biotechnol* 2014;23(5):1587-91.
45. Saran S, Mukherjee S, Dalal J, Saxena RK. High production of erythritol from candida sorbosivorans sse-24 and its inhibitory effect on biofilm formation of streptococcus mutans. *Bioresour Technol* 2015;198:31-8.
46. de Cock P. Erythritol functional roles in oral-systemic health. *Adv Dent Res* 2018;29(1):104-9.
47. Makinen KK, Saag M, Isotupa KP, Olak J, Nommela R, Soderling E, et al. Similarity of the effects of erythritol and xylitol on some risk factors of dental caries. *Caries Res* 2005;39(3):207-15.
48. Honkala S, Runnel R, Saag M, Olak J, Nommela R, Russak S, et al. Effect of erythritol and xylitol on dental caries prevention in children. *Caries Res* 2014;48(5):482-90.
49. Runnel R, Makinen KK, Honkala S, Olak J, Makinen PL, Nommela R, et al. Effect of three-year consumption of erythritol, xylitol and sorbitol candies on various plaque and salivary caries-related variables. *J Dent* 2013;41(12):1236-44.
50. Hogg SD, Rugg-Gunn AJ. Can the oral flora adapt to sorbitol? *J Dent* 1991;19(5):263-71.
51. Takahashi-Abbe S, Abbe K, Takahashi N, Tamazawa Y, Yamada T. Inhibitory effect of sorbitol on sugar metabolism of strepto-

coccus mutans in vitro and on acid production in dental plaque *in vivo*. *Oral Microbiol Immunol* 2001;16(2):94-9.

52. Haukioja A, Soderling E, Tenovu J. Acid production from sugars and sugar alcohols by probiotic lactobacilli and bifidobacteria *in vitro*. *Caries Res* 2008;42(6):449-53.

53. Mayo JA, Ritchie JR. Acidogenic potential of “sugar-free” cough drops. *Open Dent J* 2009;3:26-30.

54. Durso SC, Vieira LM, Cruz JN, Azevedo CS, Rodrigues PH, Simionato MR. Sucrose substitutes affect the cariogenic potential of streptococcus mutans biofilms. *Caries Res* 2014;48(3):214-22.

55. Wennerholm K, Arends J, Birkhed D, Ruben J, Emilson CG, Dijkman AG. Effect of xylitol and sorbitol in chewing-gums on mutans streptococci, plaque pH and mineral loss of enamel. *Caries Res* 1994;28(1):48-54.

56. Maguire A, Rugg-Gunn AJ, Wright WG. Adaptation of dental plaque to metabolise maltitol compared with other sweeteners. *J Dent* 2000;28(1):51-9.

57. Kalfas S, Svensater G, Birkhed D, Edwardsson S. Sorbitol adaptation of dental plaque in people with low and normal salivary-secretion rates. *J Dent Res* 1990;69(2):442-6.

58. Roberts MW, Wright JT. Nonnutritive, low caloric substitutes for food sugars: Clinical implications for addressing the incidence of dental caries and overweight/obesity. *Int J Dent* 2012;2012:625701.

59. Gamboa F, Chaves M. Antimicrobial potential of extracts from stevia rebaudiana leaves against bacteria of importance in dental caries. *Acta Odontol Latinoam* 2012;25(2):171-5.

60. Giacaman RA, Campos P, Munoz-Sandoval C, Castro RJ. Cariogenic potential of commercial sweeteners in an experimental biofilm caries model on enamel. *Arch Oral Biol* 2013;58(9):1116-22.

61. Das S, Das AK, Murphy RA, Punwani IC, Nasution MP, Kinghorn

AD. Evaluation of the cariogenic potential of the intense natural sweeteners stevioside and rebaudioside a. *Caries Res* 1992;26(5):363-6.

62. Brambilla E, Cagetti MG, Ionescu A, Campus G, Lingstrom P. An *in vitro* and *in vivo* comparison of the effect of stevia rebaudiana extracts on different caries-related variables: A randomized controlled trial pilot study. *Caries Res* 2014;48(1):19-23.

63. Ferrazzano GF, Cantile T, Alcidi B, Coda M, Ingenito A, Zarrelli A, et al. Is stevia rebaudiana bertonii a non cariogenic sweetener? A review. *Molecules* 2015;26(21):E38.

64. Grenby TH, Saldanha MG. Studies of the inhibitory action of intense sweeteners on oral microorganisms relating to dental health. *Caries Res* 1986;20(1):7-16.

65. Das S, Das AK, Murphy RA, Worawongvasu R. Aspartame and dental caries in the rat. *Pediatr Dent* 1991;13(4):217-20.

66. Das S, Das AK, Murphy RA, Warty S. Cariostatic effect of aspartame in rats. *Caries Res* 1997;31(1):78-83.

67. Bowen WH, Pearson SK, Falany JL. Influence of sweetening agents in solution on dental caries in desalivated rats. *Arch Oral Biol* 1990;35(10):839-44.

68. Meyerowitz C, Syrrakou EP, Raubertas RF. Effect of sucralose—alone or bulked with maltodextrin and/or dextrose—on plaque pH in humans. *Caries Res* 1996;30(6):439-44.

69. Tanzer JM, Slee AM. Saccharin inhibits tooth decay in laboratory models. *J Am Dent Assoc* 1983;106(3):331-3.

70. Ziesenitz SC, Siebert G. Nonnutritive sweeteners as inhibitors of acid formation by oral microorganisms. *Caries Res* 1986;20(6):498-502.

71. Brown AT, Best GM. A proposed mechanism for the effects of saccharin on glucose metabolism by streptococcus mutans. *Caries Res* 1986;20(5):406-18.

Caries Status and Risk Factors in 18 – 36 -Month-Old Children Attended Well Baby Clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital

Maetawee Angkawanich¹, Siriruk Nakornchai²

¹Department of Dentistry, Bangkok Metropolitan Administration General Hospital, Bangkok

²Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok

Abstract

This research aimed to study caries status and risk factors between socioeconomic status, oral health care and dietary practices in 18-36-month-old children attended well baby clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital. Cross-sectional analytical study conducted by recording tooth status, mean debris score and enamel hypoplasia status of 320 children and interviewing their caregivers involving and socioeconomic status, oral health care and dietary practices. Chi-square and Multiple logistic regression analysis were used to analyze the data. Fifty four percent of children had dental caries. Mean dmft was 2.66 ($\pm$ 0.21) teeth and mean decay was 2.7 ($\pm$ 3.8) per child. Mean debris score 1.95 ($\pm$ 0.8) and 39.7 % of children had enamel hypoplasia. The risk factors according to Chi-square analysis were education levels and employment status of caregivers, age giving birth of mothers, media consumption of caregivers and child medical welfare, oral cleaning, type of milk, feeding pattern, types of snacks between meals, frequency of taking snacks and enamel hypoplasia. Multiple logistic regression showed that enamel hypoplasia was the most significantly associated with dental caries, followed by mean debris score.

Key words: Caries, Debris score, Risk factors, Well baby clinic

Received Date: Feb 1, 2019

Revised Date: Mar 1, 2019

Accepted Date: Jun 20, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.47

Correspondence to:

Maetawee Angkawanich Department of Dentistry, Klang Hospital, 514, Luang Rd., Pom Prap, Pomprap Sattruphai, Bangkok 10100 Thailand. Tel: and Fax: 0-2220-8000 Email: dr.maetawee.a@gmail.com

Introduction

Dental caries still remained main oral problem in Asia¹ including Thailand. The National oral health survey in Thailand had been conducted every 5 years.² The 7th National oral health survey in 2012 revealed

the improvement of oral health status both in city and rural areas contrary to Bangkok where caries in primary teeth rose in both 3 years and 5 years of age.² Forty six percents of 3-year-old-child and 82.8 % of 5-year-old-child

in Bangkok were self-brushed. About fifty one percent of 3-year-old-child and 50.2 % of 5-year-old-child still drank sweetened milk and yogurt at home despite plain milk was provided at school. Bottle fed behaviour was found up to 39.5 % and 12.9 % in 3 year-old-child and 5-year-old child respectively.² Large proportion of carious children was found in oral examination in routine Well Baby Clinic visit at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital with various characteristics including carious cavity and white lesion in 0-3 years of age which represented high caries risk.³ Enamel hypoplasia with and without carious lesions were also found in many children in the oral examination at Well Baby Clinic.

Dental caries is bacterial infection⁴ with cavity or white spot appearance.³⁻⁵ Factors involving in caries including acidogenic bacteria in dental plaque⁵⁻¹⁰ in which *Streptococcus mutans* played the major role. Children derived this bacteria from their primary caregivers mostly their mothers.¹¹ Frequency and type of fermentable carbohydrate consumption, tooth surface structure, salivary proteins, demineralization and remineralization process over period of time^{4,6,11} were found to be significantly associated with early childhood caries (ECC).^{5,12} Feeding behavior^{3,13} type of milk^{6,13-15} bottle-feeding during sleeping time^{3,15} on demand breast-fed¹⁶ sweetened beverage and between-meal snack consumption of child¹²⁻¹⁵, caregiver and child oral health care and socioeconomic status^{13,16-18,20-24} were found to be related with caries status in several studies, but yet these factors still be some controversy in various aspects. Children with enamel hypoplasia^{3,20,25} were more vulnerable to development of caries.²⁰ Surface irregularities from enamel hypoplasia promoted the colonization of mutans streptococci (MS).²⁵

It was interesting to study dental caries and related factors in early childhood stage at Well Baby Clinic according to screening accessibility with child routine health checkup and vaccination service, which provided opportunistic availability of oral health screening in early childhood stage. This research aimed to study caries status and related risk

factors in socioeconomic status, oral health care and dietary practices in 18-36-month-old children attended Well Baby Clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital.

Materials and Methods

Cross – sectional analytical study was conducted in 320 children with 18-36-month-old and their caregivers who attended Well Baby Clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital from January to September 2016. The study was approved by Bangkok Metropolitan Administration Ethical Committee according to Declaration of Helsinki, Belmont Report Guideline and ICH-GCP Guideline. Who could not cooperate with oral examination or whose caregivers did not consent were excluded from this study.

Two parts of collected data were conducted by a dentist, the researcher, who did the oral examination and a dental assistant who recorded the questionnaires. Questionnaires were created by the researcher and the content validity was read and approved by three experts, then be applied trial with 30 caregivers.²⁶ Cronbach's alpha Coefficient was 0.702.²⁷ Tooth status recording criteria was adjusted from the 7th National Oral Health Survey, Thailand 2012.² Debris was scored from all erupted teeth by simplified oral hygiene index (Greene and Vermillion, 1964).²⁸ The researcher calibrated oral examination of fifteen children at Child Center, Bangkok Metropolitan Administration General Hospital, Cohen's Kappa was 0.9. Blunt explorer and plane mouth mirror were used in oral examination in the knee-to-knee position with Light Emitting Diode torch.

The data were analysed with statistical package. Chi-square and Multiple logistic regression Analysis^{27,29} were used to asses differences in caries status among factors at a significance level of 0.05.

Results

320 participating children with 6 to 20 teeth erupted. Table 1 illustrated dental caries status, mean debris score and enamel Hypoplasia. More than half of

participants had dental caries with mean debris score 1.95 (± 0.8). More than one third of children had enamel hypoplasia, affected tooth per child was 1 tooth to 12 teeth with mean 1.63 (± 2.3).

Socioeconomic status of children and their caregivers were shown in table 2 and 3. Participating children were 168 (52.5 %) males with mean age 23.4 (± 5.5) months old and 152 (47.5 %) females with mean age 24.1 (± 6.4) months old. Both nationality and ethnicity of children mostly were Thai (90 %, 89.1 %), followed by Myanmar (23 %, 23 %), and others (2.8 %, 3.8 %) respectively. Most medical welfare was self-pay (71.6 %), followed by universal coverage (17.8 %) and government enterprise officer (10.6 %). More than half of participants (56.9 %) were first child of the family, the left were second child (32.8 %) and up from third child (10.3 %) in the sibling rank.

Caregivers were 25 (7.8 %) male with mean age

40.04 (± 3.18) years old and 295 (92.2 %) female with mean age 37.57 (± 0.71) years old. Similar to participating children, major group of nationality and ethnicity of caregivers were Thai (84.1 %, 82.5 %), followed by Myanmar (8.8 %, 7.8 %) and others (7.2 %, 9.7 %) respectively. Educational level of caregivers mainly were primary school (35.6 %), followed by secondary school (31.9 %), university (16.9 %). Only 1.6 % had education level less than primary school. More than half (54.4 %) of caregivers stayed at home taking care of children, 5.9 % were government officers or state enterprise employees, 2.8 % were business owners and the least group had agriculture as career. More than half of caregivers (58.1 %) worked less than 40 hours per week, 35 % worked more than 40 hours, and 6.9 % worked 40 hours per week. Mostly, family incomes were between 5,001- 50,000 bath per month. The least group had income 2,001- 5,000 bath per month.

Table 1 Oral health status of children

Oral health status	n (%)	Mean ($\pm$ SD)
Dental caries	174 (54.4)	dmft 2.66 ($\pm$ 3.8)
Debris	320 (100)	Debris score 1.95 ($\pm$ 0.8)
Enamel hypoplasia	133 (41.6)	Enamel hypoplasia tooth/ child 1.63 ($\pm$ 2.3)

Table 2 Demographic data of 320 children

Characteristics	Frequency (%)
Age	Male Mean ($\pm$ SD) 23.4 ($\pm$ 5.5)
	Female Mean ($\pm$ SD) 24.1 ($\pm$ 6.4)
Gender	Male 168 (52.5)
	Female 152 (47.5)
Nationality	Thai 288 (90)
	Myanmar 23 (7.2)
	Others 9 (2.8)
Ethnicity	Thai 285 (89.1)
	Myanmar 23 (7.2)
	Others 12 (3.8)
Medical welfare	Universal Coverage 57 (17.8)
	Self- pay 299 (71.6)
	Government Enterprise Officer 34 (10.6)
Sibling rank	1 182 (56.9)
	2 105 (32.8)
	$\geq$ 3 33 (10.3%)

Table 3 Characteristics of main caregivers

Characteristics			Frequency (%)
Age	Male	Mean ($\pm$ SD)	40.04 ($\pm$ 3.18)
	Female	Mean ($\pm$ SD)	37.57 ($\pm$ 0.71.)
Gender	Male		25 (7.8)
	Female		295 (92.2)
Nationality	Thai		269 (84.1)
	Myanmar		28 (8.8)
	Others		23 (7.2)
Ethnicity	Thai		264 (82.5)
	Myanmar		25 (7.8)
	Others		31 (9.7)
Marital status	Single		13 (4.1)
	Married		302 (94.4)
	Others (divorced, not informed)		5 (1.6)
Education level	< Primary school		12 (3.8)
	Primary school		114 (35.6)
	Secondary school		102 (31.9)
	University		54 (16.9)
	Others (Vocational certificate, High vocational certificate)		38 (11.9)
Career	Government official/State enterprise employee		19 (5.9)
	Shop staff		29 (9.1)
	Merchant		62 (19.4)
	Manual work		22 (6.9)
	Agriculture		5 (1.6)
	Business owner		9 (2.8)
	Other (stay at home taking care of children)		174 (54.4)
Maternal age	< 25 yrs		112 (35)
	$\geq$ 25 yrs		208 (65)
Main media watched	Traditional		208 (65)
	Internet		112 (35)
Working hour / week (hours)	< 40		186 (58.1)
	40		22 (6.9)
	> 40		112 (35)
Family income per month (Baht)	2,001 – 5,000		3 (0.9)
	5,001 – 15,000		93 (29.1)
	15,001 – 30,000		124 (38.8)
	30,001 – 50,000		64 (20)
	> 50,000		36 (11.3)

Factors significantly related to caries status in participating children were illustrated in table 4. According to original socioeconomic status categories (table 2, 3), educational level, career of caregivers, child medical

welfare were not significantly related to caries status. But results from regrouped categories (table 4) revealed that educational level (< university Versus $\geq$ University), career (government employee Versus not government

employee), child medical welfare (universal coverage, self-paid Versus government or state enterprise) were statistical significantly related to child dental caries ($p = .012$, $p = .040$, $p = .046$ respectively).

Mean debris score was considered in two dimensions based on debris covering tooth surface. Mean DS 1 was categorized into two groups ($\leq 1/3$ of tooth

surface Versus $>1/3$ of tooth surface), and mean DS 2 was categorized into two groups ($\leq 2/3$ of tooth surface Versus $> 2/3$ of tooth surface). Both dimensions of mean debris score were statistical significantly related to child dental caries ($p = .000$; $p = .000$ respectively). Enamel hypoplasia was also related to child dental caries statistical significantly ($p = .000$).

Table 4 Factors related caries status

Factors		No caries n (%)	Caries n (%)	X ²	p-value
Education level	< University	113 (35.3)	153 (47.8)	6.280	.012*
	> University	33 (10.3)	21 (6.6)		
Career (Gov. employ ¹)	Yes ²	13 (4.1)	6 (1.9)	4.231	.040*
	No ³	133 (41.6)	168 (52.5)		
Maternal age ⁴	< 25 yrs	40 (12.5)	72 (22.5)	6.822	.009**
	> 25 yrs	106 (33.1)	102 (31.9)		
Main media watched	Traditional ⁵	82 (25.6)	126 (39.3)	9.214	.002**
	Internet	64 (20)	48 (15)		
Medical welfare	Not claim ⁶	125 (39.1)	161 (50.3)	3.994	.046*
	Claimed ⁷	21 (6.6)	13 (4.1)		
Type of milk	Breast milk	31 (9.7)	58 (18.1)	7.067	.029*
	Non-flavored ⁸	51 (15.9)	43 (13.4)		
	Flavored ⁹	64 (20)	73 (22.8)		
Feeding pattern	Breast	32 (10)	58 (18.1)	6.930	.031*
	Bottle	93 (29.1)	102 (31.9)		
	Others ¹⁰	21 (6.6)	14 (4.3)		
Oral cleaning	Caregiver brush	114 (35.6)	118 (36.9)	4.197	.041*
	Others ¹¹	32 (10)	56 (17.5)		
Type of snack	Non-cariogenic ¹² >cariogenic	64 (20)	47 (14.7)	11.931	.003**
	Non-cariogenic = cariogenic	61 (19.1)	105 (32.8)		
	Cariogenic ¹³ > Non-cariogenic	21 (6.6)	22 (6.9)		
Frequency snack / 3 days	0 – 6 times	124 (38.8)	128 (40)	6.131	.013*
	> 7 times	22 (6.9)	46 (14.4)		
Mean DS 1 ¹⁴	≤ 1	42 (13.1)	5 (1.6)	42.479	.000***
	>1	104 (32.5)	169 (52.8)		
Mean DS 2 ¹⁴	≤ 2	122 (38.1)	67 (20.9)	66.653	.000***
	>2	24 (7.5)	107 (33.4)		
Enamel hypoplasia	No	122 (38.1)	71 (22.2)	60.633	.000***
	Yes	24 (7.5)	103 (32.2)		

1 = Government works; 2 = Government /State Enterprise employee; 3 = Shop, Merchant, Manual, Agriculture, Owner, not work ; 4 = Maternal age gave birth ; 5 = Radio, TV, Newspaper, Magazine ; 6 = UC, Self-paid ; 7 = Government or State Enterprise ; 8 = Cow milk formula1 / 2, Goat milk, Plain UHT ; 9 = Cow milk formula 3 /4, Soy milk, Medical milk, Yogurt, Sweet / chocolate ; 10 = Box, cup, spoon ; 11 = Self-brush, wipe, gargle, no clean ; 12 = Beans / Cheese, Fruits, Fresh / plain milk, Sausage/ Meat ball; 13 = Chocolate /Carbohydrate snacks, fruit juice, Favored milk / Yogurt, Vit C, Soft drink, Candy, Soy milk / Ice cream, Multivitamin + Ferrous, Supplementary food ; 14 = Mean Debris score

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.001$; *** $p \leq 0.0001$

The factors were analyzed with Simple logistic regression and Multiple logistic regression. Possible predictors of child dental caries status (Simple logistic regression) were shown in table 5. Children whose caregivers had educational level up from university likely to have 50 % less caries than whose caregivers had lower educational levels (OR = 0.5, 95% CI, $p = .013$). Children whose caregivers did not work as government or state enterprise employees had 2.7 times greater likelihood of caries than ones whose caregivers worked as government or state enterprise employees (OR = 2.7, 95% CI, $p = .047$). Children whose mothers gave birth at age up from 25 years old likely to have 50 % less caries than ones whose mothers gave birth less than 25 years of age (OR = 0.5, 95% CI, $p = .009$). Caregivers who mainly watched internet, their children likely to have 50 % less caries than ones whose caregivers mainly watched traditional medias (OR = 0.5, 95% CI, $p = .003$). Child with claimed medical welfare was half as likely to have caries as child with not-claimed medical welfare (OR = 0.5, 95% CI, $p = .046$).

For dietary factors, Children in breast milk group were 2.2 times as likely to have caries as children who drank non-flavored milk (OR = 2.3, 95% CI, $p = .007$), but not statistically significant between children who drank flavored-milk and children who drank non-flavored milk (OR = 1.4, 95% CI, $p = .209$). When compare to other feeding patterns (box, cup, spoon), children with breast-fed were likely to have 2.7 times greater likelihood of caries (OR = 2.7, 95% CI, $p = .015$), ones with bottle-fed although

trended to have more caries, but not statistically significant (OR = 1.6, 95% CI, $p = .183$). Children who had more non-cariogenic snack than cariogenic snack likely to have 40 % less caries than ones who ate equally non- cariogenic snack and cariogenic snack (OR = 0.4, 95% CI, $p = .001$). The result showed that children who had more cariogenic snack than non-cariogenic snack also trend to have less caries when compare to ones who ate equally non-cariogenic snack and cariogenic snack, but not statistically significant (OR = 0.6, 95% CI, $p = .150$). Children who had snacks up from seven times in three days likely to have twice greater likelihood of caries than ones who had less frequencies of snacking (OR = 2.0, 95% CI, $p = .014$).

Children whose their caregivers cleaned their child's oral cavity with other means trended to have more caries than children whose their caregivers brushed their teeth nearly statistically significant (OR = 1.6, 95 % CI, $p = .058$). Children who had mean debris score more than one third of tooth surface likely to have 13.7 times greater likelihood of caries than ones who had less debris score (OR = 13.7, 95% CI, $p < .001$). Children who had mean debris score more than two third of tooth surface likely to have 8.5 times greater likelihood of caries than ones who had less debris score (OR = 8.5, 95% CI, $p < .001$).

The result for enamel hypoplasia showed that children who had enamel hypoplasia were likely to have 51.9 times greater likelihood of caries than ones who did not have (OR = 51.9, 95% CI, $p < .001$).

Table 5 Possible predictors of child dental caries status: Simple Logistic Regression Analysis

Risk factors	n (%) child dental caries status		OR (95% CI)	P-value
	Yes (n=174)	No (n=146)		
Education level				
< University [®]	153 (87.9)	113 (77.4)	1	
≥ University	21 (12.1)	33 (22.6)	0.5 (0.3-0.9)	0.013*
total	174 (100)	146 (100)		
Career (Gov. employ)				
Yes [®]	6 (3.5)	13 (8.9)	1	
No	168 (96.6)	133 (91.1)	2.7 (1.0-7.4)	0.047*
total	174 (100.0)	146 (100.0)		

Table 5 Possible predictors of child dental caries status: Simple Logistic Regression Analysis (cont.)

Risk factors	n (%) child dental caries status		OR (95% CI)	P-value
	Yes (n=174)	No (n=146)		
Maternal age				
< 25 yrs [®]	72 (41.4)	40 (27.4)	1	
≥ 25 yrs	102 (58.6)	106 (72.6)	0.5 (0.3-0.9)	0.009*
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Main media watched				
Traditional [®]	126 (72.4)	82 (56.2)	1	
Internet	48 (27.6)	64 (43.8)	0.5 (0.3-0.8)	0.003*
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Medical welfare				
Not claim [®]	161 (92.5)	125 (85.6)	1	
Claimed	13 (7.5)	21 (14.4)	0.5 (0.2-0.9)	0.046*
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Type of milk				
Brest milk	58 (33.3)	31 (21.2)	2.3 (1.2-4.1)	0.007*
Non-flavored [®]	43 (24.7)	52 (35.6)	1	
Flavored	73 (42.0)	63 (43.2)	1.4 (0.8-2.3)	0.209
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Feeding pattern				
Breast	58 (33.3)	32 (21.9)	2.7 (1.2-6.1)	0.015*
Bottle	102 (58.6)	93 (63.7)	1.6 (0.4-1.0)	0.183
Others [®]	14 (8.1)	21 (14.4)	1	
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Oral cleaning				
Caregiver brush [®]	118 (67.8)	113 (77.4)	1	
Others	56 (32.2)	33 (22.6)	1.6 (1.0-2.7)	0.058
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Type of snack				
Non-cariogenic > cariogenic	47 (27.0)	64 (43.8)	0.4 (0.3-0.7)	0.001*
Non-cariogenic = cariogenic [®]	105 (60.3)	61 (41.8)	1	
Cariogenic > Non-cariogenic	22 (12.7)	21 (14.4)	0.6 (0.3-1.2)	0.150
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Frequency snack / 3 days				
0 – 6 times [®]	128 (73.6)	124 (84.9)	1	
≥ 7 times	46 (26.4)	22 (15.1)	2.0 (1.2-3.6)	0.014*
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Mean_ds_1				
≤ 1 [®]	5 (2.9)	42 (28.8)	1	<0.001*
>1	169 (97.1)	104 (71.2)	13.7 (5.2-35.6)	
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Mean_ds_2				
≤ 2 [®]	65 (37.4)	122 (83.6)	1	
>2	109 (62.6)	24 (16.4)	8.5 (5.0-14.6)	<0.001**
total	174 (100.0)	146 (100.0)		
Enamel hypoplasia				
No [®]	9 (7.8)	119 (81.5)	1	
Yes	106 (92.2)	27 (18.5)	51.9 (23.4-115.4)	<0.001**
total	115 (100)	146 (100)		

[®] = reference category; Mean_ds_1 = Mean Debris score

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.001$

OR, odds ratio; CI, confidence interval

The data was further analyzed with Multiple logistic regression, with either Type of milk or feeding pattern in the logistic equation. The results were illustrated in table 6-1 and table 6-2

According to result from Multiple logistic regression illustrated in table 6-1 (with milk type in the logistic equation), None of Socioeconomic status factors were significantly

associated with dental caries. For oral health care and dietary practices, predictive factor was mean debris score founded on child's tooth surface with 3.2-to 3.9-fold increases in odds. Enamel hypoplasia in child was the most significantly associated with dental caries, showing 50-fold increase in odds.

Table 6-1 Possible predictors of child dental caries status: Multiple Logistic Regression Analysis (with milk type)

Risk factors	Unadjusted			Adjusted		
	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value
Education level >University	0.5	0.3- 0.9	0.013*	0.30	0.09- 1.0	0.051
Career (Not Government /State Enterprise employee)	2.7	1.0-7.4	0.047*	4.8	0.19- 119.1	0.341
Maternal age > 25 yrs	0.5	0.3-0.9	0.009*	0.57	0.2- 1.4	0.224
Main media watched (Internet)	0.5	0.3-0.8	0.003*	0.5	0.2- 1.3	0.148
Medical welfare (Claimed)	0.5	0.2-0.9	0.046*	1.7	0.3- 10.7	0.561
Type of milk						
Brest milk compared to Non-flavored	2.3	1.2-4.1	0.007*	2.0	0.7- 6.3	0.208
Flavored compared to Non-flavored	1.4	0.8-2.3	0.209	0.7	0.3- 2.0	0.526
Oral cleaning with other means (Self-brush, wipe, gargle, no clean) compared to Caregiver brush	1.6	1.0-2.7	0.058	1.4	0.6- 3.7	0.444
Type of snack						
Non-cariogenic >cariogenic taken (compared to Non-cariogenic = cariogenic)	0.4	0.3-0.7	0.001*	1.0	0.3- 3.7	0.997
Cariogenic > Non-cariogenic taken (compared to Non-cariogenic = cariogenic)	0.6	0.3-1.2	0.150	0.7	0.2- 2.4	0.547
Frequency snack $\geq$ 7 times in 3 days	2.0	1.2-3.6	0.014*	2.4	0.8- 7.6	0.128
Mean debris score > 1/3 of tooth surface	13.7	1.09, 16.67	<0.001**	3.9	1.0, 15.0	0.046*
Mean debris score > 2/3 of tooth surface	8.5	5.0, 14.6	<0.001**	3.2	1.3, 7.8	0.012*
Tooth with enamel hypoplasia	51.9	23.4, 115.4	<0.001**	50.0	18.5, 129.4	<0.001**

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.001$

OR, odds ratio; CI, confidence interval

Table 6-2 Possible predictors of child dental caries status: Multiple Logistic Regression Analysis (with feeding pattern)

Risk factors	Unadjusted			Adjusted		
	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value
Education level $\geq$ University	0.5	0.3- 0.9	0.013*	0.3	0.1- 1.0	0.044*
Career (Not Government /State Enterprise employee)	2.7	1.0-7.4	0.047*	5.2	0.2- 136.2	0.320

Table 6-2 Possible Predictors of child dental caries status: Multiple Logistic Regression Analysis (with feeding pattern) (cont.)

Risk factors	Unadjusted			Adjusted		
	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value
Maternal age $\geq$ 25 yrs	0.5	0.3-0.9	0.009*	0.6	0.2- 1.5	0.252
Main media watched (Internet)	0.5	0.3-0.8	0.003*	0.5	0.2- 1.3	0.143
Medical welfare (Claimed)	0.5	0.2-0.9	0.046*	1.6	0.3- 9.9	0.606
Feeding pattern						
Brest-fed compared to others (Box, cup, spoon)	2.7	1.2-6.1	0.015*	3.1	0.5- 17.5	0.203
Bottle compared to others (Box, cup, spoon)	1.6	0.4-1.0	0.183	1.6	0.3- 8.4	0.589
Oral cleaning with other means (Self-brush, wipe, gargle, no clean) compared to Caregiver brush	1.6	1.0-2.7	0.058	1.3	0.5- 3.4	0.533
Type of snack						
Non-cariogenic > cariogenic taken (compared to Non-cariogenic = cariogenic)	0.4	0.3-0.7	0.001*	0.9	0.3- 3.4	0.919
Cariogenic > Non-cariogenic taken (compared to Non-cariogenic = cariogenic)	0.6	0.3-1.2	0.150	0.7	0.2- 2.3	0.515
Frequency snack $\geq$ 7 times in 3 days	2.0	1.2-3.6	0.014*	2.5	0.8- 7.8	0.115
Mean debris score > 1/3 of tooth surface	13.7	1.09, 16.67	<0.001**	4.4	1.1, 16.7	0.032*
Mean debris score > 2/3 of tooth surface	8.5	5.0, 14.6	<0.001**	3.0	1.2, 7.5	0.017*
Tooth with enamel hypoplasia	51.9	23.4, 115.4	<0.001**	45.9	17.8, 118.0	<0.001**

The result from Multiple logistic regression illustrated in table 6-2 (with feeding pattern in the logistic equation), Socioeconomic status factor significantly associated with dental caries was education level of caregivers. Caregivers with university or higher educational group were 0.3-fold more likely to have dental caries in contrast to the group with lesser educational levels. For oral health care and dietary practices, predictive factor was mean debris score founded on child's tooth surface with 3-to 4.4-fold increases in odds. Children with enamel hypoplasia were 45.9 times more likely to have dental caries than those without enamel hypoplasia.

Distribution of caries in upper and lower arch was shown in Figure 1. Most carious teeth in participating children were upper central incisors (38.1 %), followed by upper left and right lateral teeth (37.8 %, 36.6 % respectively). For posterior teeth lower right and left first molars showed higher caries prevalence than upper first molars. The least carious teeth were upper right and left second molars (2.8 % and 2.5 %).

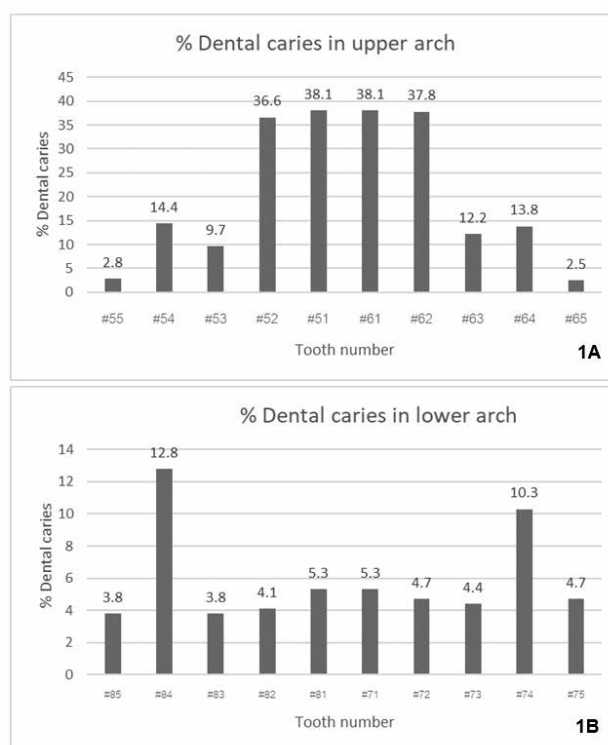


Figure 1 Distribution of dental caries in upper teeth (1A) and lower teeth (1B)

Discussion

18-36-month-old-child participated in this study attended Well Baby Clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital had high prevalence of dental caries (54.4 %). Upper incisors were the most affected teeth similar to the study of Senesombath, *et al*¹³, but the least affected area was upper second molars, differed from the same study, which were lower second molars. This difference may be according to different age group of participating children.

Prevalence of dental caries in participating children in this study was 54.4 % with dmft 2.66, nearly the same prevalence in 3-year-old child in the 8th National Oral Health Survey (2017).³⁵ This study showed that 52.8 % of children with mean debris score more than 1 had caries with statistically significant difference compared to children who had mean debris score equal to or less than 1, the result was confirmed by the caries risk-indicated level of plaque accumulation on tooth surface in the 8th National Oral Health Survey (2017)³⁵ that children with one-third or more plaque covering tooth surface were in high caries risk group.³⁵

The result showed no significant relationship between both children and caregivers Nationality and Ethnic and caries status in children, that may be according to few other Nationality and Ethnic attended in this study which unable to analyse the significant difference. But Bangkok was a big city with huge migration of population especially when ASEAN Economic Community: AEC arised. It was interesting to find out the outcome with more other Nationality and Ethnic proportion.

Socioeconomic status significantly associated with child dental caries in this study was education level of caregivers (when considering with feeding pattern), differed from the study of Jin B.H., *et al*³⁰ which found no relationship between socioeconomic status and Early Childhood caries: ECC and Severe Early Childhood caries: SECC. This study showed that family incomes was not statistically significant related to caries, while the study of Jose B. and King N.M.³¹ found that children whose caregivers had higher education level and higher incomes had lower incidence of dental caries. Gibson S. and Williams S.³² found two-fold relationship between social class and caries status in children when compared with relationship

between caries status in children and brushing data reported by their caregivers. Although the study of Sankeshwari R.M., *et al*³³ reported no relationship between social class and caries status in children, but yet found education level of mothers related with caries status in their children.

Maternal age in this study was divided to be two groups in data analysis which were less than 25 years of age and up from 25 years old, according to definition of United Nation for 'Youth' which was defined as 'person with 15 to 24 years of age'.³⁴ This study revealed that children with maternal age less than 25 years had more dental caries, this was interesting to be further study.

For the oral health care and dietary practices, this study found that children in breast milk group had more caries than children who had other types of milk. This study also revealed that children with breast fed had more caries than children with other feeding behaviours, contrary to the study of Jin B.H., *et al*³⁰ which found that children who were bottle fed with sweeten beverage had more SECC than children who bottle fed with milk, but no relationship between feeding behavior, nocturnal bottle feeding, bottle weaning age and caries status, in spite of the study of Senesombath S., *et al*¹³ which found both breast fed and bottle fed children had more caries than children who drank from cup or box. Senesombath S., *et al*¹³ also found that type of milk did not relate to caries status in studied group.

The relationship between snacking behaviours both in type of snack and frequency of snack taken with dental caries had been studied in several aspects. This study found children who had cariogenic snacks more than non-cariogenic snacks had more caries than those who had more non-cariogenic snacks. Children with up from seven times of between-meal snacking in three days had more dental caries when compared with the ones who had less frequency of between-meal snacking. This result was corresponding to the study of Senesombath S., *et al*¹³, Jose B. and King N.M.³¹, Gibson S. and Williams S.³² and Sankeshwari R.M., *et al*.³³

Children whose their teeth were brushed by their caregivers had less caries than ones with other means of oral cleaning. This corresponded with the study of Senesombath S.,

et al¹³ and the study of Jose B. and King NM.³¹ Child-tooth-brushing by child caregiver was very important according to lacking of efficiently ability in hand movement in this age group. Therefor reinforcing understanding and awareness of oral care still was relevant issue.

When considering each factor (table 4, 5), the factors statistical significantly related to caries were education level of caregivers, career of caregivers, maternal age, main media watched, medical welfare and caries status in participating children. But dental caries was multifactorial disease. The results from Multiple logistic regression (table 6) showed predictive factors of dental caries were educational level of caregiver, debris score and enamel hypoplasia. These three factors showed statistically significant association with dental caries from the analysis with Chi square, Simple logistic regression and Multiple logistic regression. Although means of oral cleaning were not statistically significant related to caries according to the result from Simple logistic regression and Multiple logistic regression analysis (0.058, 0.337 respectively), but p-value from analysis with Simple logistic regression was nearly statistically significant ($p \leq 0.05$) indicated that brushing child teeth by caregivers trended to reduce child dental caries.

According to the 8th National oral health survey in Thailand (2017)³⁵, high caries situation in 3 years of age was similar to this study and the previous survey.² Even though caries situation in 5 years of age was slightly improved, but still dental plaque found was indicated high caries risk in both age groups. Even more, the survey revealed that 3-year-old-child and 5-year-old-child were self-brushed up to 44.1 % and 80.4 % respectively. The National and local policies and strategies for dental health should emphasize and reinforce in household setting empowering caregivers to be able substantially practice in caring their own children.

There were difficulties in comparison among various studies according to different age groups of participating child. The age group of participating children might be depended on various purposes and settings of the studies. Therefore, Meta-analysis study of relationship

between risk factors and caries status in children should be further proceeded.

In summary, caries prevalence in 18-36-month-old-child attended Well Baby clinic at Bangkok Metropolitan Administration General Hospital was 54.4 % with mean dmft 2.66 (± 3.8). Socioeconomic status factors related to caries in this study were education level and career of caregivers, maternal age, main media watched, child medical welfare. Oral health care and dietary practices risk factors were main type of milk feeding, feeding pattern, child oral cleansing, type of snack taken, frequency of between-meal snacking. The most possible predictive factor of child dental caries status in this study was child enamel hypoplasia status, followed by child mean debris score and education level of caregivers respectively.

Acknowledgements

The authors would like to thank Asst.Prof. Akaphol Kaladee as statistical analysis consultant, Dr. Chantana Ungchusak as questionnaire developing consultant with special thank for Dental department, Pediatric department, Day Care Unit of Bangkok Metropolitan Administration General Hospital as supporters.

References

1. Petersen PE. Priorities for research for oral health in the 21st century - the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Health* 2005;22(2):71-4.
2. Bureau of Dental Health Ministry of Public Health. The 7th National Oral Health Survey, Thailand 2012. Bangkok: WVO Officer of Printing Mill; 2013.
3. American Academy of Pediatric dentistry. Guideline on Caries-risk Assessment and management for infants, Children, and Adolescents. *Pediatr Dent* 2016;38:150-4.
4. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J* 2008;53(3):286-91.
5. Arthur JN. The Dynamics of Change. In: Pediatric Dentistry Infancy through Adolescence. 5th ed.China: Elsevier;2013.p.178-83.
6. Featherstone JDB. The Continuum of Dental caries-Evidence for a Dynamic Disease Process. *J Dent Res* 2004;83:C39-42.
7. Corby PM., Weiler JL, Bretz WA, Hart TC, Aas JA, Boumenna T. et al. Microbial Risk Indicators of Early Childhood Caries. *J Clin Microbiol* 2005;43(11):5753-59.

8. Aas JA, Griffen AL, Dardis SR, Lee AM, Olsen I, Dewhirst FE. *et al.* Bacteria of Dental Caries in Primary and Permanent Teeth in Children and Young Adults. *J Clin Microbiol* 2008;46(4):1407-17.
9. Tanzer JM, Livingston J, Thompson AM. The Microbiology of Primary Dental Caries. *J Dent Educ* 2001;65(10):1028-37.
10. Kanasi E, Johansson I, Lu SC, Kressin NR, Nunn ME, Kent Jr R. *et al.* Microbial Risk Makers for Childhood Caries in Pediatricians' Offices *J Dent Res* 2010;89(4):378-83.
11. Tinanoff N. Association of Diet with Dental caries in Preschool children. *Dent Clin N Am* 2005;49(4):725-37.
12. Southward LH, Robertson A, Edelstein BL, Hanna H, Wells-Parker E, Baggett DH. *et al.* Oral Health of Young Children in Mississippi Delta Child Care Centers: A Second Look at Early Childhood Caries Risk Assessment. *J Public Health Dent* 2008;68(4):188-95.
13. Senesombath S, Nakornchai S, Banditsing P, Lexomboon D. Early Childhood Caries and related factors in Vientiane, Lao PDR. Southeast Asian *J Trop Med Public Health* 2010;41(3):717-25.
14. Du M, Bian Z, Guo L, Holt R, Champion J, Bedi R. Caries patterns and their relationship to infant feeding and Socio-economic status in 2-4-year-old Chinese Children. *Int Dent J* 2000;50(6):385-9.
15. Rajab LD, Hamdan MAM. Early Childhood Caries and risk factors in Jordan. *Community Dent Health* 2002;19(4):224-9.
16. Thitasomakul S, Piwat S, Thearmontree A, Chankanka O, Pithporn Chaiyakul W, Mdyusoh S. Risks for Early Childhood Caries Analyzed by Negative Binomial Models. *J Dent Res* 2009;88(2):137-41.
17. Zero D, Fontana M, Lennon AM. Clinical Application and Outcomes of Using Indicators of Risk in Caries Management. *J Dent Educ* 2001;65(10):1126-32.
18. Southward LH, Robertson A, Wells-Parker E, Eklund NP, Silberman SL, Crall JJ. *et al.* Oral Health Status of Mississippi Delta 3 – to 5 – Year – Old in Child Care: An Exploratory Study of Dental Health Status and Risk Factors for Dental Disease and Treatment Needs. *J Public Health Dent* 2006;66(2):131-7.
19. Nunn ME, Dietrich T, Singh HK, Henshaw MM, Kressin NR. Prevalence of Early Childhood Caries Among Very Young Urban Boston Children Compared with US Children. *J Public Health Dent* 2009;69(3):156-62.
20. Losso EM, Tavares MCR, da Silva JYB, Urban CA. Severe early childhood caries: an integral Approach. *J Pediatr (Rio J)* 2009; 85(4):295-300.
21. Malmivirta RAS. Early plaque accumulation –a sign of caries risk in young children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994;22:273-6.
22. Acs G, Lodolini G, Kaminsky S, Cisneros GJ. Effect of nursing caries on body weight in a pediatric population. *Pediatr Dent* 1992;14(5):302-5.
23. Filstrup SL, Briskie D, da Fonseca M, Lawrence L, Wandera A, Ingthart MR. Early Childhood Caries and Quality of Life : Child and Parent Perspectives. *Pediatr Dent* 2003;25(5):431-40.
24. Al-Shalan TA, Erickson PR, Hardie NA. Primary incisor decay before age 4 as a risk factor for the future dental caries. *Pediatr dent* 1997;19(1):37-41.
25. Caufield PW, Li Y, Bromage TG. Hypoplasia-associated Severe Early Childhood Caries – A Proposed Definition. *J Dent Res* 2012; 91(6):544-50.
26. Oujirakul L. Related Factors in Early Childhood Caris, Sa Kaeo Province. Office of Disease Prevention and Control 3. *Chonburi Journal* 2014;5(1):2-14.
27. Khiewyoo J. Statistical Methods for Health Measurement. Khonkaen: Department of Epidemiology and Biostatistic Faculty of Public Health Khonkaen University ;2014.
28. Greene JC, Vermillion JR. The Simplified Oral Hygiene Index. *J Am Dent Assoc* 1964;68(1):7-13
29. Hsieh FY, Bloch DA, Larsen MD. A Simple Method of Sample size Calculation For Linear And Logistic Regression. *Stat Med* 1998;17(14):1623-4.
30. Jin BH, Ma DS, Moon HS, Paik DI, Hahn SH, Horowitz AM. Early Childhood Caries: Prevalence and Risk Factors in Seoul, Korea. *J Public Health Dent* 2003;63(3):183-8.
31. Jose B, King NM. Early Childhood Caries Lesions in Preschool Children in Kerala, India. *Pediatr Dent* 2003;25(6):594-600.
32. Gibson S, Williams S. Dental Caries in Pre-school Children: Associations with Social Class, Tooth brushing Habit and Consumption of Sugars and Sugar-Containing Foods. *Caries Res* 1999;33(2):101-113.
33. Sankeshwari RM, Ankola AV, Tangade PS, Hebbal MI. Association of socio-economic status and dietary habits with early childhood caries among 3- to 5-year-old children of Belgaum city. *Eur Arch Paediatr Dent* 2013;14(3):147-153.
34. United Nations. "Definition of Youth". Retrived March 4, 2017 from www.un.org/esa/socdev/documents/Youth/fact-sheets/Youth-definition.pdf
35. Bureau of Dental Health Ministry of Public Health. The 8th National Oral Health Survey, Thailand 2017. Bangkok: Samcharoen Panich Co.,Ltd.;2018.

Relationship between Type of Patient Motivation and Severity of Orthodontic Treatment Need: A Study in Hat Yai, Songkhla, Thailand

Siritida Pongsupot¹, Supanee Sunthornlohanakul¹

¹Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla

Abstract

The purpose of this cross-sectional study was to evaluate the characteristics of patients seeking orthodontic treatment and determine the relationship between the type of motivation and the level of orthodontic treatment needed using the Dental Health Component of the Index of Orthodontic Treatment Need (DHC-IOTN). Samples of this study included all consultation records of 2,008 patients from 2014-2017 who were aged over 12 years old for determining the level orthodontic treatment need by DHC-IOTN. Descriptive analysis and chi-square test were used in this study. Results showed most of the samples were female (74.3 %), aged 19-35 years old (47.9 %) with internal motivation (52.0 %). The types of motivation of patients aged 7-12 years old and 19-35 years old were mainly external and internal motivations, respectively. Samples were categorized as “Great need” (DHC grades 4-5) about 50.5 %, while 33.6 % of them were in “No need” (DHC grades 1-2). There was no statistical relationship between patient motivation and orthodontic treatment need level found in this study. So, it can be concluded that female patients sought orthodontic treatment more than males. Late teenage-young adult patients made up the main group of patients seeking orthodontic treatment driven mainly by internal motivation, while most childhood patients were referred from general dentists and due to parental demand. About one third of patients were categorized “No need” for orthodontic treatment and no statistical relationship was found between the type of patient motivations and the severity of orthodontic treatment need.

Keywords: Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN), Motivation, Relationship

Received Date: Mar 15, 2019

Revised Date: Apr 19, 2019

Accepted Date: Aug 2, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.48

Correspondence to:

Supanee Sunthornlohanakul , Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90110 Tel: 086-966-9487 E-mail: supanee.s@psu.ac.th

Introduction

One of the most important keys for success in orthodontic treatment is motivation¹ which can be separated into internal and external motivations.² Internal motivation

is defined as patient demand³ and influenced by self-perception, facial appearance, and social norms.⁴ On the other hand, external motivation is based on the demands

of the parents or guardians or referrals from general dentists.^{5,6} Presently, the number of patients seeking orthodontic treatment in Thailand is increasing dramatically.^{7,8} These patients may be driven by internal motivation or external motivation or both. However, not all patients who seek orthodontic treatment actually need treatment. There has been no study regarding the relationship between the type of motivation and the level of orthodontic treatment needed.

The patients may have different levels of orthodontic treatment need due to a wide range of characteristics and severities of malocclusion. Assessing orthodontic treatment need is one process that is helpful for determining the need of orthodontic treatment among individuals. Many methods were developed in different countries to categorize the level of orthodontic treatment need. However, the Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)^{9,10} is the most frequently used method.

IOTN was developed in Great Britain in 1989.⁹ It is comprised of two independent components: Aesthetic Component (AC) and Dental Health Component (DHC). The AC determines treatment need by using a 10-grade ranking scale by illustrating different levels of dental attractiveness using color photographs. The DHC is a 5-grade ranking of orthodontic treatment need level. The worst single occlusal trait in five different levels of DHC is used to allocate the grade of IOTN. According to the five levels of DHC, the orthodontic treatment need level can be re-categorized into three levels of need which are comprised of “No need” defined by DHC grades 1-2, “Moderate or borderline need” defined by DHC grade 3, and “Great need” defined by DHC grades 4-5. Studies were conducted using the DHC of the IOTN (DHC-IOTN) as a tool to evaluate orthodontic treatment need in limited sample sizes and specific age groups.^{11,12} The results of those studies demonstrated no relationship between patient demand and orthodontic treatment need.

In Thailand, patients can seek orthodontic treatment from either the private or public sectors for orthodontic services but neither one is financed by the

government or by third party payment. Since the orthodontic treatment fee in the public sector is usually less than the private sector, there is usually a long waiting period for an appointment. The Dental School at Prince of Songkla University is a public sector dental school that provides orthodontic treatment for all age groups. Patients with different motivations have to wait at least two years before orthodontic treatment can be started. To date, no study has considered the characteristics of patients and type of motivation toward orthodontic treatment. Therefore, the purposes of this study were to evaluate the characteristics of patients seeking orthodontic treatment and their motivations regarding age groups as well as the relationship between the type of motivation and the level of orthodontic treatment need level.

Materials and Methods

This cross-sectional study was approved by the Research Ethics Committee, Prince of Songkla University, Thailand. Samples were all the orthodontic consultation records of patients who sought orthodontic treatment from 2014 to 2017 in the Dental School. Patients in all age groups were analyzed for overall characteristics and only patients aged over 12 years old were selected for orthodontic treatment need level assessment due to incomplete occlusal traits data among patients aged 12 years old or under and most of these patients were referred from pedodontists which indicated a certain need for orthodontic treatment. The records with incomplete, illegible or missing data in any variables were excluded from the study. Sample size was estimated by G*Power program for chi-square test with effect size 0.1, $\alpha=0.05$ and power 0.80. The least sample size was 964, then this study used total 2,008 records for samples.

The orthodontic consultation records contained two parts of information. First, general data consisted of age, gender and motivations. Type of motivation was obtained by interviews with orthodontists and recording the information in consultation records. The definition of “Internal motivation” is the patient’s own demand

while “external motivation” is the parents’ or guardians’ demand or referral from general dentists or pedodontists.^{3,5} Patients who sought for orthodontic treatment with both internal and external motivation were excluded from the study because external motivation might result in internal motivation as a consequence and this might interfere with the results of the study. The second part was occlusal traits which would be used for orthodontic treatment need level analysis (5 grades of DHC-IOTN).⁹ According to Lunn’s study in 1993¹⁰, the reliability improvement of orthodontic treatment need level was done by categorizing treatment need into three levels; no need of treatment (DHC 1-2), borderline need of treatment (DHC 3) and great need of treatment (DHC 4-5). Validity of data was assessed by orthodontic experts (not the author) and reliability of the data was done by randomly selected 10 samples in every 50 samples then using Pearson’s correlation for reliability analysis.

Statistical analysis

Pearson’s correlation was used to determine the reliability of data recording. Descriptive statistics such as frequency and percentage were used for demographic variables. The relationship between type of motivation and orthodontic treatment need level of the DHC-IOTN was assessed by Chi-square test with statistical significance set at $p < 0.05$.

Result

From 2,008 records, 241 samples were excluded due to incomplete general data. A total of 1,767 samples were included for characteristic of patients’ study including gender, age of the groups and type of motivation. (table 1) Orthodontic treatment need levels were analyzed by using DHC grading of IOTN in only 1,476 patients aged over 12 years old. (table 2) The reliability presented by Pearson’s correlation of 0.96.

Table 1 Demographic characteristics of samples in all age groups (n=1,767)

Characteristics	Total n (%)
Gender	
Male	454 (25.7)
Female	1,313 (74.3)
Age	
<7	8 (0.5)
7-12	283 (16.0)
13-18	508 (28.7)
19-35	845 (47.9)
36-55	119 (6.7)
>55	4 (0.2)
Type of motivation	
Internal	918 (52.0)
External	292 (16.5)
Internal and external	557 (31.5)

Table 2 Orthodontic treatment need level of samples aged over 12 years old (n=1,476)

Characteristics	Total n (%)
DHC-IOTN	
1	0
2	497 (33.6)
3	235 (15.9)
4	654 (44.4)
5	90 (6.1)
Orthodontic treatment need level	
No need (DHC grade 1-2)	497 (33.6)
Moderate need (DHC grade 3)	235 (15.9)
Great need (DHC grade 4-5)	744 (50.5)

The most frequent degree was DHC grade 4 (44.4 %) followed by grade 2 (33.6 %), 3 (15.9 %), and 5 (6.1 %). Then when considered level of orthodontic treatment need, the results revealed “Great need” group was approximately 50 % of all samples followed by the “No need” and “Moderate need” groups

The results showed that the motivation of patients aged 7-12 years old who sought orthodontic

treatment was predominantly external motivation which decreased with age. However, internal motivation increased dramatically in the adolescent age group

(13-18 years old), hit a peak at 48 % in young adult period (19-35 years old) and then dropped as the participants became older (Fig. 1).

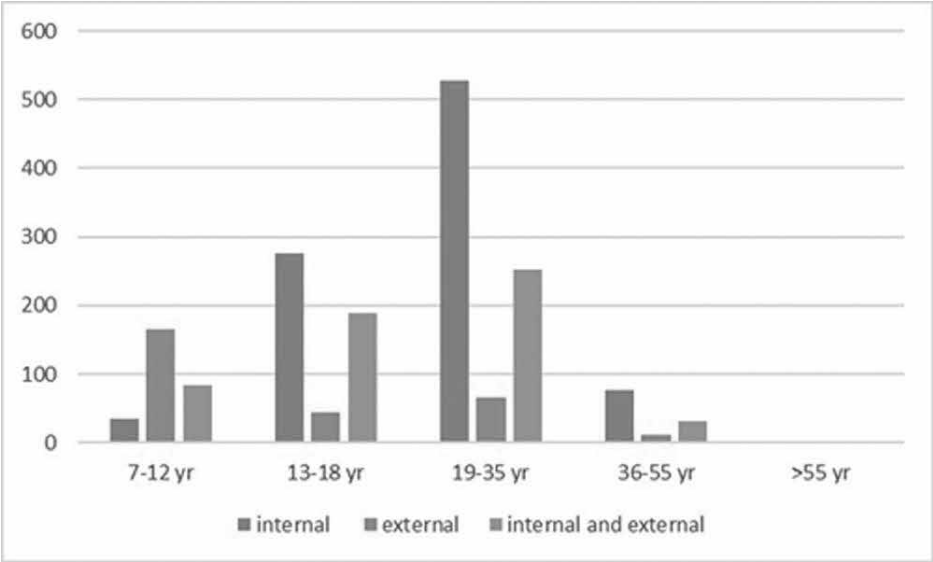


Figure 1 Number of patients regarding type of motivation and age groups

Despite the fact that young patients sought orthodontic treatment mostly because of external motivation and adolescents-young adult patients mostly sought treatment because of internal motivation. After excluded samples in both the external and internal

motivation groups, the results revealed no statistical difference between the level of orthodontic treatment need and the type of motivation (external and internal motivation) (Table 3, $p = 0.114$).

Table 3 Relationship between external and internal motivation and orthodontic treatment need level

Motivation	Orthodontic treatment need level			Total	p-value
	No need (DHC 1-2)	Moderate need (DHC 3)	Great need (DHC 4-5)		
Internal	311 (35.3)	146 (16.6)	424 (48.1)	881 (100)	0.114
External	36 (29.5)	21 (17.2)	65 (53.3)	122 (100)	
Total	347	167	489	1,003	

DHC, Dental Health Component.

Values are presented as number (%).

*Chi-square test, significance at $p < 0.05$.

Discussion

It was found from earlier studies that a large number of patients who sought orthodontic treatment seemed to have little or no need of treatment.^{8,13,14} Moreover, there was no relationship between subjective

motivation by the patients and objective orthodontic treatment need.^{8,12} The Dental School at Prince of Songkla University is one of the main public dental centers in Thailand providing orthodontic treatment for all age groups

and there are no earlier studies about orthodontic treatment need level among patients seeking for orthodontic treatment. Therefore, it is beneficial to know the patient's type of motivation, orthodontic treatment need level, and their relationship. This would be beneficial to improve the screening system, staff management, and policy development in this and other public sector dental schools. In addition, this is the first study in Thailand with a large sample size to consider these aspects.

The limitations of this study were mainly about using retrospective secondary data and being conducted in a single-center institute. Samples of orthodontic records consisted only of age, gender, chief complaint, motivation and occlusal traits related to orthodontic treatment. So, uncontrollable confounding factors such as socio-economic background, education and even age and gender were concern.^{15,16} Moreover, generalization of this single-center study was considered as a limitation as well. According to a previous study, there was a rising trend in male patients seeking orthodontic treatment by using a time series analysis.¹⁷ However, in this study the results found that the number of female patients who sought orthodontic treatment was greater than male patients (70:30). This corresponded with earlier studies^{13,18-21} that reported that women had a greater interest in getting orthodontic treatment than men. Late teenage and young adult patients (19-35 years old) were the most dominant age group seeking orthodontic treatment in this study which harmonized with an earlier study²⁰ that revealed that middle-aged patients had a relatively high interest in orthodontic treatment. The major reason may be driven by esthetic concerns^{4,22} as well as the impact of malocclusion on the quality of life.²³ Furthermore, this age group of patients were able to afford the orthodontic treatment fees on their own.

Even though some studies^{20,24} in Asian countries recently found a large number of adult patients with a high interest in getting orthodontic treatment, this study showed less than 10 % of the adult patients aged >36 years sought orthodontic treatment. Earlier studies^{18,25} found that older patients were less concerned about

their facial appearance and had less desire for orthodontic treatment. The main reason for adult patients not to seek and receive treatment were primarily the treatment fees, long treatment time, and they felt too old for braces.²⁰

This study demonstrated that over 50 % of patients who sought orthodontic treatment were driven by internal motivation which reflected the current perceptions of esthetic and functional concerns. However, when considering the age groups, external motivation was predominant in childhood patients aged <12 years. This finding was related to studies which indicated that parents have recently placed more attention on the oral health and malocclusion of their children.^{1,5,26-28} Suggestions for orthodontic treatment from general practitioners and pedodontists outside and inside this dental school could also be the external motivations for this group of patients.^{29,30} This study found that almost 35 % of the patients who sought orthodontic treatment in this practice had no need of treatment (DHC grade 2). This finding was remarkably interesting as it reflected proper orthodontic treatment management.³¹ Patients with great need should receive orthodontic treatment as soon as possible. Therefore, an objective grading for orthodontic treatment need level among patients is beneficial when there is an insufficient number of orthodontists to meet the requests for treatment.

According to patients with both internal and external motivation there could be a blurred relationship between the type of motivation and the level of orthodontic treatment. The objective of this study would focus only a relationship between the type of motivation (external and internal) and level of orthodontic treatment. The results indicated no relationship between those variables. Therefore, it cannot be concluded that patients with external motivation who are influenced by parents or dentists had a higher level of orthodontic treatment need than patients with internal motivation and vice versa. It is important to consider an orthodontic treatment need index or an objective criteria as a tool to identify and prioritize the level of orthodontic treatment need among patients seeking for orthodontic treatment.

Since malocclusion is a normal deviation and not a pathologic condition, late teenage and young adult patients who have a great demand for orthodontic treatment should be fully informed about any existing malocclusion for a clear understanding. Among the patients with false needs and no need of treatment, it is the responsibility of the orthodontists to provide scientific knowledge on the risks and benefits regarding orthodontic treatment.

Conclusion

- Female and late teenage-young adult patients were the major group of patients seeking orthodontic treatment at the Dental School, Prince of Songkla University.
- Late teenage and young adult patients seeking orthodontic treatment were driven mainly by internal motivation, while the majority of childhood patients were driven by external motivation and mostly referred from general dentists and request of the parents.
- About one third of patients seeking orthodontic treatment were categorized as “No need” for treatment.
- No statistical relationship was found between the type of patient motivation and the level or severity of orthodontic treatment needed using the DHC-IOTN.

Acknowledgements

The authors would like to express their appreciation and gratitude to all who participated in the current study: Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University for grant support; Mr. Tirut Meedech for the suggestions concerning the statistical data analysis and interpretation; Mrs. Yindee Chaijit for being so helpful with all the samples; and all the friends and staff of the Orthodontic Department, Preventive Dentistry, Prince of Songkla University for their kind and valuable suggestions.

References

1. Daniels AS, Seacat JD, Inglehart MR. Orthodontic treatment motivation and cooperation: a cross-sectional analysis of adolescent patients' and parents' responses. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136(6):780-7.
2. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics: Elsevier Health Sciences; 2006:167-223.
3. Richmond S, O'Brien K, Roberts C, Andrews M. Dentists variation in the determination of orthodontic treatment need. *Br J Orthod* 1994;21(1):65-8.
4. Woods K, Jones C. Re: Tickle M, Kay EJ, Bearn D. Socio-economic status and orthodontic treatment need. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27: 413-8. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001;29(4):315-7.
5. Wedrychowska-Szulc B, Syrynska M. Patient and parent motivation for orthodontic treatment—a questionnaire study. *Eur J Orthod* 2009;32(4):447-52.
6. Wilmot JJ, Barber HD, Chou DG, Vig KW. Associations between severity of dentofacial deformity and motivation for orthodontic-orthognathic surgery treatment. *Angle Orthod* 1993;63(4):283-8.
7. Nisalak P. Orthodontics in Thailand: Current status and future prospects (Symposium: “Orthodontics in Asia: Current Status and Future Prospects” 3rd International Congress The Japanese Orthodontic Society). *Orthod waves* 2002;61(6):419-20.
8. Atisook P, Chuacharoen R. The relationship between demand and need for orthodontic treatment in high school students in Bangkok. *J Med Assoc Thai* 2014;97(7):758-66.
9. Brook PH, Shaw WC. The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod* 1989;11(3):309-20.
10. Lunn H, Richmond S, Mitropoulos C. The use of the Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) as a public health tool: a pilot study. *Community Dent Health* 1993;10:111–21.
11. Mandall NA, Wright J, Conboy F, Kay E, Harvey L, O'Brien KD. Index of orthodontic treatment need as a predictor of orthodontic treatment uptake. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(6):703-7.
12. Pruettworanan A. Normative and perceived need for orthodontic treatment of the 12-14 year-old students in Amphoe Muang Chiang Mai and Amphoe Muang Uttaradit. [thesis]. 2001.
13. Sukthawee Y, Suntornlohanakul S, Thearmentree A. A relationship between self-perceived and normative orthodontic treatment need using IOTN: A study in a group of 12 to 14-year-old students in Hat Yai, Songkhla. *J Thai Assoc Orthod* 2007;6:23-33.
14. Palanuparph W, Sirichompun C. Relationship between demand and need for orthodontic treatment in a group of Thai patients. *J Dent Assoc Thai* 2002;52(4):244-53.
15. Al Fawzan A. Reasons for seeking orthodontic treatment in Qassim region: a Pilot Study. *Int Dent J of Student's research* 2012;1(3):58-62.
16. Marques LS, Pordeus IA, Ramos-Jorge ML, Filogônio CA, Filogônio CB, Pereira LJ, et al. Factors associated with the desire for orthodontic treatment among Brazilian adolescents and their parents. *BMC Oral Health* 2009;9:34.

17. Nguyen SM, Nguyen MK, Saag M, Jagomagi T. The need for orthodontic treatment among Vietnamese school children and young adults. *Int J dent* 2014;2014:132301.
18. Lim HW, Park JH, Park HH, Lee SJ. Time series analysis of patients seeking orthodontic treatment at Seoul National University Dental Hospital over the past decade. *Korean J Orthod* 2017;47(5):298-305.
19. Buttke TM, Proffit WR. Referring adult patients for orthodontic treatment. *J Am Dent Assoc* 1999;130(1):73-9.
20. Josefsson E, Bjerklin K, Lindsten R. Factors determining perceived orthodontic treatment need in adolescents of Swedish and immigrant background. *Eur J Orthod* 2008;31(1):95-102.
21. Kim Y. Study on the perception of orthodontic treatment according to age: A questionnaire survey. *Korean J Orthod* 2017;47(4):215-21.
22. Johal A, Joury E. What factors predict the uptake of orthodontic treatment among adults? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147(6):704-10.
23. Josefsson E, Bjerklin K, Halling A. Self-perceived orthodontic treatment need and culturally related differences among adolescents in Sweden. *Eur J Orthod* 2005;27(2):140-7.
24. Liu Z, McGrath C, Hägg U. The impact of malocclusion/orthodontic treatment need on the quality of life: a systematic review. *Angle Orthod* 2009;79(3):585-91.
25. Nattrass C, Sandy J. Adult orthodontics – a review. *Br J Orthod* 1995;22(4):331-7.
26. Livas C, Delli K. Subjective and objective perception of orthodontic treatment need: a systematic review. *Eur J Orthod* 2012;35(3):347-53.
27. Miner RM, Anderson NK, Evans CA, Giddon DB. The perception of children's computer-imaged facial profiles by patients, mothers and clinicians. *Angle Orthod* 2007;77(6):1034-9.
28. Pratelli P, Gelbier S, Gibbons DE. Parental perceptions and attitudes on orthodontic care. *Br J Orthod* 1998;25:41-6.
29. Tung AW, Kiyak HA. Psychological influences on the timing of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(1):29-39.
30. Akshay G, Anur G, Singh K, Singh T. Practice and Attitude towards Orthodontic Services by Pedodontists and General Practitioners. *J Interdiscipl Med Dent Sci* 2017;5(211):2.
31. Järvinen S. Indexes for orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(3):237-9.

ประสิทธิผลของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปากฉบับย่อต่อระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2: การทดลองทางคลินิกแบบมีกลุ่มควบคุม

Effectiveness of Brief Lifestyle Change Plus Dental Care (Brief-LCDC) Program in Improving Glycemic and Periodontal Status among Type 2 Diabetes Patients: A Clinical Controlled Trial

ศรุตฯ แสงทิพย์บวร¹

Saruta Saengtibovorn¹

¹คลินิกทันตกรรม 654 ศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทัศนีย์ม กรุงเทพมหานคร

¹Dental Clinic 654, Public Health Center 54 Thai lam, Bangkok

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการทดลองทางคลินิกแบบมีกลุ่มควบคุม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปากฉบับย่อต่อระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ดำเนินการในคลินิกเบาหวานศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทัศนีย์ม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2561 – กุมภาพันธ์ 2562 โดยแบ่งผู้ป่วยเบาหวานเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 96 ราย ในครั้งที่ 1 และเดือนที่ 6 กลุ่มทดลองได้รับสุขศึกษารายกลุ่มเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพช่องปาก ทันตสุขศึกษารายบุคคลและคำปรึกษารายบุคคลโดยใช้เทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ ในทุก ๆ เดือนกลุ่มทดลองได้รับวิดีโอทบทวนความรู้เรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม กลุ่มควบคุมได้รับการประจำในคลินิกเบาหวาน ทดสอบระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ผู้ป่วยเบาหวานทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา t -test Chi-square test Fisher's exact test Mann-Whitney U test และ Repeated measure ANOVA จากการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี โปรแกรมที่รวมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเข้ากับการดูแลสุขภาพช่องปาก ร่วมกับการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ มีประสิทธิผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดและควบคุมสภาวะปริทันต์ การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานตั้งแต่ผู้ป่วยเริ่มเป็นโรคเป็นสิ่งจำเป็นในการป้องกันภาวะแทรกซ้อนในช่องปาก

คำสำคัญ: การดูแลสุขภาพช่องปาก, การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม, ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2, ระดับน้ำตาลในเลือด, สภาวะปริทันต์

Abstract

The present study was a clinical controlled trial to assess the effectiveness of Brief Lifestyle Change plus Dental Care program to decrease glycemic level and improve periodontal status in type 2 diabetes patients. The present study was conducted in Diabetes clinic, Public Health Center 54 from February 2018 to February 2019. Diabetes patients were divided to 96 patients for the intervention and 96 patients for the control groups. The intervention group

received group education for lifestyle modification, individual oral hygiene instruction, and lifestyle counseling by motivational interviewing at baseline and the 6th month and received booster education every visit by viewing educational video. Routine program was provided to the control group. At baseline, the 6th month and 1 year follow up, glycemic level and periodontal status were assessed from the participants. Data were analyzed by descriptive statistic, t-test, Chi-square test, Fisher's exact test, Mann-Whitney U test, and Repeated measure ANOVA. The intervention group had significantly lower glycemic level and periodontal status than the control group at the 6 month and 1 year followed up. Brief-LCDC program which incorporated lifestyle modification and oral health care had efficacy to decrease glycemic level and improve periodontal status in patients with type 2 diabetes. The prevention of diabetes complications from early diagnosis is needed to prevent oral complications.

Keywords: Oral health care, Lifestyle modification, Type 2 diabetes, Glycemic level, Periodontal status

Received Date: Mar 22, 2019

Revised Date: Apr 5, 2019

Accepted Date: May 23, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.49

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ

ศรุตฯ แสงทิพย์วร คณิกทันตกรรม 654 ศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทัศนีย์ 410 ถ.พุทธบูชา แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140 ประเทศไทย
โทรศัพท์ 081-710952 โทรสาร 024264199 อีเมลล์ saruta79@gmail.com

Correspondence to:

Saruta Saengtippovorn, Dental Clinic 654, Public Health Center 54 Thai lam, 410 Phutthabucha Road, Bang mot, Thungkhru, Bangkok 10140, Thailand. Tel: 0817107952, Fax: 024264199 E-mail: saruta79@gmail.com

บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus) เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Disease: NCDs) ส่งผลให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตลดลงจากการแทรกซ้อนของอวัยวะต่าง ๆ¹ การเพิ่มขึ้นของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในประเทศด้อยพัฒนาและประเทศกำลังพัฒนาเป็นปัญหาที่สำคัญระดับโลก² ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับการเพิ่มขึ้นของโรคเบาหวาน ความชุกของโรคเบาหวานในกลุ่มวัยทำงานมีค่ามากขึ้น³ ผู้ป่วยเบาหวานร้อยละ 60.8 ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ร้อยละ 44.1 ของผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานทั้งหมดมีระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) มากกว่าร้อยละ 8⁴ ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้แก่ ภาวะแทรกซ้อนที่จอประสาทตา (retinopathy) ภาวะแทรกซ้อนที่ไต (nephropathy) ภาวะแทรกซ้อนที่เส้นประสาท (neuropathy) ภาวะแทรกซ้อนที่หลอดเลือดขนาดใหญ่ (macro vascular disease) แผลหายช้า (delay wound healing) และโรคปริทันต์ (periodontal disease)⁵

โรคปริทันต์ เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบเรื้อรังส่งผลให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อหรืออวัยวะรอบ ๆ ตัวฟัน หากไม่ได้รับการรักษาจะส่งผลให้ผู้สูญเสียฟัน โรคปริทันต์เป็นภาวะแทรกซ้อนลำดับที่หกของโรคเบาหวาน โรคปริทันต์และโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันแบบสองทิศทาง (bidirectional adverse relationship) โรคเบาหวานส่งผลให้โรคปริทันต์มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น และการอักเสบจากโรคปริทันต์ส่งผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน นอกจากนี้การติดเชื้อจากโรคปริทันต์เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน⁶ ความชุกและความรุนแรงของโรคปริทันต์ในผู้ป่วยเบาหวานสูงขึ้นตามอายุ⁷

แนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานของสมาคมโรคเบาหวานสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association: ADA) และสมาคมโรคเบาหวานยุโรป (European Association for the Study of Diabetes: EASD) ได้เสนอแนวทางให้ดูแลผู้ป่วยแบบผู้ป่วย

เป็นศูนย์กลาง (patient-centered approach) ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการรักษาด้วยยา จะช่วยส่งเสริมการจัดการผู้ป่วยเบาหวานแบบเน้นผู้ป่วยเป็นศูนย์กลาง⁸

การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ (motivational interviewing) เป็นการให้คำปรึกษาแบบยึดผู้ป่วยเป็นหลัก (client-centered counseling) มีทิศทางในการเน้นเป้าหมาย (goal-directed) ส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม⁹ เทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจมีประสิทธิภาพในการบำบัดผู้ติดยาเสพติด การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย รวมถึงการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย^{9,10}

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม¹¹ การให้คำปรึกษาเรื่องอาหารและการออกกำลังกาย¹² และการเสริมพลัง (empowerment)¹³ สามารถป้องกันและควบคุมอาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน การศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศเน้นไปที่การรักษาโรคปริทันต์โดยการให้ทันตสุขศึกษา สอนแปรงฟัน และขูดหินปูนพบว่าสามารถควบคุมระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดและสภาวะปริทันต์¹⁴⁻¹⁶ แต่การศึกษาในประเทศไทยกลับพบว่าการรักษาโรคปริทันต์ลดระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁷

การส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการ (common risk factor approach) เป็นการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีปัจจัยเสี่ยงร่วมกัน โดยการลดปัจจัยเสี่ยงชนิดหนึ่ง สามารถป้องกันโรคได้หลายโรคซึ่งโรคเบาหวานและโรคปริทันต์เป็นโรคที่มีปัจจัยเสี่ยงร่วมกันเช่นกัน¹⁸ เนื่องจากโรคปริทันต์และโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์แบบสองทิศทางในเชิงลบ⁶

โปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปาก (Lifestyle Change plus Dental Care (LCDC) Program) ได้นำมาใช้ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวาน โปรแกรมนี้ส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยใช้วิธีการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการร่วมกับการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการให้คำปรึกษารายบุคคล พบว่าสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์¹⁹ แต่ความชุกของโรคเบาหวานในกลุ่มวัยทำงานมีค่ามากขึ้น³ โปรแกรม LCDC ใช้เวลาในการดำเนินการในผู้ป่วยแต่ละรายนาน ไม่สามารถนำมาใช้ในผู้ป่วยเบาหวานจำนวนมาก นอกจากนี้การป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานตั้งแต่ผู้ป่วยเริ่มเป็นโรคมิมีความสำคัญ ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปากฉบับย่อ (Brief Lifestyle Change plus Dental Care (Brief-LCDC) Program) ให้มีความสั้น กระชับ และปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มอายุเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อน

ของโรคเบาหวานตั้งแต่แรกเริ่ม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปากฉบับย่อต่อระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการทดลองทางคลินิกแบบมีกลุ่มควบคุมที่มีการจัดกลุ่มด้วยวิธีสุ่มปกปิดสองทาง (clinical controlled trial: double blind) ดำเนินการในระยะเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ถึงกุมภาพันธ์ 2562 แก่ผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการในคลินิกเบาหวาน ณ ศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทัศนีย์มกม กรุงเทพมหานคร แบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรม Brief-LCDC และกลุ่มควบคุมได้รับการบริการประจำในคลินิกเบาหวาน มีเกณฑ์คัดเข้าได้แก่ผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ไม่มีปัญหาทางการสื่อสาร สามารถพูดภาษาไทยได้ และมีฟันอย่างน้อย 16 ซี่ ส่วนผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบอาการแทรกซ้อนที่รุนแรง โรคปริทันต์ระดับรุนแรง คือมีค่าความลึกของร่องปริทันต์ (Probing Pocket Depth: PD มากกว่า 5 มิลลิเมตร) และไม่ยินยอมเข้าร่วมวิจัย จะถูกคัดออกจากการศึกษา โครงการวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนกรุงเทพมหานคร รหัสโครงการ S001h/61

คำนวณขนาดตัวอย่างอ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมา¹⁹ ระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.97 และ 3.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่า pool variance เท่ากับ 1.23 เมื่อ $\alpha = 0.05$ (type I error) และ $\beta = 0.20$ จำนวนกลุ่มตัวอย่างได้กลุ่มละ 87 ราย จัดเก็บเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จึงได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 192 ราย (กลุ่มละ 96 ราย)

คลินิกเบาหวานเปิดบริการทุกวันอังคารและวันพฤหัสบดี แพทย์นัดผู้ป่วยเบาหวานเดือนละครั้ง เพื่อป้องกันการเกิดอคติของการปนเปื้อน (contamination) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงทำการสุ่ม โดยการสุ่ม (random sampling) ตัวอย่างที่มารับบริการในวันอังคารเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มตัวอย่างที่มารับบริการในวันพฤหัสบดีเป็นกลุ่มควบคุม ในการได้มาซึ่งตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวาน จะใช้วิธีการสุ่มอย่างมีระบบ (systematic random sampling) โดยนำจำนวนผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมดหารด้วยขนาดตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้มาคัดเลือกตัวอย่างจากรายชื่อของผู้ป่วยเบาหวาน หากผู้ป่วยที่ถูกคัดเลือกอยู่ในเกณฑ์คัดออกจะเลือกผู้ป่วยรายต่อไปแทน และเก็บข้อมูลต่อเนื่องจนกว่าจะได้ตัวอย่างครบตามจำนวนที่ต้องการ จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง 14 ราย ถูกคัด

นอกจากการศึกษานี้ โดยกลุ่มทดลองถูกคัดออก 6 ราย เป็นโรคไต 1 ราย เป็นโรคปริทันต์ระดับรุนแรง 2 รายและอีก 3 รายไม่ยินยอมเข้าร่วมวิจัย ส่วนกลุ่มควบคุมถูกคัดออก 8 ราย เป็นโรคไต 1 ราย เป็นโรคปริทันต์ระดับรุนแรง 2 รายและอีก 5 รายไม่ยินยอมเข้าร่วมวิจัย

อบรมเทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจแก่พยาบาลและทันตแพทย์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการให้คำปรึกษาอบรมการให้ทันตสุขศึกษารายบุคคลและเทคนิคการสอนแก่ผู้ช่วยทันตแพทย์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านทันตกรรม โรคเบาหวาน และ การสอน เนื้อหาการให้ทันตสุขศึกษาปรับให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มอายุ ปรับมาตรฐานผู้สัมภาษณ์โดยผู้สัมภาษณ์จำนวน 2 ราย ผ่านการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ

จัดทำสไลด์ประกอบการให้สุขศึกษารายกลุ่ม และวิดีโอ ทบทวนความรู้เรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เนื้อหาจัดทำให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มอายุ ทั้งสไลด์และวิดีโอ ทบทวนความรู้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านโรคเบาหวาน การให้สุขศึกษา และทันตกรรม ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ ทดลองให้สุขศึกษารายกลุ่ม และวิดีโอทบทวนความรู้โดยวิธีการอภิปรายกลุ่มย่อย (focus group discussion) จำนวน 4 กลุ่มย่อย ในแต่ละกลุ่มมีผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประมาณ กลุ่มละ 4-6 ราย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาปรับแก้ไขกลุ่มทดลอง

โปรแกรม Brief-LCDC ปรับจากโปรแกรม LCDC¹⁹ โดยโปรแกรม Brief-LCDC นี้ ยังคงใช้การส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการเช่นเดิม ซึ่งเป็นการป้องกันอาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวานและโรคปริทันต์ผ่านทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพช่องปาก เนื่องจากสองโรคนี้มีปัจจัยเสี่ยงร่วมกัน โดยทีมสหวิชาชีพประกอบด้วยแพทย์ พยาบาล ทันตแพทย์ และผู้ช่วยทันตแพทย์ รวมถึงใช้เทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ โปรแกรม Brief-LCDC ถูกปรับเปลี่ยนเนื้อหาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มอายุ ปรับให้โปรแกรมสั้น กระชับ เพื่อรองรับกับผู้มารับบริการจำนวนมาก รวมถึงลดความถี่ของการให้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ ร่วมกับการให้คำปรึกษารายบุคคล การให้ทันตสุขศึกษารายบุคคล และการตรวจสุขภาพช่องปากจากทุก 3 เดือน เป็นทุก 6 เดือน เพื่อเพิ่มความถี่ในการได้รับโปรแกรม แต่ยังคงให้สุขศึกษาโดยพยาบาลและทันตแพทย์เช่นเดิม

พยาบาลและทันตแพทย์ให้สุขศึกษารายกลุ่มเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพช่องปาก เป็นเวลา 20 นาที เนื้อหาเน้นสาเหตุการเกิดโรคเบาหวาน วิธีการรักษาโรค

เบาหวาน อาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน การป้องกันอาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การดูแลสุขภาพเท้า และการดูแลสุขภาพช่องปาก พยาบาลและทันตแพทย์ให้คำปรึกษารายบุคคลโดยเทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ แจกคู่มือการดูแลสุขภาพสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน โดยคู่มือนี้เป็นคู่มือที่กองสร้างเสริมสุขภาพ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้จัดทำขึ้นเพื่อแจกแก่ผู้ป่วยเบาหวานอยู่แล้ว และให้ผู้ป่วยเบาหวานเลือกเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ การควบคุมน้ำหนัก รับประทานผลไม้ที่ไม่หวานจัด ออกกำลังกายติดต่อกันอย่างน้อย 30 นาที เลิกสูบบุหรี่ แปร่งฟันทุกครั้งหลังอาหาร และใช้ไหมขัดฟันอย่างน้อยวันละครั้ง แล้วบันทึกเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลงในคู่มือการดูแลสุขภาพสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ช่วยทันตแพทย์ให้ทันตสุขศึกษารายบุคคล เน้นการแปร่งฟัน ใช้ไหมขัดฟัน และแปร่งซอกฟัน เพื่อป้องกันโรคปริทันต์ รวมถึงการทำความสะอาดฟันปลอม

เดือนที่ 6 พยาบาลและทันตแพทย์ให้คำปรึกษารายบุคคลใช้เทคนิคการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ ทบทวนเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และเลือกเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมใหม่ หากเป้าหมายเดิมสามารถทำได้ แล้วบันทึกเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลงในคู่มือการดูแลสุขภาพสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ช่วยทันตแพทย์ทบทวนทันตสุขศึกษารายบุคคล ในทุก ๆ เดือนเปิดวิดีโอทบทวนความรู้เรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การดูแลสุขภาพเท้า และการดูแลสุขภาพช่องปากแก่กลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้แพทย์และพยาบาลทบทวนเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในทุก ๆ เดือน

กลุ่มควบคุม

ได้รับการบริการประจำในคลินิกเบาหวานดังนี้ พบแพทย์เดือนละครั้ง ตรวจวัดระดับกลูโคสในพลาสมา (Fasting Plasma Glucose: FPG) ทุกเดือน และวัดระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดทุก 6 เดือน ได้รับสุขศึกษารายกลุ่มเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมปีละ 1 ครั้ง โดยพยาบาล เนื้อหาของสุขศึกษารายกลุ่มมีเนื้อหาเช่นเดียวกับสุขศึกษารายกลุ่มในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง ได้แก่สาเหตุการเกิดโรคเบาหวาน วิธีการรักษาโรคเบาหวาน อาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน การป้องกันอาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการดูแลสุขภาพเท้า แต่ไม่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปาก ได้รับทันตสุขศึกษารายบุคคลปีละ 1 ครั้ง โดยผู้ช่วยทันตแพทย์ มีเนื้อหาเช่นเดียวกับทันตสุขศึกษารายบุคคลในกลุ่มทดลอง โดยเน้นการแปร่งฟัน ใช้ไหมขัดฟัน และแปร่งซอกฟัน

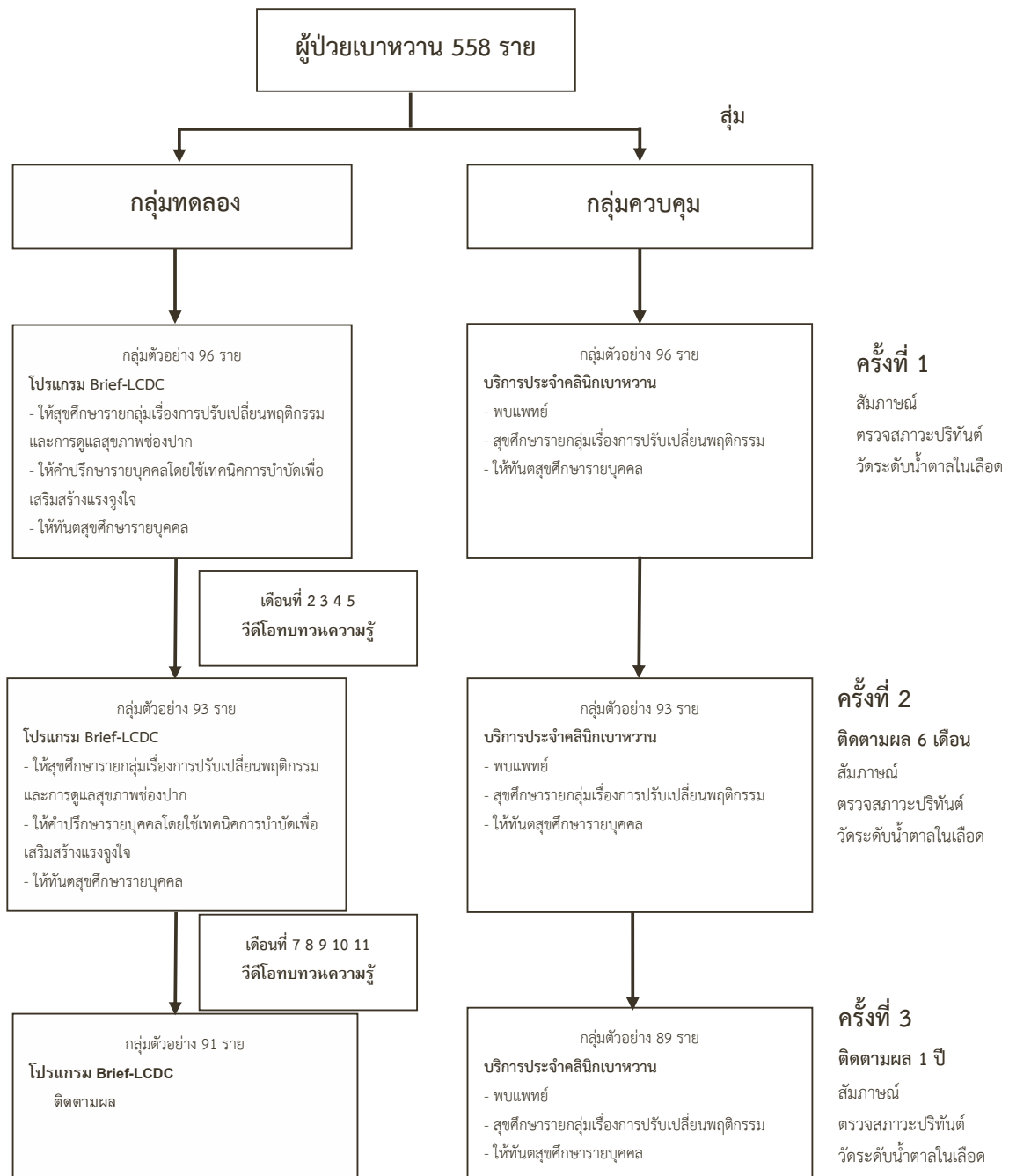
เพื่อป้องกันโรคปริทันต์ รวมถึงการทำความสะอาดฟันปลอม และตรวจสุขภาพช่องปากปีละ 1 ครั้ง โดยทันตแพทย์ แต่ไม่ได้รับการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ ส่วนที่เวลา 1 ปี ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ได้ทั้งสุขศึกษาและทันตสุขศึกษาเช่นเดียวกัน

ครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วยเพศ อายุ ระดับการศึกษา ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) สิทธิการรักษา ระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน และประวัติการสูบบุหรี่ โดยผู้สัมภาษณ์ซึ่งผ่านการอบรมการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการตรวจสถานะปริทันต์โดยทันตแพทย์ วัดระดับกลูโคสในพลาสมาและระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดโดยพยาบาล ทั้งผู้ตรวจผู้สัมภาษณ์ และกลุ่มตัวอย่างไม่ทราบว่าเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม

ตรวจสุขภาพช่องปากโดยทันตแพทย์ 1 ราย ทันตแพทย์รายนี้ตรวจสุขภาพช่องปากของกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ผู้ตรวจไม่ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างอยู่ในกลุ่มใด วัดดัชนีคราบจุลินทรีย์ (Plaque Index: PI) โดยใช้ Silness-Löe Index²⁰ มีเกณฑ์การตรวจดังนี้ 0 = ไม่มีคราบจุลินทรีย์ 1 = มีคราบจุลินทรีย์เป็นฟิล์มบาง ๆ ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า เห็นโดยใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ 2 = มีคราบจุลินทรีย์ปานกลางสามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า และ 3 = มีคราบจุลินทรีย์เต็มซี่ฟันและดัชนีสภาพเหงือก (Gingival Index: GI) โดยใช้ Loe and Silness Index²¹ มีเกณฑ์การตรวจดังนี้ 0 = เหงือกไม่อักเสบ 1 = เหงือกอักเสบเล็กน้อยไม่มีเลือดออกระหว่างตรวจ 2 = เหงือกอักเสบปานกลางมีเลือดออกระหว่างตรวจ และ 3 = เหงือกอักเสบอย่างรุนแรงเหงือกเปลี่ยนสีชัดเจน มีอาการขยายตัวเกิน (hypertrophy) และมีเลือดออกได้เอง ทั้งดัชนีคราบจุลินทรีย์ และดัชนีสภาพเหงือกตรวจฟันทุกซี่ แต่ละซี่ตรวจซี่ละ 4 ด้าน คือด้านใกล้กลาง (mesial) ด้านบดเคี้ยว (occlusal) ด้านไกลกลาง (distal) และด้านลิ้น (lingual) วัดค่าความลึกของร่องปริทันต์ และสถานะเหงือกถอยร่น (gingival recession) โดยตรวจฟันทุกซี่ยกเว้นฟันกรามซี่ที่สาม แต่ละซี่ตรวจ 6 ด้าน ดังนี้ ด้านแก้มใกล้กลาง (mesiobuccal) ด้านแก้มกึ่งกลาง (midbuccal) ด้านแก้มไกลกลาง (distobuccal) ด้านลิ้นใกล้กลาง (mesiolingual) ด้านลิ้นกึ่งกลาง (midlingual) และด้านลิ้นไกลกลาง (distolingual) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ส่วนระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ (Clinical Attachment Loss: CAL) คำนวณจากการรวมค่าความลึกของร่องปริทันต์และระดับเหงือกถอยร่น เครื่องมือที่ใช้ตรวจสุขภาพช่องปากและวัดดัชนีคราบ

จุลินทรีย์ ได้แก่ กระจกส่องปากและเครื่องมือตรวจปริทันต์พีซีพียูเอนซี (PCPUNC 15) ทันตแพทย์ผู้ตรวจผ่านการปรับมาตรฐาน โดยการอบรมจากทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านปริทันต์ (gold standard) ตรวจสถานะปริทันต์ผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 ราย ความเที่ยงในการตรวจระหว่างผู้ตรวจกับผู้เชี่ยวชาญ (inter-examiner reliability) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) ของการวัดระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เท่ากับ 0.85 ทดสอบความเที่ยงตรงภายใน (internal consistency) ของทันตแพทย์ผู้ตรวจตรวจสถานะปริทันต์ ตรวจสอบความเชื่อมั่นภายในการตรวจ (internal reliability) โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย (ร้อยละ 10) มาตรวจซ้ำ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นของการวัดระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เท่ากับ 0.97

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 16.0 ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ ด้วยสถิติเชิงพรรณนาคือค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ศึกษาความสัมพันธ์โดยใช้สถิติไคสแควร์ (Chi-square test) ฟิชเชอร์เอ็กแซกต์ (Fisher's exact test) แมนทีวีนี (Mann-Whitney U test) และ t -test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทั่วไป ระดับน้ำตาลในเลือดและสถานะปริทันต์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการศึกษา ศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรม Brief-LCDC โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated measure ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับกลูโคสในพลาสมา ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์ และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบ Post-hoc test ด้วยวิธี Bonferroni เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับกลูโคสในพลาสมา ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์ และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และติดตามผล 1 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา โดยใช้ค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด กลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ (well-controlled) มีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดน้อยกว่าร้อยละ 6.5 และกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ (poor-controlled) มีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 6.5²²



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

Figure 1 Study procedure

ผลการศึกษา

จากผู้ป่วยเบาหวานในคลินิกเบาหวานทั้งสิ้น 558 ราย มีผู้ป่วย 177 รายไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า เหลือผู้ป่วยจำนวน 381 ราย ถูกสุ่มเข้าสู่วิจัยการศึกษานี้ ในครั้งที่ 1 มีผู้ป่วยเบาหวานเข้าร่วมการศึกษานี้จำนวน 192 ราย (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 96 ราย) เมื่อสิ้นสุดการศึกษานี้ (ติดตามผล 1 ปี) มีผู้ป่วยเบาหวานคงเหลือทั้งสิ้น

180 ราย (ร้อยละ 93.8) (กลุ่มทดลอง 91 ราย และกลุ่มควบคุม 89 ราย) กลุ่มทดลองมีผู้ป่วยเบาหวานยุติการศึกษานี้จำนวน 5 ราย (3 ราย มีอาการแทรกซ้อนถูกส่งตัวไปรักษาที่โรงพยาบาล และอีก 2 ราย เปลี่ยนสิทธิการรักษา) กลุ่มควบคุมมีผู้ป่วยเบาหวานยุติการศึกษานี้จำนวน 7 ราย (3 ราย มีอาการแทรกซ้อนถูกส่งตัวไปรักษาที่

โรงพยาบาล 2 ราย เปลี่ยนสิทธิการรักษา และอีก 2 ราย ย้ายภูมิลำเนา)
ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเริ่มต้นการศึกษา (Baseline characteristics)

จากผู้ป่วยเบาหวาน 192 ราย (กลุ่มละ 96 ราย) ผู้ป่วยส่วนใหญ่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเพศหญิง กลุ่มทดลองมีอายุตั้งแต่ 30-84 ปี กลุ่มควบคุมมีอายุตั้งแต่ 33-80 ปี ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูลทั่วไป ค่าระดับน้ำตาลในเลือด และสถานะปริพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1)

ระดับน้ำตาลในเลือด

กลุ่มทดลองมีระดับกลูโคสในพลาสมาและระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ระดับกลูโคสในพลาสมาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างครั้งที่วัด ($p=0.025$) และครั้งที่วัดต่อกลุ่ม ($p=0.001$) แต่ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะครั้งที่วัดต่อกลุ่ม ($p=0.013$) แสดงว่าระดับน้ำตาลในเลือดมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นกับกลุ่ม (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2)

Post Hoc test พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับกลูโคสในพลาสมาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี ($p=0.004$ และ 0.039 ตามลำดับ) (ตารางที่ 4 และรูปที่ 2)

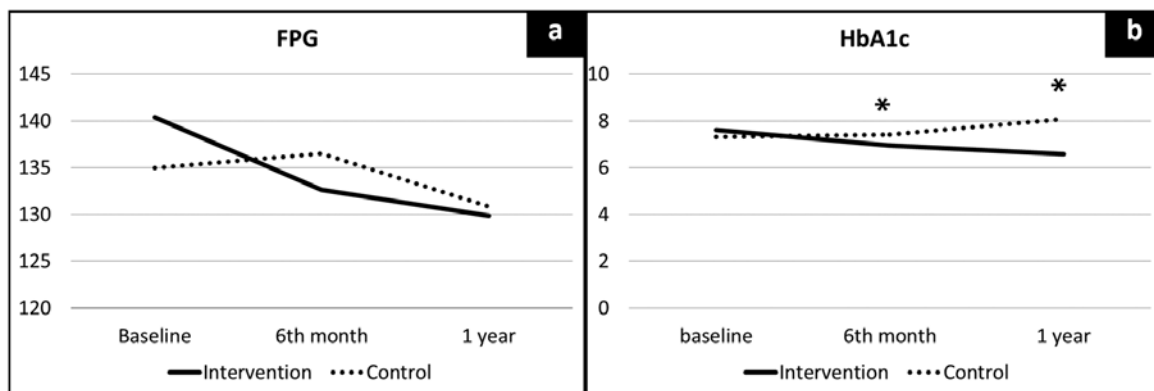
สถานะปริพันธ์

กลุ่มทดลองมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริพันธ์และระดับการสูญเสียการยึดเกาะ

ของอวัยวะปริพันธ์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริพันธ์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างครั้งที่วัด ($p<0.001$ <0.001 และ 0.036 ตามลำดับ) และครั้งที่วัดต่อกลุ่ม ($p<0.001$ <0.001 และ 0.001 ตามลำดับ) ส่วนค่าความลึกของร่องปริพันธ์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะครั้งที่วัด ($p<0.001$) แสดงว่าสถานะปริพันธ์มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นกับกลุ่ม (ตารางที่ 3 และรูปที่ 3)

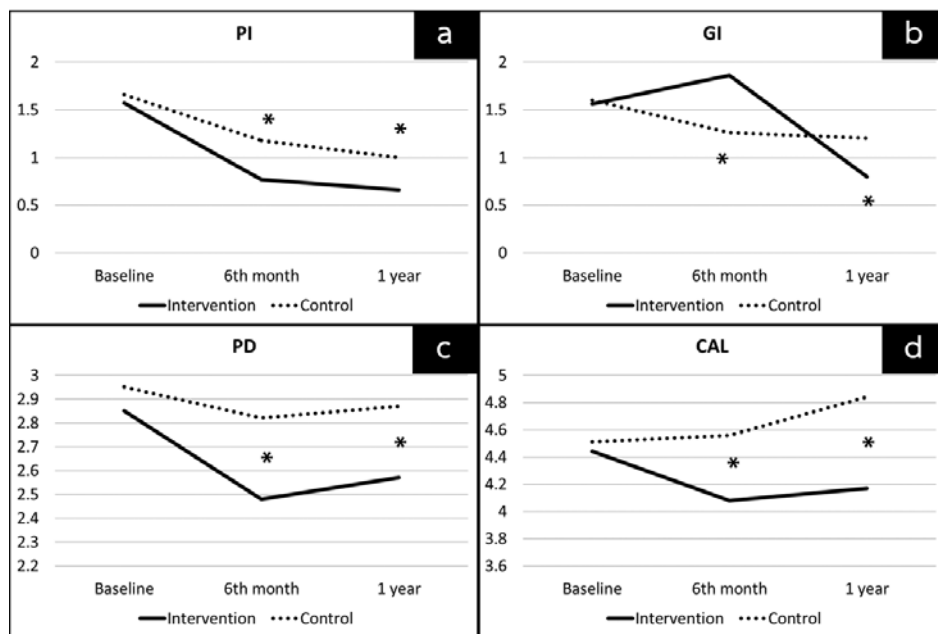
Post Hoc test พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริพันธ์และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริพันธ์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี (ตารางที่ 4 และรูปที่ 3)

เมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด กลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้มีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดน้อยกว่าร้อยละ 6.5 และกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้มีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 6.5²³ พบว่าเมื่อเริ่มต้นการศึกษากลุ่มทดลองมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ร้อยละ 12.1 ขณะที่กลุ่มควบคุมมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้มากกว่ากลุ่มทดลอง (ร้อยละ 18.0) แต่ในการติดตามผล 6 เดือนและ 1 ปี กลุ่มทดลองมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 31.9 และ 45.1 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ในการติดตามผล 6 เดือนและ 1 ปี เท่ากันคือร้อยละ 16.9 (ตารางที่ 5)



รูปที่ 2 ค่าระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี (รูปที่ 2a: FPG และ รูปที่ 2b: HbA1c)

Figure 2 The glycemic level of the intervention and the control groups at baseline, 6th month, and 1 year follow up (Fig 2a: FPG and Fig 2b: HbA1c)



รูปที่ 3 สภาวะปริทันต์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี (รูปที่ 3a: PI รูปที่ 3b: GI รูปที่ 3c: PD และรูปที่ 3d: CAL)
 Figure 3 The periodontal status of the intervention and the control groups at baseline, 6th month, and 1 year follow up (Fig 3a: PI, Fig 3b: GI, Fig 3c: PD, and Fig 3d: CAL)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเริ่มต้นการศึกษา (n=192)

Table 1 Baseline characteristics (n=192)

Variables	Intervention group (n=96)	Control group (n=96)	p
Gender			
Male	26 (27.1)	38 (39.6)	0.066
Female	70 (72.9)	58 (60.4)	
Age (years)	61.34 ± 10.07	63.4 ± 8.90	0.096
Educational level			
Illiteracy	5 (5.2)	5 (5.2)	0.218
Primary school	57 (59.4)	66 (68.7)	
Secondary school	17 (17.7)	18 (18.8)	
Vocational school	7 (7.3)	2 (2.1)	
Bachelor degree	10 (10.4)	5 (5.2)	
BMI (kg/m²)	27.09 ± 4.82	26.44 ± 5.13	0.889
Health insurance			
Universal coverage (Public Health Center 54) [©]	81 (84.4)	84 (87.5)	0.193
Universal coverage (other) [©]	2 (2.1)	6 (6.3)	
Government/state enterprise officer	8 (8.3)	5 (5.2)	
No	5 (5.2)	1 (1.0)	
Diabetes duration (years)	10.00 (1, 40)	8.50 (1, 33)	0.352
Smoking			
Never	88 (91.7)	85 (88.5)	
Ever	3 (3.1)	4 (4.2)	0.768
Current smoker	5 (5.2)	7 (7.3)	

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเริ่มต้นการศึกษา (n=192) (ต่อ)

Table 1 Baseline characteristics (n=192) (cont.)

Variables	Intervention group (n=96)	Control group (n=96)	p
FPG	140.40±34.48	135.44±25.35	0.141
HbA1c	7.77±1.28	7.58±1.19	0.134
PI	1.55±0.59	1.67±0.51	0.137
GI	1.55±0.58	1.63±0.64	0.393
PD	2.83±0.72	2.96±1.08	0.316
CAL	4.43±144	4.65±1.99	0.374

p by chi-square test: gender and smoking

Fisher's exact test: educational level and health insurance

t-test: age, FPG, HbA1c, PI, GI, PD, and CAL

Mann-Whitney U test: Diabetes duration

^cUniversal coverage refers to the government health policy. Patients must nominate their health center and attend that health center to receive the benefits.

Note: Values are mean ± SD for continuous data, and frequency (%) for categorical data, except where specified.

** Median (Min, Max)

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของค่าระดับกลูโคสในพลาสมาและระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดระหว่างกลุ่มและเวลา (n=180)

Table 2 Differences of FPG and HbA1c levels between groups and pairwise time points (n=180)

Source of variation	MS	F	P
FPG			
Between subjects			
Intervention	9586862.982	0.359	<0.001*
Within group (error) (between group error)	1423.904		
Within subjects			
Time	1404.373	3.741	0.025*
Intervention x Time	2746.058	7.315	0.001*
Intervention x Within group (error) (within subject error)	375.407		
HbA1c			
Between subjects			
Intervention	28957.977	4.489	<0.001*
Within group (error) (between group error)	9.629		
Within subjects			
Time	3.514	0.435	0.647
Intervention x Time	35.495	4.498	0.013*
Intervention x Within group (error) (within subject error)	8.070		

p by Repeated measure ANOVA

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

MS: Mean Squares

F: F-test

ตารางที่ 3 ความแตกต่างของค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ระหว่างกลุ่มและเวลา (n=180)

Table 3 Differences of PI, GI, PD, and CAL levels between groups and pairwise time points (n=180)

Source of variation	MS	F	P
PI			
Between subjects			
Intervention	703.501	16.675	<0.001*
Within group (error) (between group error)	0.620		
Within subjects			
Time	31.098	217.936	<0.001*
Intervention x Time	1.246	8.734	<0.001*
Intervention x Within group (error) (within subject error)	0.143		
GI			
Between subjects			
Intervention	792.111	13.779	<0.001*
Within group (error) (between group error)	0.760		
Within subjects			
Time	18.810	138.626	<0.001*
Intervention x Time	1.977	14.571	<0.001*
Intervention x Within group (error) (within subject error)	0.136		
PD			
Between subjects			
Intervention	4111.374	4.252	<0.001*
Within group (error) (between group error)	1.911		
Within subjects			
Time	2.906	11.274	<0.001*
Intervention x Time	0.737	2.859	0.059
Intervention x Within group (error) (within subject error)	0.258		
CAL			
Between subjects			
Intervention	10563.232	3.145	<0.001*
Within group (error) (between group error)	6.952		
Within subjects			
Time	1.918	3.345	0.036*
Intervention x Time	4.249	7.411	0.001*
Intervention x Within group (error) (within subject error)	0.573		

p by Repeated measure ANOVA

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

MS: Mean Squares

F: F-test

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี (n=180)

Table 4 Comparisons of the difference measurements of glycemic level and periodontal status in the intervention and the control groups at baseline, 6th month, and 1 year follow up (n=180)

Variables	Control Group (n=89)	Intervention Group (n=91)	Mean Difference	p
FPG				
Baseline	134.94±25.55	140.40±34.73	-5.46±4.55	0.811
6 th month	136.48±25.45	132.60±28.48	3.40±4.03	0.401
1 year	130.87±24.12	129.87±21.08	1.68±3.37	0.619
HbA1c				
Baseline	7.32±1.17	7.60±1.03	-0.28±0.17	0.097
6 th month	7.42±1.33	6.94±0.82	0.48±0.16	0.004*
1 year	8.07±6.85	6.57±0.58	1.50±0.72	0.039*
PI				
Baseline	1.66±0.51	1.57±0.58	0.09±0.08	0.278
6 th month	1.18±0.61	0.77±0.52	0.41±0.09	<0.001*
1 year	1.00±0.61	0.66±0.44	0.34±0.08	<0.001*
GI				
Baseline	1.60±0.64	1.56±0.58	0.04±0.09	0.688
6 th month	1.26±0.63	1.86±0.58	0.40±0.09	<0.001*
1 year	1.20±0.61	0.80±0.47	0.40±0.08	<0.001*
PD				
Baseline	2.95±1.07	2.85±0.73	0.10±0.14	0.467
6 th month	2.82±1.02	2.48±0.73	0.34±0.13	0.011*
1 year	2.87±1.07	2.57±0.68	0.30±0.13	0.027*
CAL				
Baseline	4.51±1.83	4.44±1.41	0.07±0.24	0.790
6 th month	4.56±1.80	4.08±1.45	0.48±0.24	0.025*
1 year	4.84±1.97	4.17±1.30	0.67±0.25	0.008*

Pairwise comparisons of the difference measurements. Adjustment for multiple comparison: Bonferroni.

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในครั้งที่ 1 ติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี (n=180)

Table 5 The number of well-controlled and poor-controlled participants between the intervention and the control groups at baseline, 6th month, and 1 year follow up (n=180)

Variables	Baseline n (%)	6th month n (%)	1-year n (%)
Intervention group (n=91)			
- Well-controlled (HbA1c<6.5%)	11 (12.1)	29 (31.9)	41 (45.1)
- Poor-controlled (HbA1c≥6.5%)	80 (87.9)	62 (68.1)	50 (54.9)
Control group (n=89)			
- Well-controlled (HbA1c<6.5%)	16 (18.0)	15 (16.9)	15 (16.9)
- Poor-controlled (HbA1c≥6.5%)	73 (82.0)	74 (83.1)	74 (83.1)

บทวิจารณ์

โปรแกรม Brief-LCDC เป็นโปรแกรมที่ครอบคลุมทุกแง่มุมของการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน โปรแกรมนี้รวมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเข้ากับการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยใช้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจร่วมกับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการ มีประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำตาลในเลือดและควบคุมสภาวะปริทันต์ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี

ประสิทธิภาพของโปรแกรม Brief-LCDC สอดคล้องกับประสิทธิภาพของโปรแกรม LCDC¹⁹ ซึ่งดำเนินการในผู้สูงอายุที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยใช้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจร่วมกับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการเช่นกัน โปรแกรม LCDC มีข้อจำกัดคือดำเนินการเฉพาะผู้สูงอายุใช้เวลาในแต่ละครั้งนาน และให้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจทุก 3 เดือน แต่โปรแกรม Brief-LCDC ดำเนินการในผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มอายุ และลดความถี่ในการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจเป็นทุก 6 เดือน การดูแลผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้การควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการและการดูแลแบบผู้ป่วยเป็นศูนย์กลาง (การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ) จากโปรแกรม Brief-LCDC สอดคล้องกับแนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานของสมาคมโรคเบาหวานสหรัฐอเมริกาและสมาคมโรคเบาหวานยุโรป⁹ การศึกษาที่พบว่าแม้จะลดความถี่ของการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจจากทุก 3 เดือนเป็น 6 เดือน โปรแกรม Brief-LCDC ยังคงสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดและควบคุมสภาวะปริทันต์ การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจจากโปรแกรม Brief-LCDC เป็นการสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวานทั้งทางด้านสุขภาพกายและสุขภาพช่องปาก การที่ผู้ป่วยเลือกเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้วยตนเอง ก่อให้เกิดแนวโน้มของการปฏิบัติที่เหมาะสมมากขึ้น¹⁰ Kwasnicka และคณะ²³ ได้ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่าการศึกษาของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต้องผ่าน 5 ระยะคือ (1) สร้างแรงจูงใจในการคงสภาพ (maintenance motives) (2) การควบคุมตนเอง (self-regulation) (3) ทรัพยากร (resources) (4) นิสัย (habit) (5) สร้างสิ่งแวดล้อมและการสนับสนุนจากสังคม (environmental and social influences) จะเห็นได้ว่าโปรแกรม Brief-LCDC ครอบคลุมทุกระยะของการคงสภาพของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และการติดตามผลเป็นระยะเวลา 1 ปี ทำให้สามารถติดตามการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวาน โปรแกรม Brief-LCDC ครอบคลุมจนถึงระยะที่ 5 สร้างสิ่งแวดล้อมและการสนับสนุนจากสังคม จากการสร้างสิ่งแวดล้อมในคลินิกเบาหวาน

ศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทักษิณีย์ ที่เอื้อต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม รวมถึงการสนับสนุนจากสังคมจากเจ้าหน้าที่ในศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทักษิณีย์ และการสนับสนุนจากผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการร่วมกัน เนื่องจากผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการที่ศูนย์บริการสาธารณสุข 54 ทักษิณีย์ มารับบริการมาเป็นเวลานานมีความสนิทสนมกัน

โปรแกรม Brief-LCDC สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดทั้งระดับกลูโคสในพลาสมาและระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดในการติดตามผล 6 เดือน และ 1 ปี แต่พบว่ามีเฉพาะค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับกลูโคสในพลาสมาวัดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยหลังอดอาหาร 8 ชั่วโมง²² แต่ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดเป็นการวัดค่าเฉลี่ยของน้ำตาลในเลือดที่จับกับฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดงในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา เนื่องจากเม็ดเลือดแดงมีอายุ 3 เดือน²⁴ การที่ผู้ป่วยในกลุ่มทดลองมีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าใน 3 เดือนที่ผ่านมาผู้ป่วยสามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี ซึ่งค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดสามารถแสดงการควบคุมระดับน้ำตาลของผู้ป่วยได้ดีกว่าระดับกลูโคสในพลาสมาที่แสดงถึงการควบคุมระดับน้ำตาลเพียง 8 ชั่วโมง การที่ผู้ป่วยเบาหวานกลุ่มควบคุมมีระดับกลูโคสในพลาสมาลดลงน่าจะเกิดจากผู้ป่วยทราบว่าต้องมาพบแพทย์จึงควบคุมระดับน้ำตาลก่อนมาเท่านั้น ระดับน้ำตาลที่ลดลงไม่ได้เกิดจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหรือการดูแลสุขภาพช่องปาก เมื่อพิจารณาสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้กับกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ โดยใช้ค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดตามเกณฑ์ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา²² พบว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรม Brief-LCDC มีสัดส่วนของจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงการติดตามผล 1 ปี ขณะที่กลุ่มควบคุมมีสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ค่อนข้างคงที่ แสดงถึงประสิทธิภาพของโปรแกรม Brief-LCDC นอกจากสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้แล้วยังสามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างอยู่ในกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้มากขึ้นต่อเนื่อง

ระดับน้ำตาลในเลือดที่ลดลงจากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมามีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมระยะสั้น²⁴ และการให้คำปรึกษารายบุคคลเดือนละครั้งร่วมกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดูแลตนเอง^{25,26} ลดระดับน้ำตาลในเลือด ขณะที่ Reusch และ Manson¹⁴ ศึกษาการส่งเสริมให้ผู้ป่วยเบาหวานดูแล

ตนเองและให้สุศึกษา 1 ครั้ง ติดตามผลระยะยาวเป็นเวลา 3 ปี ไม่พบความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือด แต่โปรแกรม Brief-LCDC ลดระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดในการติดตามผล ทั้ง 6 เดือน และ 1 ปี เนื่องจากโปรแกรมนี้นำการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจทุก 6 เดือน และมีการทบทวนเป้าหมายการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทุก ๆ เดือน

โปรแกรม Brief-LCDC ควบคุมสภาวะปริทันต์ โดยลดดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์ และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ การลดลงของดัชนีคราบจุลินทรีย์ แสดงถึงความใส่ใจในการรักษานามัยช่องปากนำไปสู่การลดลงของดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์¹⁷ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการรักษาโรคปริทันต์โดยการให้ทันตสุขศึกษา สอนแปรงฟัน และขูดหินปูนลดระดับน้ำตาลในเลือดและควบคุมสภาวะปริทันต์^{16,17} แต่การศึกษาในประเทศไทยกลับพบว่าการรักษาโรคปริทันต์ลดระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁷ เนื่องจากการศึกษาในประเทศไทยเน้นการรักษาโรคปริทันต์เพียงอย่างเดียวและความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างเช่น เศรษฐฐานะ ระดับการศึกษา วัฒนธรรม ฯลฯ ส่งผลให้ผลการศึกษาดูแตกต่างกัน ขณะที่อาณัติและคณะ²⁷ นำการบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจไปใช้กับผู้สูงอายุติดเตียงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการลดลงของคราบจุลินทรีย์ โดยอาณัติและคณะ เน้นให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจในการดูแลสุขภาพช่องปากมากกว่าวิธีการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ แต่โปรแกรม Brief-LCDC เน้นทั้งให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจและฝึกทำความสะอาดช่องปาก โดยทันตสุขศึกษารายบุคคล จึงทำให้โปรแกรมฉบับย่อสามารถลดดัชนีคราบจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความรุนแรงของโรคปริทันต์ส่งผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด²⁸ การตรวจคัดกรองโรคปริทันต์เพื่อป้องกันอาการแทรกซ้อนในช่องปากของโรคเบาหวานเป็นส่วนหนึ่งของการดูแลผู้ป่วยเบาหวานโดยทีมสหวิชาชีพ²⁹ ซึ่งการใช้โปรแกรม Brief-LCDC แก่ผู้ป่วยเบาหวานตั้งแต่เริ่มเป็นโรคเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันอาการแทรกซ้อนในช่องปาก

การศึกษานี้ตัดผู้ป่วยที่มีโรคปริทันต์ระดับรุนแรง คือผู้ป่วยที่มีค่าความลึกของร่องปริทันต์มากกว่า 5 มิลลิเมตร ออกจากการศึกษา เนื่องจากเป็นความลึกของร่องปริทันต์ที่ควรทำการส่งต่อเพื่อทำการรักษา เพื่อป้องกันการลุกลามของโรคและการสูญเสียฟัน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกับการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยใช้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ จากโปรแกรม Brief-LCDC ยังไม่เพียงพอในการรักษาโรคปริทันต์ระดับรุนแรง อย่างไรก็ตามจากการสุ่มและคัดผู้ป่วยออกจากการศึกษานี้พบว่า

ผู้ป่วยเบาหวานเพียง 4 ราย ที่เป็นโรคปริทันต์ระดับรุนแรง สาเหตุที่พบผู้ป่วยเบาหวานที่เป็นโรคปริทันต์ระดับรุนแรงน้อย เนื่องจากศูนย์บริการสาธารณสุขให้การรักษาระดับปฐมภูมิ ดูแลผู้ป่วยเบาหวานในระยะเริ่มแรกเท่านั้น หากผู้ป่วยเบาหวานมีอาการแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานจะถูกส่งต่อไปรักษายังโรงพยาบาลในระดับทุติยภูมิ

การศึกษานี้มีจุดแข็ง (strength) คือมีอัตราการคงอยู่ของกลุ่มตัวอย่างสูง (ร้อยละ 93.8) ใช้วิธีสุ่มปกปิดสองทาง ใช้ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (biomarker) ได้แก่ระดับกลูโคสในพลาสมา ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์ และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในการวัดผลลัพธ์ของการศึกษา และติดตามผล 1 ปี อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดคือมีโอกาสเกิดอคติจากการเลือกกลุ่มตัวอย่าง (selection bias) จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากความสมัครใจ การศึกษานี้ยังขาดข้อมูลการรักษาโรคปริทันต์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างช่วงการทดลอง จึงไม่สามารถหาสาเหตุของระดับน้ำตาลในเลือดและสภาวะปริทันต์ที่ดีขึ้นว่าเกี่ยวข้องกับการรักษาปริทันต์ระหว่างการทดลองด้วยหรือไม่ นอกจากนี้ในระหว่างการศึกษาไม่มีข้อมูลของการรักษาโรคเบาหวานที่อาจมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลการรักษาโรคปริทันต์ การติดตามผลต่อเนื่องในระยะยาวเพื่อดูผลของโปรแกรมความเป็นไปได้ในการใช้โปรแกรมในระยะยาว และความเหมาะสมในการนำโปรแกรมไปใช้ในพื้นที่อื่น ๆ

สรุปผลการศึกษา

โปรแกรม Brief-LCDC เป็นโปรแกรมที่ครอบคลุมทุกแง่มุมของการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในทุกกลุ่มอายุ รวมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเข้ากับการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยใช้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจร่วมกับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอย่างบูรณาการ โปรแกรมนี้ใช้การบำบัดเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจทุก 6 เดือน ร่วมกับทบทวนความรู้ทุกเดือน สามารถลดระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด และควบคุมสภาวะปริทันต์ (ดัชนีคราบจุลินทรีย์ ดัชนีสภาพเหงือก ค่าความลึกของร่องปริทันต์ และระดับการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี โปรแกรมนี้สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ทุกกลุ่มอายุสอดคล้องกับสถานการณ์โรคเบาหวานในประเทศไทยที่มีการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยเบาหวานในวัยทำงานเป็นการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานตั้งแต่ผู้ป่วยเริ่มเป็นโรค

เอกสารอ้างอิง

- Kidambi S, Patel SB. Diabetes mellitus: considerations for dentistry. *J Am Dent Assoc* 2008;139:8-18.
- World Health Organization (WHO). Global status report on noncommunicable diseases 2010:Description of the global burden of NCDs, their risk factors and determinants. Geneva: WHO; 2011.
- National Health Examination Survey Office (NHESO). The fifth Thai national health examination survey 2014. Bangkok: NHESO; 2017.
- Rungsin R. An assessment on quality of care among patients diagnosed with type 2 diabetes and hypertension visiting hospitals of Ministry of Public Health and Bangkok Metropolitan Administration in Thailand, 2012. Bangkok: National Health Security Office; 2012.
- Albert DA, Ward A, Allweiss P, Graves DT, Knowler WC, Kunzel C, et al. Diabetes and oral disease: implications for health professionals. *Ann N Y Acad Sci* 2012;1255:1-15.
- Lamster IB, Lalla E, Borgnakke WS, Taylor GW. The relationship between oral health and diabetes mellitus. *J Am Dent Assoc* 2008;139:19-24.
- Rajhans NS, Kohad RM, Chaudhari VG, Mhaske NH. A clinical study of the relationship between diabetes mellitus and periodontal disease. *J Indian Soc Periodontol* 2011;15(4):388-92.
- Reusch JE, Manson JE. Management of type 2 diabetes in 2017 getting to goal. *JAMA* 2017;317(10):1015-6.
- Hettema JE, Steele JM, Miller WR. Motivational interviewing. *Ann Rev Clin Psychol* 2005;1:91-111.
- Gao X, Lo EC, Kot SC, Chan KC. Motivational interviewing in improving oral health: a systematic review of randomized controlled trials. *J Periodontol* 2014;85(3):426-37.
- Vermunt PW, Iyon EM, Frits W, Baan CA, Schelfhout JD, Westert Gp, et al. Implementation of a lifestyle intervention for type 2 diabetes prevention in Dutch primary care: opportunities for intervention delivery. *BMC Fam Pract* 2012;13:79-89.
- Noda K, Zhang B, Iwata A, Nishikawa H, Ogawa M, Nomiyama T, et al. Lifestyle changes through the use of delivered meals and dietary counseling in a single-blind study. The STYLIST study. *Circ J* 2012;76(6):1335-44.
- Khunti K, Laura JG, Timothy S, Fisher H, Davies MJ. Effectiveness of a diabetes education and self-management programme (DESMOND) for people with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus: three year follow-up of a cluster randomised controlled trial in primary care. *BMJ* 2012;344:e2333.
- Katagiri S, Nitta H, Nagasawa T, Izumi Y, Kanazawa M, Matsuo A, et al. Effect of glycemic control on periodontitis in type 2 diabetic patients with periodontal disease. *J Diabetes Investig* 2013;4:320-5.
- Ou L, Li RF. Effect of periodontal treatment on glycosylated hemoglobin levels in elderly patients with periodontal disease and type 2 diabetes. *Chin Med J* 2011;124(19):3070-3.
- Singh SK, Kumar S, Subbappa A. The effect of periodontal therapy on the improvement of glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled clinical trial. *Int J Diabetes Dev Ctries* 2008;28(2):38-44.
- Promsudthi A, Pimapsanri S, Deerochanawong C, Kanchanasita W. The effect of periodontal therapy on uncontrolled type 2 diabetes mellitus in older subjects. *Oral Disease* 2005;11(5):293-8.
- Sheiham A, Moyses S, Watt RG, Bonecker M. Promoting the oral health of children. 2nd ed. Brasil: Rua Apeninos; 2014.
- Saengtibovorn S, Taneepanichskul S. Effectiveness of Lifestyle Change Plus Dental Care (LCDC) Program in Improving Glycemic and Periodontal Status in Aging Diabetic Patients: A Cluster Randomized Controlled Trial. *J Periodontol* 2015;86(4):507-15.
- Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy 2. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 1964;22:121-35.
- Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:533-51.
- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care* 2013;36Suppl1:S67-74.
- Kwasnicka D, Dombrowski SU, White M, Sniehotta F. Theoretical explanations for maintenance of behavior change: a systematic review of behavior theories. *Health Psychol Rev* 2016;10(3):277-96.
- Drozek D, Diehl H, Nakazawa M, Kostohryz T, Morton D, Shubrook JH. Short-term effectiveness of a lifestyle intervention program for reducing selected chronic disease risk factors in individuals living in rural appalachia: a pilot cohort study. *Adv Prev Med* 2014;2014:798184.
- Morrison F, Shubina M, Turchin A. Lifestyle counseling in routine care and long-term glucose, blood pressure, and cholesterol control in patients with diabetes. *Diabetes Care* 2012;35(2):334-41.
- Gao J, Wang J, Zheng P, Haardörfer R, Kegler MC, Zhu Y, et al. Effects of self-care, self-efficacy, social support on glycemic control in adults with type 2 diabetes. *BMC Fam Pract* 2013;14:66-71.
- Martragul A, Hunsrisakhun J, Watanapa A. Effectiveness of motivational interviewing for improving bedridden elderly people's oral health by the family caregiver: a randomized controlled trial. *J Dent Assoc Thai* 2018;68(3):256-69.
- Kim EK, Lee SG, Choi YH, Won KC, Moon JS, Merchant AT, et al. Association between diabetes-related factors and clinical periodontal parameters in type-2 diabetes mellitus. *BMC Oral Health* 2013;13:64-71.
- Pumerantz AS, Bissett SM, Dong F, Ochoa C, Wassall RR, Heidi D, et al. Standardized screening for periodontitis as an integral part of multidisciplinary management of adults with type 2 diabetes: an observational cross-sectional study of cohorts in the USA and UK. *BMJ Open Diab Res Care* 2017;5(1):e000413.

ผลลัพธ์ทางคลินิกของรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง: ประสบการณ์ ในโรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Clinical Outcomes of Dental Implants on Vascularized Fibular Bone Graft: Experience at Dental Hospital, Prince of Songkla University

พิชัย วิทยากิตติพงษ์¹, ทิปปภา อารีวัฒนา¹

Pichai Vittayakittipong¹, Thippapa Areewattana¹

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

¹Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกและวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2560 ทำการเก็บข้อมูลจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป โรคทางระบบ พฤติกรรมเสี่ยง สาเหตุ ความยาวและชนิดของความพิการ ช่วงเวลาการผ่าตัดบูรณะ สภาวะของกระดูกและเนื้อเยื่ออ่อนก่อนการฝังรากเทียม ข้อมูลการฝังรากเทียมและภาวะแทรกซ้อน และเรียกผู้ป่วยกลับมาเพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกเชิงจิตวิสัยและวัตถุวิสัยเพื่อคำนวณอัตราการรอดและอัตราความสำเร็จของรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง การวิเคราะห์ทางสถิติใช้สถิติแบบพหุคูณ วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลเชิงคุณภาพ และปริมาณใช้ Chi-square (χ^2) และ Man-Whitney U test ตามลำดับ โดยระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยจำนวน 10 ราย เป็นเพศชาย 3 ราย เพศหญิง 7 ราย อายุเฉลี่ยเท่ากับ 37.0 ± 13.6 ปี มีช่วงอายุ 21-60 ปี สาเหตุของความพิการร้อยละ 80 มาจากเนื้องอกอะมีโลบลาสโตมา เป็นความพิการของกระดูกขากรรไกรล่างและบนจำนวน 9 ราย และ 1 รายตามลำดับ ความยาวของความพิการเฉลี่ยเท่ากับ 11.1 ± 3.2 ซม. จำนวน 9 ใน 10 รายมีความสูงของกระดูกน่องไม่พอสำหรับการฝังรากเทียมและได้รับการปลูกกระดูกจากสะโพกเพื่อเพิ่มความสูง มีการฝังรากเทียมทั้งหมดจำนวน 50 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมโดยเฉลี่ย 4.2 ± 0.7 มม. และมีความยาวเฉลี่ย 13.3 ± 1.6 มม. ผลลัพธ์ทางคลินิกของการฝังรากเทียมบนกระดูกน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงพบว่าอัตราการอยู่รอดเท่ากับร้อยละ 72 และอัตราความสำเร็จเท่ากับร้อยละ 65 กลุ่มรากเทียมที่ยังไม่ได้ใส่ฟันเทียมมีสัดส่วนการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมมากกว่ากลุ่มรากเทียมที่ใส่ฟันเทียมแล้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) สรุปว่า การฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงหลังการบูรณะกระดูกขากรรไกรมีผลลัพธ์ทางคลินิกที่ยอมรับได้สำหรับการฟื้นฟูสภาพช่องปาก การติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อดูแลสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดและอัตราความสำเร็จของรากเทียมมากขึ้น

คำสำคัญ: กระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง, ผลลัพธ์ทางคลินิก, รากเทียม

Abstract

The aims of this study were to assess clinical outcomes and to analyze the related factors in the patients who underwent osseointegrated dental implants on vascularized fibular bone graft at Dental Hospital, Prince of Songkla University during A.D. 2009-2017. The demographic data, systemic diseases, medications, causes, length and type of defect, and timing of reconstruction were collected. Conditions of bone and soft tissue before dental implantation as well as data regarding dental implant installations and complications were collected. All patients were recalled to assess subjective and objective clinical outcomes for calculating survival and success rate of dental implants. The data were analyzed statistically using Chi-square (χ^2) and Man-Whitney U test with the level of significance at $p < 0.05$. The result showed that ten patients were included in the study (3 males, 7 females) with mean age 37.0 ± 13.6 years (range 21-60 years). Ameloblastoma was the most common cause of the defect (80 %). There were 9 mandibular and 1 maxillary defects. Mean defect length was 11.1 ± 3.2 cm. Inadequate height of fibula for dental implantation was found in 9 patients and corrected with an additional bone graft using iliac bone. Fifty dental implants were placed on fibular bone graft with a mean of implant diameter was 4.2 ± 0.7 mm. and of implant length was 13.3 ± 1.6 mm. The survival and success rate of dental implants on vascularized fibular bone graft were 72 % and 65 % respectively. The dental implant without prosthesis group had higher proportion of peri-implantitis than the dental implant with prosthesis group significantly ($p = 0.01$). The study concluded that clinical outcomes of dental implant after oral and maxillofacial reconstruction with vascularized fibular bone graft are acceptable for oral rehabilitation. Long-term maintenance for peri-implant tissue is necessary to increase the success and survival rate.

Keywords: Vascularized fibular bone graft, Clinical outcome, Dental implant

Received Date: Jun 19, 2019

Revised Date: Jul 3, 2019

Accepted Date: Jul 19, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.50

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

พิชัย วิทยาภิตติพงษ์, ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 ประเทศไทย

โทรศัพท์ 081-6981083 อีเมล : pichai.v@hotmail.com

Correspondence to:

Pichai Vittayakittipong. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90110, Thailand. Tel: 081-6981083, Email: pichai.v@hotmail.com

บทนำ

ผู้ป่วยที่มีรอยโรคบริเวณกระดูกขากรรไกรและใบหน้า เช่น เนื้องอกชนิดธรรมดา หรือร้ายแรง ถูกรักษาจนมีโอกาสดังกล่าวเป็นซ้ำสูง กระดูกเน่าตายจากการฉายรังสี หรือกระดูกติดเชื้อเรื้อรัง ผู้ป่วยอาจต้องเสียกระดูกขากรรไกรบางส่วนไปจากรอยโรคเองหรือจากการผ่าตัดรักษา ทำให้เกิดความพิการของกระดูกขากรรไกร ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิต การพูด และความผิดปกติของใบหน้า จึงจำเป็นต้องผ่าตัดบูรณะกระดูกขากรรไกรเพื่อลดปัญหาดังกล่าว การบูรณะกระดูกขากรรไกรทำได้โดยการนำกระดูกส่วนต่าง ๆ ของผู้ป่วยมา

ปลูกทดแทนกระดูกขากรรไกร กระดูกปลูกแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ กระดูกปลูกที่ไม่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง (non-vascularized bone graft) มักนำมาจากสันกระดูกสะโพก (iliac crest) และ กระดูกปลูกที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง (vascularized bone graft) สามารถนำมาจากกระดูกน่อง (fibula) กระดูกสะบัก (scapula) กระดูกสะโพก (ilium) เป็นต้น โดยข้อดีของกระดูกที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงเมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกปลูกที่ไม่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง คือ สามารถทดแทนความพิการขนาดใหญ่ของกระดูกขากรรไกรได้

ใช้ได้ดีกรณีมีความพิการของกระดูกขากรรไกรร่วมกับการสูญเสียเนื้อเยื่ออ่อนในคราวเดียวกัน รวมทั้งมีการหายของแผลที่เร็วกว่า และเกิดการละลายของกระดูกปลุกน้อยกว่า 1 กระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง (vascularized fibular bone graft, VFBG) เป็นกระดูกปลุกที่นิยมมากที่สุดในการนำมาใช้ในการบูรณะกระดูกขากรรไกร เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ให้กระดูกที่มีความยาวสูงสุดได้ถึง 25 เซนติเมตร หลอดเลือดที่มาเลี้ยงมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่และมีความยาวถึง 12 เซนติเมตรทำให้สามารถต่อหลอดเลือดได้ง่าย สามารถทำการผ่าตัดได้สองทีมในเวลาเดียวกัน มีภาวะทุพพลภาพบริเวณผู้ให้ต่ำ กระดูกน้องมีลักษณะเป็นกระดูกทึบสองด้าน (bicortex) มีขนาดและรูปร่างเหมาะสำหรับการฝังรากเทียม²⁻⁴

การฝังรากเทียมบนกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าสามารถบูรณะและฟื้นฟูสภาพช่องปากให้ผู้ป่วยสามารถกลับมาเคี้ยวอาหารได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด มีความปลอดภัย และอัตราความสำเร็จสูง^{3,5-7} อย่างไรก็ตาม การบูรณะฟื้นฟูสภาพภายในช่องปากด้วยรากเทียมบนกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากการปลุกกระดูกมักมีสภาวะภายในช่องปากไม่เอื้ออำนวยต่อการฝังรากเทียม เช่น มีช่องว่างระหว่างสันเหงือกบนล่าง (interarch space) ที่กว้าง⁸ แผ่นผิวหนัง (skin paddle) ที่นำมาบูรณะเนื้อเยื่ออ่อนมีขนาดใหญ่และหนา เนื้อเยื่ออ่อนบนสันเหงือกมักไม่มีเคอราติน (non-keratinized tissue)⁹ และขยับได้ (mobile tissue) นอกจากสภาวะในช่องปากดังกล่าวแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของการฝังรากเทียมบนกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มเหล้า ผู้ป่วยสูงอายุ ดังนั้นการศึกษาผลลัพธ์โดยการติดตามผู้ป่วย ประเมินสภาวะของเนื้อเยื่ออ่อนและกระดูกรอบรากเทียมหลังการฝังรากเทียมบนกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงจึงมีความสำคัญ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกของผู้ป่วยภายหลังการฝังรากเทียมในกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการฝังรากเทียมในกระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงกับผลลัพธ์ทางคลินิก

วัตถุประสงค์และวิธีการ

ทำการศึกษาย้อนหลังในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดปลูกกระดูกบริเวณกระดูกขากรรไกรและใบหน้าโดยใช้กระดูกปลุกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง ร่วมกับการฝังรากเทียม ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2560 งานวิจัยนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัยของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EC6012-39-P-LR) มีเกณฑ์ในการ

คัดเลือกผู้ป่วย (inclusion criteria) คือ เป็นผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดปลูกกระดูกน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงบริเวณกระดูกขากรรไกรและใบหน้าร่วมกับการฝังรากเทียมและยินยอมในการเข้าร่วมงานวิจัย เกณฑ์การคัดผู้ป่วยออก (exclusion criteria) คือผู้ป่วยที่ไม่สามารถกลับมาติดตามผลการรักษาได้ ทำการเก็บข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอก ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว ยาที่ผู้ป่วยได้รับ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ และดื่มแอลกอฮอล์ ข้อมูลการผ่าตัดบูรณะกระดูกขากรรไกร ได้แก่ สาเหตุของการตัดขากรรไกร ความยาวของความพิการชนิดของความพิการในกระดูกขากรรไกรล่างตาม HCL method ของ Jewer และคณะ ในปี 1989¹⁰ ชนิดของความพิการในกระดูกขากรรไกรบนตามการแบ่งของ Brown และคณะในปี 2000¹¹ ตำแหน่งของฟันและเนื้อเยื่ออ่อนที่เกี่ยวข้องรวมทั้งฟันคู่สบ ช่วงเวลาของการปลูกถ่ายกระดูก ความยาวของกระดูกจากน้องที่ผ่าตัดออกมา จำนวนชิ้นกระดูกน้องที่ตัดแต่งให้เข้ากับกระดูกขากรรไกรของกระดูกรองรับรากฟันและเนื้อเยื่ออ่อนก่อนฝังรากเทียม ข้อมูลรากเทียมที่ฝัง ภาวะแทรกซ้อนภายหลังการฝังรากเทียมและการรักษาที่ผู้ป่วยได้รับ การเรียกผู้ป่วยกลับมาเพื่อติดตามผลการรักษา ให้ผู้ป่วยประเมินผลลัพธ์เชิงจิตวิสัย (subjective outcomes) โดยใช้ visual analog scale (VAS) ในประเด็นเกี่ยวกับ ความพึงพอใจต่อความสวยงามของใบหน้า ความสามารถในการบดเคี้ยว ความสามารถในการพูด ความสามารถในการทำความสะอาดช่องปาก และสภาวะความรู้สึกไม่สบาย เช่น ความเจ็บปวด อาการชา เป็นต้น การประเมินผลลัพธ์เชิงวัตถุวิสัย (objective outcomes) เพื่อประเมินอัตราความสำเร็จ (success rate) และอัตราการอยู่รอด (survival rate) ของรากเทียมตามเกณฑ์ของ Misch และคณะ ในปี 2015¹² ซึ่งประกอบด้วย ประวัติการมีหนองหรือตรวจพบว่ามีหนองรอบรากเทียม อาการปวดเมื่อบดเคี้ยวหรือเคาะ ระดับการโยกของรากเทียม ความลึกของร่องเหงือก (probing depth) ดัชนีเลือดออกเมื่อยังเครื่องมือตรวจร่องเหงือก (bleeding on probing index) ดัชนีแผ่นคราบจุลินทรีย์ (plaque index) และการวิเคราะห์ภาพรังสีเพานอราเมคเพื่อประเมินการละลายของขอบกระดูกรองรับรากเทียม (marginal bone loss) โดยใช้ภาพถ่ายรังสีหลังจากฝังรากเทียมทันที เปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีในวันที่คนไข้กลับมาติดตามผลการรักษา การกำหนดจุดและการวิเคราะห์การละลายของขอบกระดูกรองรับรากเทียมใช้วิธีของ Perez-Sayans และคณะ¹³

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูปใช้สถิติแบบพรรณนาในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ใช้สถิติ Chi-square (χ^2) และ Man-Whitney U test สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลในเชิงคุณภาพ และปริมาณตามลำดับ ใช้ค่า Pearson's correlation coefficient วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ในลักษณะข้อมูลเชิงปริมาณ โดยระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฝังรากเทียมบนกระดูกปลุกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงซึ่งตรงกับเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 10 ราย ในจำนวนนี้เป็นเพศชาย 3 ราย เพศหญิง 7 รายมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 37.0 ± 13.6 ปี มีช่วงอายุระหว่าง 21-60 ปี มีผู้ป่วยเพียงหนึ่งรายที่มีประวัติสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ พยาธิสภาพที่เป็นสาเหตุทำให้ต้องสูญเสียกระดูกขากรรไกรส่วนใหญ่มารจากเนื้องอกอะมีโลบลาสโตมา (ameloblastoma) ร้อยละ 80.0 ความยาวความกว้างของกระดูกขากรรไกรเฉลี่ยเท่ากับ 11.1 ± 3.2 ซม. สำหรับข้อมูลอื่นที่เกี่ยวกับการผ่าตัดบูรณะกระดูก

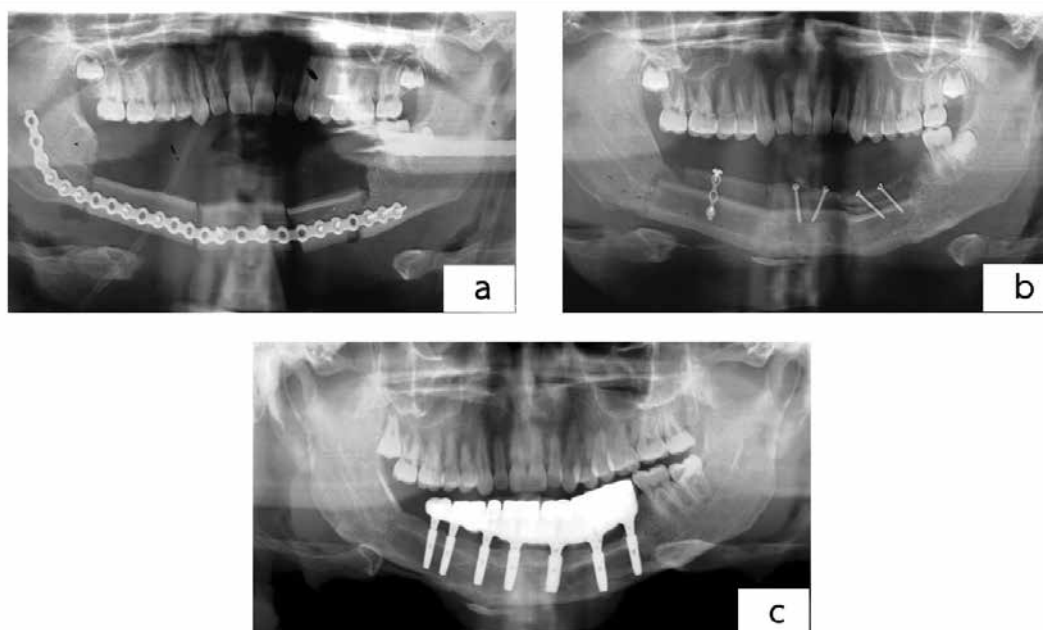
ขากรรไกรด้วยปลุกกระดูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง แสดงดังตารางที่ 1

จากการทบทวนข้อมูลของกระดูกปลุกจากน่องและเนื้อเยื่ออ่อนก่อนการฝังรากเทียมจากแฟ้มประวัติได้ พบว่า 9 ใน 10 รายมีความสูงของกระดูกปลุกจากน่องไม่เพียงพอสำหรับการฝังรากเทียม ได้รับการผ่าตัดเพิ่มความสูงของกระดูกก่อนการฝังรากเทียมด้วยกระดูกปลุกจากสะโพก (iliac bone graft) จำนวน 8 ราย โดยตัวอย่างผู้ป่วยรายหนึ่งแสดงดังรูปที่ 1 กระดูกปลุกจากกระดูกแนวประสานคาง (symphysis bone graft) 1 ราย

ตารางที่ 1 ชนิดความพิการของกระดูกขากรรไกร ช่วงเวลาการผ่าตัดบูรณะกระดูกขากรรไกรและจำนวนชั้นของกระดูกปลุกจากน่อง

Table 1 Type of maxillofacial defect, timing of reconstruction and layer of fibular bone graft.

Reconstructive topics	Status	No. of patient (N=10)
HCL classification for mandibular defects	LCL	3
	L	4
	H	2
Brown's classification for maxillary defects	Class IIa	1
Timing of reconstruction	Immediate	5
	Delay	5
Layer of fibular bone graft	Single barrel	8
	Double barrel	2



รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพรังสีผู้ป่วยรายหนึ่งที่ได้รับการปลุกกระดูกเพิ่มเติมด้วยกระดูกจากสะโพก a) 2 สัปดาห์หลังการปลุกกระดูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง b) 3 เดือนหลังการเพิ่มความสูงกระดูกน่องด้วยกระดูกปลุกจากสะโพก c) 3 เดือนหลังการฝังรากเทียมและทำฟันเทียมบนกระดูกปลุกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง

Figure 1 Radiographic samples from a patient who was undergone the additional bone graft from iliac bone a) Two weeks after vascularized fibular bone grafting b) Three months after additional bone grafting with iliac bone c) Three months after dental implantation with prosthesis on vascularized fibular bone graft

ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเยื่ออ่อนพบว่า 6 ใน 10 รายมีคุณภาพเนื้อเยื่ออ่อนไม่เหมาะสำหรับการฝังรากเทียม โดย 4 รายพบว่าแผ่นผิวหนังที่นำมาปลูกจากน้องมีความหนาอีก 2 รายพบว่าเนื้อเยื่อบนสันเหงือกไม่มีเคอราทินและขยับได้มาก ผู้ป่วยที่มีปัญหาเนื้อเยื่ออ่อนไม่เหมาะสมนี้ได้รับการผ่าตัดลดความหนาของแผ่นผิวหนัง (debulging) จำนวน 4 ราย ผ่าตัดร่นสันเหงือกร่วมกับการปลูกถ่ายเยื่อเมือกจากเพดาน (vestibuloplasty with palatal mucosal graft) 2 รายและผ่าตัดร่นสันเหงือกร่วมกับการปลูกถ่ายผิวหนัง (vestibuloplasty with skin graft) 1 ราย ในผู้ป่วยจำนวน 10 รายนี้มี 6 รายได้รับการทำฟันเทียมหรือครอบฟันที่รองรับด้วยรากเทียมสมบูรณ์แล้ว อีก 4 รายได้รับการฝังรากเทียมแต่ยังไม่ได้รับการใส่ฟันเทียมหรือครอบฟัน

มีการฝังรากเทียมทั้งหมดจำนวน 50 ตัว โดยมีค่าเฉลี่ย 5 ตัวต่อราย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมโดยเฉลี่ย 4.2 ± 0.7 มิลลิเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 13.3 ± 1.6 มิลลิเมตร มีรากเทียมจำนวน 25 ตัวที่รองรับฟันเทียมแล้ว ส่วนใหญ่รองรับครอบฟันเดี่ยว (implant supported single crown) รองลงมารองรับฟันเทียมชนิดไฮบริด (implant supported hybrid denture) ดังตารางที่ 2

ระยะเวลาตั้งแต่ได้รับการปลูกกระดูกน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงจนถึงวันที่ผู้ป่วยกลับมาติดตามผลการรักษา เฉลี่ยเท่ากับ

80.6 ± 23.1 เดือน (ช่วง 37-106 เดือน) การประเมินผลลัพธ์เชิงจิตวิสัยในด้านต่าง ๆ พบว่าคะแนนความพึงพอใจในการพูดสูงที่สุดและในด้านความสามารถในการบดเคี้ยวน้อยที่สุด (รูปที่ 2)

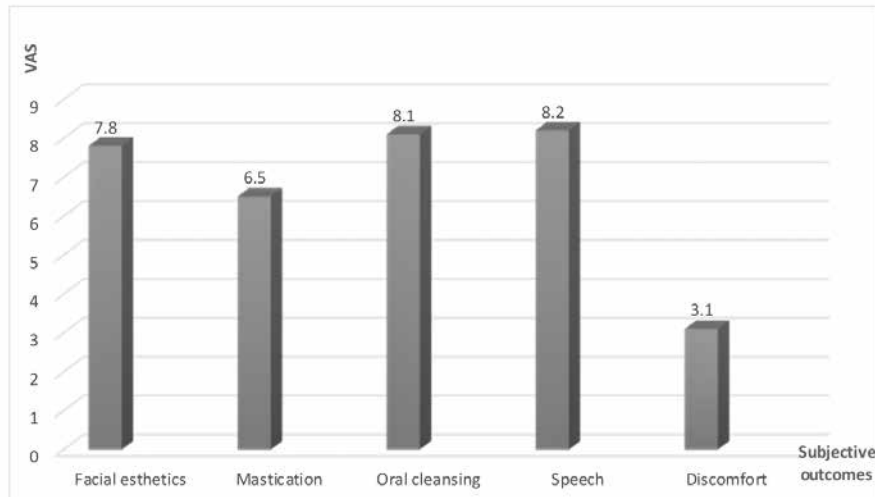
เมื่อประเมินสภาวะรากเทียมตามเกณฑ์การประเมินของ Misch และคณะในปี 2015²⁵ ในจำนวนรากเทียมที่ฝังบนกระดูกปลูกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง 50 ตัว พบว่ารากเทียมจำนวน 36 ตัวยังคงอยู่รอด คิดเป็นอัตราการรอดร้อยละ 72.0 โดยสาเหตุหลักของการล้มเหลวของรากเทียมในการศึกษานี้มาจากการละลายของกระดูกรอบรากเทียมอย่างรุนแรงจากภาวะเนื้อเยื่อรอบรากเทียมอักเสบที่ไม่ได้รับการรักษาอย่างเหมาะสม ในจำนวนรากเทียมทั้งหมด 50 ตัวนี้ มีรากเทียมจำนวน 20 ตัวที่รองรับฟันเทียมได้อย่างน้อย 1 ปี สามารถนำมาประเมินอัตราความสำเร็จได้ พบว่ามีจำนวนรากเทียม 13 ใน 20 ตัวที่เข้าเกณฑ์ประสบความสำเร็จในการใส่รากเทียม คิดเป็นอัตราความสำเร็จร้อยละ 65.0 ดังตารางที่ 2

ในจำนวนรากเทียมทั้งหมด 50 ตัว มี 30 ตัวสามารถประเมินสภาวะเหงือกรอบรากเทียมได้ พบการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมจำนวน 6 ตัว (ร้อยละ 20) โดยในกลุ่มรากเทียมที่ยังไม่ได้ใส่ฟันเทียมมีค่าสัดส่วนการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมค่าดัชนีเลือดออก และระดับการละลายของกระดูกรอบรากเทียมมากกว่ากลุ่มรากเทียมที่ใส่ฟันเทียมแล้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$, $p=0.03$ และ $p=0.01$ ตามลำดับ)

ตารางที่ 2 ข้อมูลรากเทียม อัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จของรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง

Table 2 Dental implant data, survival rate and success rate of dental implants on vascularized fibular bone graft.

Implant status	No. of Implant / Total	Percentage
Failure implants	14/50	28.0
Sleeper	2	
Explant	10	
Bone loss >1/2 length	1	
Mobility	1	
Survival implants	36/50	72.0
Non-functional implants	11/36	30.6
Stage I	8	
Stage II	3	
Functional implants	25/36	69.4
Implant supported hybrid denture	7	
Implant supported single crown	16	
Implant retained partial denture	2	
Success implants	13/20	65.0



รูปที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ย visual analog scale (VAS) ของผลลัพธ์เชิงจิตวิสัยในด้านต่าง ๆ

Figure 2 Bar graph for average visual analog scale (VAS) of various subjective outcomes

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้ ผู้ป่วยทุกรายได้รับการบูรณะกระดูกขากรรไกรที่มีความพิการด้วยกระดูกปลูกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง ซึ่งกระดูกปลูกจากน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง นอกจากจะเป็นวิธีการมาตรฐานสำหรับบูรณะความพิการของกระดูกขากรรไกรที่มีขนาดใหญ่แล้ว Seikaly และคณะในปี 2003¹⁴ ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระดูกปลูกจากบริเวณผู้ให้ต่าง ๆ โดยการวัดความแข็งแรงของกระดูกเมื่อทำการฝังรากเทียมแล้วออกแรงดึง พบว่ากระดูกจากน้องมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดูกขากรรไกรล่างมากที่สุดสำหรับการฝังรากเทียม นอกจากนี้ Frodel และคณะในปี 1993⁴ ศึกษาเปรียบเทียบขนาดและรูปร่างสำหรับการรองรับการฝังรากเทียมของกระดูกปลูกจากกระดูกน้อง กระดูกสะโพก กระดูกสะบัก และกระดูกปลายแขนท่อนนอก (radius) พบว่ากระดูกน้องและกระดูกสะโพกมีขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฝังรากเทียม แต่กระดูกจากน้องจะมีลักษณะเด่นเป็นกระดูกที่บดสองด้าน ทำให้การฝังรากเทียมมีความเสถียรขั้นปฐมภูมิ (primary stability) ดีกว่ากระดูกปลูกจากสะโพก¹⁵ กระดูกน้องจึงมีขนาด รูปร่างและคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการบูรณะช่องปากด้วยการฝังรากเทียม อย่างไรก็ตามในการบูรณะกระดูกขากรรไกรล่างด้วยกระดูกปลูกจากน้อง มักจะวางตำแหน่งของกระดูกปลูกให้ขอบล่างของกระดูกปลูกอยู่ในระดับเดียวกับขอบล่างของกระดูกขากรรไกรล่างที่ตัดออกไป ทำให้มีช่องว่างระหว่างสันเหงือกกับบนกับล่าง (interarch space) มาก

ซึ่งไม่เป็นผลดีกับการบูรณะช่องปากด้วยฟันเทียมหรือครอบฟันที่รองรับด้วยรากเทียม การลดช่องว่างนี้สามารถทำได้โดยการเพิ่มความสูงของกระดูกปลูกจากน้อง ซึ่งสามารถทำได้หลายเทคนิค เช่น การยึดกระดูกปลูกจากน้องในแนวตั้ง (vertical distraction osteogenesis)¹⁶⁻¹⁸ การปลูกกระดูกน้องแบบสองชิ้น (double barrel technique)^{19,20} และการนำกระดูกจากบริเวณอื่นมาปลูกบนกระดูกปลูกจากน้อง (additional bone graft) เช่น กระดูกปลูกจากสะโพก²¹ โดยการศึกษาผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับการปลูกกระดูกเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความสูงของกระดูกน้องด้วยกระดูกปลูกจากสะโพกทำให้ลดปัญหาการมีช่องว่างระหว่างสันเหงือกบนและล่างและสามารถฝังรากเทียมได้ในที่สุด มีผู้ป่วยจำนวน 1 ใน 2 รายที่ได้รับการปลูกกระดูกน้องแบบสองชิ้นได้รับการปลูกกระดูกเพิ่มเติมโดยใช้กระดูกแนวประสานคางเนื่องจากศัลยแพทย์ต้องการเพิ่มความสูงของกระดูกเฉพาะตำแหน่งเพียงเล็กน้อย

นอกจากปัญหาของกระดูกดังกล่าวแล้ว สภาวะของเนื้อเยื่ออ่อนที่ไม่เหมาะสมกับการฝังรากเทียมภายหลังการปลูกกระดูกน้องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงที่สามารถพบได้คือ แผ่นผิวหนังที่นำมาทดแทนเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากมีขนาดใหญ่และหนามาก เยื่อเมือกบนสันเหงือกที่เหลือน้อยอยู่ขาดเคราตินและเคลื่อนไหวได้มาก^{6,22,23} สภาวะดังกล่าวพบได้ในผู้ป่วยส่วนใหญ่ของการศึกษานี้ ทำให้เกิดร่องเหงือกครอบรากเทียมที่ลึกและขยับได้ จึงทำให้การทำความสะอาดของผู้ป่วยเป็นไปด้วยความยากลำบาก ส่งผลให้มีการ

อักเสบเรื้อรังของเนื้อเยื่อรอบรากเทียม (peri-implantitis) ได้ง่าย ดังนั้นผู้ป่วยส่วนใหญ่ในการศึกษานี้จึงได้รับการตกแต่งแก้ไขเนื้อเยื่ออ่อนเพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมกับการฝังรากเทียมมากขึ้น

การประเมินเชิงจิตวิสัย พบว่าคะแนนความสามารถในการบดเคี้ยวต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนในด้านอื่น อาจเป็นเพราะว่าผู้ป่วยจำนวนหนึ่งได้รับการฝังรากเทียมแล้วแต่ยังไม่ได้ใส่ฟันเทียมหรือครอบฟัน ทำให้คะแนนความสามารถในการบดเคี้ยวในภาพรวมต่ำกว่าด้านอื่น สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการติดตามผู้ป่วยอย่างเป็นระบบและระยะเวลาที่ใช้ในการทำฟันเทียมค่อนข้างนาน ทำให้ผู้ป่วยที่ฝังรากเทียมไปแล้วไม่ได้กลับมาบูรณะด้วยฟันเทียมหรือครอบฟันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นระบบการติดตามการรักษาผู้ป่วยจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการฝังรากเทียมภายหลังการบูรณะกระดูกขากรรไกรด้วยกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลรักษาอย่างสมบูรณ์ในระยะยาว²⁴

มีหลายการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ของการฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงหลังการบูรณะกระดูกขากรรไกร^{6,25-27} พบว่าอัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จของรากเทียมอยู่ในช่วงร้อยละ 91-97 และร้อยละ 87-98.6 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่พบอัตราการอยู่รอดเท่ากับร้อยละ 72 และอัตราความสำเร็จเท่ากับร้อยละ 65 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ อาจเป็นเพราะการศึกษาก่อนหน้านี้ใช้เกณฑ์ในการประเมินอัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จแตกต่างจากการศึกษานี้ โดยจัดกลุ่มรากเทียมที่ฝังทั้งไว้ในกระดูกแต่ไม่ได้ถูกนำมาใช้รองรับฟันเทียมหรือครอบฟัน (sleeper implant) อยู่ในกลุ่มรากเทียมที่อยู่รอด²⁷ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้ที่รวมรากเทียมชนิดนี้ไว้ในกลุ่มรากเทียมที่ล้มเหลว นอกจากนี้ผู้ป่วยที่ได้รับการฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงในการศึกษานี้ส่วนหนึ่งไม่ได้กลับมาติดตามผลการรักษาอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการกลับมาเพื่อประเมินการทำความสะอาดในช่องปากและสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากเทียม เมื่อเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมและไม่ได้รับการรักษาอย่างเหมาะสม จึงทำให้กระดูกรอบรากเทียมละลายจนรากเทียมขาดเสถียรภาพ เกิดการโยกและต้องถูกถอนรากเทียมออกในที่สุด เหตุผลดังกล่าวจึงทำให้อัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จต่ำกว่าการศึกษาอื่น อย่างไรก็ตามบางการศึกษาก็ไม่ได้กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินผลลัพธ์ของรากเทียมที่ชัดเจน^{6,22} ดังนั้นหลังการฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง จึงควรมีระบบติดตามผู้ป่วยที่มีประสิทธิภาพเพื่อเรียกผู้ป่วยกลับมาประเมินสุขภาพช่องปากและรากเทียมเป็นระยะ²⁴

เมื่อพิจารณาจากกลุ่มรากเทียมที่ยังไม่ได้รองรับฟันเทียมกับกลุ่มที่รองรับฟันเทียมแล้ว พบว่ากลุ่มรากเทียมที่ยังไม่ได้รองรับฟันเทียมมีค่าดัชนีเลือดออก ระดับการละลายของกระดูกรองรับรากเทียม และสัดส่วนของการเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมสูงกว่ากลุ่มรากเทียมที่รองรับฟันปลอมแล้วอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุอาจมาจากผู้ป่วยที่ฝังรากเทียมไปแล้วและยังไม่ได้ใส่ฟันเทียมไม่ได้รับคำแนะนำในการฝึกปฏิบัติกรดูแลความสะอาดของรากเทียมกับฟันเทียมอย่างเต็มที่ประกอบกับผู้ป่วยกลุ่มนี้มักขาดการมาติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dreyer H และคณะ ปี 2018²⁸ ที่พบว่าผู้ป่วยที่มาเข้าโปรแกรมในการดูแลสุขภาพช่องปากภายหลังการฝังรากเทียมอย่างต่อเนื่องจะมีความชุกของการเกิดภาวะการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้มาเข้าโปรแกรมนี้ ดังนั้นการที่ผู้ป่วยกลับมาติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาประเมินและเน้นย้ำวิธีการควบคุมแผ่นคราบจุลินทรีย์ที่อยู่รอบรากเทียมและฟันเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ทันตแพทย์สามารถตรวจวินิจฉัยภาวะการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมในระยะแรกได้รวดเร็วและให้การรักษาอย่างทันที่ก่อนที่โรคจะลุกลามไปมากจนอาจทำให้รากเทียมเกิดการล้มเหลวได้²⁴

สรุป

ผลลัพธ์ทางคลินิกของการผ่าตัดฝังรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงภายหลังการบูรณะกระดูกขากรรไกรและใบห้านมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับร้อยละ 72 และอัตราความสำเร็จเท่ากับร้อยละ 65 รากเทียมที่ยังไม่ได้รองรับฟันเทียมมีสัดส่วนการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมและระดับการละลายของกระดูกรองรับรากเทียมมากกว่ารากเทียมที่รองรับฟันเทียมแล้ว การติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อประเมินและดูแลสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากเทียมจะช่วยเพิ่มอัตราการอยู่รอดและอัตราความสำเร็จของรากเทียมบนกระดูกปลูกจากน่องที่มีหลอดเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Chim H, Salgado CJ, Mardini S, Chen HC. Reconstruction of Mandibular Defects. *Semin Plast Surg* 2010;24(2):188-97.
2. Hidalgo DA. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1989;84(1):71-9.
3. Kim DD, Ghali GE. Dental Implants in Oral Cancer Reconstruction. *Dent Clin North Am* 2011;55(4):871-82.
4. Frodel JL J., Funk GF, Capper DT, Fridrich KL, Blumer JR, Haller JR,

- et al.* Osseointegrated implants: a comparative study of bone thickness in four vascularized bone flaps. *Plast Reconstr Surg* 1993;92(3):449-55.
5. Jackson RS, Price DL, Arce K, Moore EJ. Evaluation of Clinical Outcomes of Osseointegrated Dental Implantation of Fibula Free Flaps for Mandibular Reconstruction. *JAMA Facial Plast Surg* 2016;18(3):201-6.
 6. Chiapasco M, Biglioli F, Autelitano L, Romeo E, Brusati R. Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(2):220-8.6.
 7. Urken ML, Buchbinder D, Costantino PD, Sinha U, Okay D, Lawson W, *et al.* Oromandibular reconstruction using microvascular composite flaps: report of 210 cases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124(1):46-55.
 8. Shen YF, Rodriguez ED, Wei FC, Tsai CY, Chang YM. Aesthetic and functional mandibular reconstruction with immediate dental implants in a free fibular flap and a low-profile reconstruction plate: five-year follow-up. *Ann Plast Surg* 2015;74(4):442-6.
 9. Kumar VV, Ebenezer S, Kammerer PW, Jacob PC, Kuriakose MA, Hedne N, *et al.* Implants in free fibula flap supporting dental rehabilitation - Implant and peri-implant related outcomes of a randomized clinical trial. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44(11):1849-58.
 10. Jewer DD, Boyd JB, Manktelow RT, Zuker RM, Rosen IB, Gullane PJ, *et al.* Orofacial and mandibular reconstruction with the iliac crest free flap: a review of 60 cases and a new method of classification. *Plast Reconstr Surg* 1989;84(3):391-403.
 11. Brown JS, Rogers SN, McNally DN, Boyle M. A modified classification for the maxillectomy defect. *Head Neck* 2000;22(1):17-26.
 12. Suzuki JB, Terracciano-Mortilla LD, Misch CE. Maintenance of Dental Implants; In: Misch CE. editor. Dental Implant Prosthetics. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 2015. p. 964-81.
 13. Perez-Sayans M, Fernandez-Gonzalez B, Somoza-Martin M, Gandara-Rey JM, Garcia-Garcia A. Peri-implant bone resorption around implants placed in alveolar bone subjected to distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(4):787-90.
 14. Seikaly H, Chau J, Li F, Driscoll B, Seikaly D, Calhoun J, *et al.* Bone that best matches the properties of the mandible. *J Otolaryngol* 2003;32(4):262-5.
 15. Möhlhenrich SC, Kniha K, Elvers D, Ayoub N, Goloborodko E, Hölzle F, *et al.* Intraosseous stability of dental implants in free revascularized fibula and iliac crest bone flaps. *J Craniomaxillofac Surg* 2016 ;44(12):1935-9.
 16. Chang YM, Wallace CG, Hsu YM, Shen YF, Tsai CY, Wei FC. Outcome of osseointegrated dental implants in double-barrel and vertically distracted fibula osteoseptocutaneous free flaps for segmental mandibular defect reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2014;134(5):1033-43.
 17. Klesper B, Lazar F, Sießegger M, Hidding J, Zöller JE. Vertical distraction osteogenesis of fibula transplants for mandibular reconstruction – a preliminary study. *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30(5):280-5.
 18. Nocini PF, Wangerin K, Albanese M, Kretschmer W, Cortelazzi R. Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report. *J Craniomaxillofac Surg* 2000;28(1):20-4.
 19. Sieg P, Zieron JO, Bierwolf S, Hakim SG. Defect-related variations in mandibular reconstruction using fibula grafts.: A review of 96 cases. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002;40(4):322-9.
 20. Bähr W, Stoll P, Wächter R. Use of the “double barrel” free vascularized fibula in mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 1998.56(1):38-44.
 21. Wallace CG, Chang YM, Tsai CY, Wei FC. Harnessing the potential of the free fibula osteoseptocutaneous flap in mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2010 ;125(1):305-14.
 22. Wang F, Huang W, Zhang C, Sun J, Kaigler D, Wu Y. Comparative analysis of dental implant treatment outcomes following mandibular reconstruction with double-barrel fibula bone grafting or vertical distraction osteogenesis fibula: a retrospective study. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(2):157-65.
 23. Chang YM, Tsai CY, Wei FC. One-stage, double-barrel fibula osteoseptocutaneous flap and immediate dental implants for functional and aesthetic reconstruction of segmental mandibular defects. *Plast Reconstr Surg* 2008;122(1):143-5.
 24. Mishler OP, Shiao HJ. Management of peri-implant disease: a current appraisal. *J Evid Based Dent Pract* 2014;14Suppl:53-9.
 25. Teoh KH, Huryn JM, Patel S, Halpern J, Tunick S, Wong HB, *et al.* Implant prosthodontic rehabilitation of fibula free-flap reconstructed mandibles: a Memorial Sloan-Kettering Cancer Center review of prognostic factors and implant outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(5):738-46.
 26. Kramer FJ, Dempf R, Bremer B. Efficacy of dental implants placed into fibula-free flaps for orofacial reconstruction. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(1):80-8.
 27. Wu YQ, Huang W, Zhang ZY, Zhang ZY, Zhang CP, Sun J. Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps for orofacial reconstruction. *Chin Med J (Engl)* 2008;121(19):1861-5.
 28. Dreyer H, Grischke J, Tiede C, Eberhard J, Schweitzer A, Toikkanen SE, *et al.* Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. *J Periodontol Res* 2018 ;53(5):657-81.

การประเมินผลอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมจากกระจกสองปาก สำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Evaluation of A Training Device for Practicing Indirect Vision for Dental Students, Thammasat University

ณัฐริรา สุขสุเดช¹, กนกอร อยู่เย็น², มินนา สุรพลชัย², ณัฐสิทธิ์ พันสอน²

Nattira Suksudaj¹, Kanokorn Yooyeun², Meanna Surapolchai², Natasit Punsorn²

¹ภาควิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี

¹Department of Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Thammasat University, Pathumthani

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี

²Faculty of Dentistry, Thammasat University, Pathumthani

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงเชิงปรากฏของอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมในงานทันตกรรมที่พัฒนาขึ้นใหม่ การศึกษานี้เก็บรวบรวมข้อมูลที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จากอาสาสมัครจำนวน 42 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 14 คน ได้แก่ กลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด (นักศึกษาชั้นปีที่ 2) กลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ (นักศึกษาชั้นปีที่ 6) และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (ทันตแพทย์) อาสาสมัครทำแบบทดสอบผ่านการมองเห็นแบบทางอ้อมโดยใช้กระจกสองปาก ที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด การศึกษานี้ประเมินความตรงเชิงโครงสร้างโดยการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ และจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบระหว่างอาสาสมัคร 3 กลุ่ม และประเมินความตรงเชิงปรากฏโดยให้กลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 และทันตแพทย์ ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมือนจริงและความสามารถในการช่วยฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมของอุปกรณ์ จำนวน 4 ข้อ โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ตัวเลือก ตั้งแต่ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถึง 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทันตแพทย์มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบส่วนใหญ่น้อยกว่ากลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำแบบทดสอบระหว่าง 3 กลุ่ม ทั้งนี้อาสาสมัครส่วนใหญ่เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีประโยชน์ช่วยในการใช้ฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ และเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีลักษณะการใช้งานใกล้เคียงกับการทำงานทันตกรรมผ่านกระจกสองปากในคลินิก โดยสรุปแล้วอุปกรณ์ฝึกทักษะนี้มีความตรงเชิงปรากฏ และสามารถจำแนกความแตกต่างของระดับความเชี่ยวชาญทักษะในการมองเห็นแบบทางอ้อมทางทันตกรรม ซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงถึงความตรงเชิงโครงสร้าง และเป็นอุปกรณ์ที่น่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมให้แก่ นักศึกษาทันตแพทย์ในการเรียนระดับชั้นพรีคลินิกต่อไป

คำสำคัญ: กระจกสองปาก, การมองเห็นแบบทางอ้อม, ความตรง, นักศึกษาทันตแพทย์

Abstract

This study aimed to evaluate construct validity and face validity of a new training device for practicing indirect vision in dental work. The study was undertaken at Faculty of Dentistry, Thammasat University. Forty-two participants were divided into three groups (n=14 in each group) as novices (second-year students), competences (sixth-year students) and experts (dental practitioners). All participants completed four drawing exercises, which were attached on the training device, with indirect vision using mouth mirror. Construct validity was evaluated by comparing time spent and errors in each exercise among the three groups. To assess face validity, expert and competence groups completed a 5-point rating scale questionnaire concerning various aspects of training realism and usefulness in learning indirect vision skill. The rating scale ranges from 5=strongly agree to 1 strongly disagree. The results showed that experts performed significantly fewer errors than novices in most exercises ($p<0.05$). However, there was no statistically significant difference in mean time spent among the three groups. Most of the participants rated high scores on helpfulness of the training device for learning indirect vision, and its realism in comparison with performing mirror-inverted movement in clinical situation. In conclusion, the face validity of the training device could be established. The training device was able to differentiate the level of indirect vision skill in dental practice, which demonstrated construct validity of this new device. Overall, the findings of the study support that this device has a potential for training indirect vision skill in pre-clinical dental students.

Keywords: Mouth mirror, Indirect vision, Validity, Dental students

Received Date: May 31, 2019

Revised Date: Jul 2, 2019

Accepted Date: Aug 2, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.51

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ณัฐริรา สุขสุเดช คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 02-9869213 ต่อ 7149 โทรสาร: 02-9869205 มือถือ: 0805520284 อีเมล: nattira.suksudaj@gmail.com

Correspondence to:

Nattira Suksudaj. Faculty of Dentistry, Thammasat University, 99 Moo18 Paholyothin Rd, Klongluang, Pathumthani 12121 Thailand.
Tel: 02-9869213 ext 7149 Fax: 02-9869205 Mobile: 0805520284 Email: nattira.suksudaj@gmail.com

บทนำ

ทักษะการมองทางอ้อม (Indirect vision) โดยการใช้กระจกส่องปาก (Mouth mirror) เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญสำหรับการปฏิบัติงานของทันตแพทย์ในหลายหัตถการ เช่น การตรวจช่องปาก หัตถกรรมหัตถการ และหัตถกรรมประดิษฐ์ การใช้กระจกส่องปากในการมองภาพสะท้อนของบริเวณที่ทำงาน ช่วยให้ทันตแพทย์มองเห็นและสามารถควบคุมตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์หัตถกรรมได้อย่างแม่นยำ เพื่อให้สามารถทำงานได้ในทุกบริเวณของช่องปาก โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายในระยะยาว¹ ทั้งนี้ การทำงานโดยใช้กระจกส่องปากเพื่อมองแบบทางอ้อมนั้น ต้องอาศัยการ

พัฒนาทักษะการทำงานประสานกันของมือและตา (hand-eye coordination) และความชำนาญของทันตแพทย์จึงจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โรงเรียนทันตแพทย์ส่วนใหญ่มีการออกแบบการเรียนรู้การสอนพัฒนาทักษะการใช้กระจกส่องปากเพื่อมองแบบทางอ้อมบูรณาการร่วมกับการสอนทักษะทางหัตถกรรมอื่น ๆ เช่น การตรวจภายในช่องปาก หรือการกรอฟัน อย่างไรก็ตาม สำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ที่ไม่เคยมีประสบการณ์การทำงานทางหัตถกรรมมาก่อนนั้น การฝึกทักษะการทำงานที่ซับซ้อน เช่น การกรอฟัน อาจ

ต้องมีการแบ่งการฝึกทักษะออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ก่อน เช่น ทักษะการใช้กระจกส่องปากเพื่อมองแบบทางอ้อม หรือทักษะการเคลื่อนที่หรือควบคุมหัวกรอ เพื่อให้นักศึกษาได้จดจ่ออยู่กับทักษะใดทักษะหนึ่ง และสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว ก่อนที่จะบูรณาการทักษะอื่นใดเพิ่มเติม² ทั้งนี้ ทักษะการใช้กระจกส่องปากเพื่อมองภาพทางอ้อมนั้นสามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ โดยใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อม³⁻⁵ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ใช้อุปกรณ์โปรแกรมจำลองทางทันตกรรมเสมือนจริง (Haptic Virtual Reality Dental Simulator) ที่รายงานไว้ว่า เมื่อผู้เริ่มฝึกหัด (Novice) ฝึกฝนผ่านอุปกรณ์ช่วยฝึกที่ต้องใช้ทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมในการกรอฟันเปิดทางเข้าโพรงประสาทฟันพบว่ามีความผิดพลาดลดลงภายในระยะเวลาฝึกที่กำหนด⁶ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์เหล่านี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ราคาค่อนข้างแพง การออกแบบอุปกรณ์กระจกที่ใช้ในการมองแบบทางอ้อมมักเป็นแบบติดแน่น ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ และกระจกมักมีขนาดใหญ่ ซึ่งต่างกับสภาพแวดล้อมการรักษาในช่องปากจริงที่กระจกส่องปากมีขนาดเล็ก และสามารถขยับเคลื่อนที่ได้เพื่อเปลี่ยนมุมมองภาพตามตำแหน่งที่จะทำการรักษาได้ รวมไปถึงตำแหน่งของแบบทดสอบในอุปกรณ์ฝึกทักษะที่มักจัดวางในแนวนอน ไม่สอดคล้องกับการทำงานในช่องปากจริงที่อยู่ในขากรรไกรบนซึ่งทำมุมในแนวตั้ง จึงยังเป็นข้อจำกัดในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนทันตแพทย์ได้อย่างทั่วถึง

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการพัฒนาอุปกรณ์ในการฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อมให้นักศึกษาทันตแพทย์ขึ้นมาใหม่ เพื่อลดข้อจำกัดบางประการข้างต้น อาศัยหลักคิดเบื้องต้นในการออกแบบอุปกรณ์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน (Low fidelity)⁷ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบนั้นมีความเป็นไปได้ในการช่วยฝึกทักษะการมองทางอ้อมได้หรือไม่ ทั้งนี้ในการคิดค้นเครื่องมือใหม่ ๆ เพื่อเสริมสร้างทักษะพิสัย (Psychomotor skills) นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบเครื่องมือบนพื้นฐานของทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและการทดสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือ ประการแรกตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ได้ระบุว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะพิสัยที่ต้องการ จากการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งกระตุ้นในเชิงบวกหรือเชิงลบ โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ตอบสนองต่อทักษะที่ต้องการจากผู้เรียน⁸ เมื่อพิจารณาอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นใช้ในการศึกษารุ่นนี้ จึงเป็นเหมือนสิ่งกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อม ซึ่งทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์นี้ต้องมีการทำงานประสานกันของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อและแขนที่สัมพันธ์กับการรับรู้ของสมองผ่านการมองเห็นภาพจากกระจกส่องปาก

ประกอบกับข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนได้เห็นผลลัพธ์การเคลื่อนไหวที่ถูกหรือผิดทิศทางที่แสดงให้เห็นเชิงประจักษ์ ส่งเสริมโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวผ่านการมองเห็นผ่านกระจกได้ด้วยตนเอง

ประการที่สอง การทดสอบเครื่องมือเพื่อบ่งบอกว่าอุปกรณ์หรือเครื่องมือ นั้น สามารถวัดผลในเรื่องที่ต้องการวัดซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท⁹ เช่น ความตรงเชิงปรากฏ (Face validity) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) และความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ทั้งนี้ การศึกษาคุณสมบัติความตรงของอุปกรณ์ทางการแพทย์ส่วนใหญ่เป็นการทดสอบความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงเชิงปรากฏ¹⁰ โดยความตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง ข้อมูลที่แสดงถึงความสามารถของเครื่องมือในการวัดพฤติกรรมได้ตรงตามวัตถุประสงค์ แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และความตรงเชิงปรากฏ หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการประเมินเชิงจิตวิสัย (Subjective) จากความคิดเห็นของคนกลุ่มหนึ่ง ว่าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนั้นสามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างที่ต้องการวัดหรือไม่⁹ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีความคิดในการจำแนกความตรงอันหลากหลาย ตัวอย่างเช่น Drost⁹ ได้จำแนกความตรงเชิงปรากฏเป็นประเภทหนึ่งของข้อมูลที่บ่งบอกถึงความตรงเชิงโครงสร้างและด้วยลักษณะวิธีการประเมินความตรงเชิงปรากฏที่มีลักษณะเป็นเชิงจิตวิสัยดังกล่าว ทำให้ข้อมูลความตรงที่วัดได้อาจส่งผลต่อการแปลข้อมูลอย่างมีอคติ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ นอกจากการทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างแล้วการวัดความตรงเชิงปรากฏเพิ่มเติมใหม่ น่าจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ จากกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง โดยการศึกษาที่ผ่านมาทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบและจำนวนข้อผิดพลาดในการทำทดสอบของกลุ่มอาสาสมัครที่มีระดับพัฒนาการที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป¹⁰ ทั้งนี้การแบ่งกลุ่มตามระดับพัฒนาการ ได้แก่ กลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด กลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ (Competence) และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert) โดยกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัดนั้นเริ่มมีความเข้าใจในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ ผู้ฝึกทักษะในขั้นนี้มักจะทำตามกฎ หรือขั้นตอนอย่างเคร่งครัด และยังไม่สามารถปรับใช้ทักษะให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ เมื่อผู้เรียนพัฒนาถึงขั้นผู้เริ่มมีประสบการณ์ ผู้เรียนจะสามารถสังเกต วิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ในบริบททั่วไป รวมทั้งสามารถจัดการปัญหาด้วยทักษะที่เรียนรู้มาด้วยตนเอง และเมื่อผู้เรียนพัฒนาถึงระดับผู้เชี่ยวชาญจะมีความสามารถในการจัดการ

แก้ปัญหาในบริบทที่หลากหลาย ซับซ้อน ด้วยการใช้ทักษะที่มีความเฉพาะเจาะจงแตกต่างกันไปตามแต่สถานการณ์ และส่วนใหญ่การใช้ทักษะมักเป็นไปอย่างคล่องแคล่วโดยอัตโนมัติ¹¹⁻¹³ จากความแตกต่างด้านกระบวนการคิดและทักษะของระดับพัฒนาการทั้ง 3 ระดับนี้ การศึกษาที่ผ่านมาจึงคาดประมาณว่าในกรณีที่พบความแตกต่างของผลการวัดตัวแปรที่ศึกษาระหว่างกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด หรือกลุ่มเริ่มมีประสบการณ์ กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าเป็นผลการศึกษาที่สนับสนุนความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่ทดสอบ กล่าวคือ การที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีระดับความสามารถที่เป็นองค์ประกอบหลักของเครื่องมือที่ต้องการทดสอบ สูงกว่ากลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด นั้นหมายความว่าเครื่องมือที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านนั้น ๆ อย่างแท้จริง สำหรับการศึกษาความตรงเชิงปรากฏ มักทำโดยการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้มีประสบการณ์ที่มีต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกทักษะนั้น ว่าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่¹⁴

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงเชิงปรากฏของอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำอุปกรณ์นี้ไปทดสอบความเป็นไปได้ในการพัฒนาทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ในการปฏิบัติงานขั้นพรีคลินิกและคลินิกต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง (Cross-sectional study) และผ่านการขอรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตามหนังสือรับรองเลขที่ 063/2561 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1) สำหรับการทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างของอุปกรณ์เพื่อเปรียบเทียบระดับทักษะการใช้กระจกส่องปากในการมองแบบทางอ้อม ทั้งในแง่ของเวลาที่ใช้และจำนวนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะใช้อุปกรณ์ โดยสมมติฐานวิจัยคือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญน่าจะมีความสามารถในการใช้กระจกส่องปากในการมองแบบทางอ้อมที่เหนือกว่ากลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด

2) สำหรับการทดสอบความตรงเชิงปรากฏ เพื่อศึกษาระดับความเห็นของผู้มีประสบการณ์ในการทำงานคลินิกทันตกรรมต่อคุณลักษณะด้านความเสมือนจริง (Realism) และความสามารถในการช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อม (Training capability)

ประชากรที่ทำการศึกษา

การวิจัยนี้ศึกษาในกลุ่มประชากร 3 กลุ่มที่คาดว่าจะมีระดับความเชี่ยวชาญในการใช้กระจกส่องปากเพื่อมองภาพสะท้อนทางอ้อมทางทันตกรรม ได้แก่ 1) กลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 2 2) กลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 และ 3) กลุ่มทันตแพทย์ ซึ่งจัดระดับความเชี่ยวชาญตามคำนิยามของ¹¹⁻¹³ เป็นกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด กลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ตามลำดับ

การศึกษานี้ได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (Power analysis) ด้วยโปรแกรมจีพาวเวอร์ซอฟแวร์ (G* Power Software)¹⁵⁻¹⁶ โดยกำหนดค่าดังนี้ ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 0.5; ค่าความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha level) เท่ากับ 0.05 และค่าอำนาจการทดสอบ (Power) เท่ากับ 0.8 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจากกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 14 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 42 คน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และ 6 ต้องเป็นนักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด: เป็นนักศึกษาทันตแพทย์ที่ไม่เคยผ่านการฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมจากกระจกส่องปาก และไม่เคยเคยผ่านการปฏิบัติงานทางคลินิกในช่องปากของผู้ป่วยจริงมาก่อน สำหรับกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ ต้องเป็นนักศึกษาที่ฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมจากกระจกส่องปาก และมีประสบการณ์การทำงานในคลินิกทันตกรรมนักศึกษาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือน สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ต้องเป็นทันตแพทย์ทั่วไปหรือทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาทันตกรรมหัตถการ ทันตกรรมประดิษฐ์ ปริทันตวิทยา หรือสาขาวิทยาเอ็นโดดอนท์ที่มีประสบการณ์การทำงานทางคลินิกอย่างน้อย 3 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ถนัดมือขวาและยินยอมเข้าร่วมการศึกษาทุกขั้นตอน ทั้งนี้ เกณฑ์คัดออกได้แก่ อาสาสมัครที่มีปัญหาด้านสุขภาพอันมีผลต่อการทำงานของมือและการมองเห็นในวันที่ทำการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

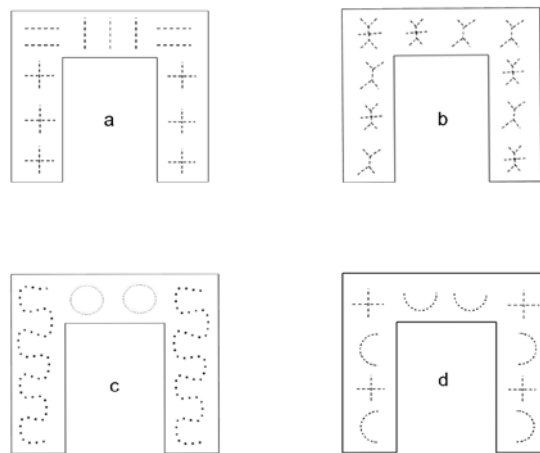
เครื่องมือวิจัยในการศึกษานี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) อุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อมฯ และ 2) แบบสอบถามตอบด้วยตนเอง มีรายละเอียดดังนี้

1) อุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อมผ่านกระจกส่องปาก ถูกพัฒนาและออกแบบให้มีลักษณะการทำงานคล้ายงานกรอฟันในงานทันตกรรมหัตถการ ซึ่งเป็นทักษะพิสัยด้านทันตกรรมพื้นฐาน เพื่อช่วยฝึกทักษะการทำงานประสานกันของมือและตา โดยการมองภาพทางอ้อมด้วยกระจกส่องปากของจริง ออกแบบให้มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก อุปกรณ์นี้ประกอบด้วย

3 ส่วน ได้แก่ 1.1) กระดาษแบบทดสอบ 4 ชุด ซึ่งมีภาพวาดของรูปร่างเรขาคณิตต่าง ๆ ลักษณะเป็นเส้นประที่มีขนาดและรูปร่างคล้ายกับการเคลื่อนที่หัวกรรไกรในขณะทำงานทันตกรรมหัตถการในช่องปาก (รูปที่ 1) โดยแบบทดสอบถูกออกแบบตามแนวคิดที่ต้องการให้แบบทดสอบมีลักษณะที่มีความใกล้เคียงกับการใช้งานจริงในคลินิก ได้แก่ การเคลื่อนที่ตามลักษณะกายวิภาคของฟัน เช่น กรอฟันตามหลุมร่องฟันในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้น (Bucco-lingual) /แนวกึ่ง-กึ่งกลาง (Mesial-distal) (รูปที่ 1-a, b, d) กรอเตรียมฟัน

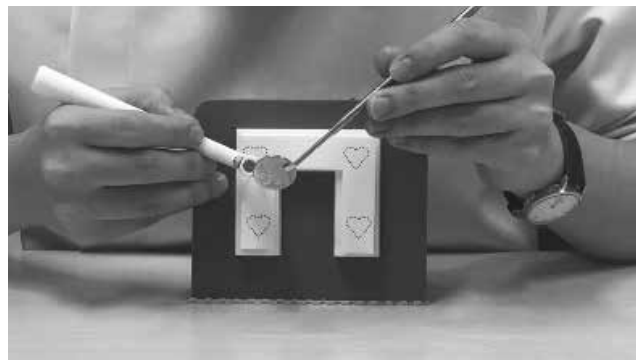
เพื่อทำครอบฟัน/การโค้งตามเค้ารูป (Contour) ของฟัน (รูปที่ 1-c) และกรอฟันบริเวณคอฟัน (รูปที่ 1-d)

แบบทดสอบจะถูกนำไปติดตั้งบน 1.2) ฐานยึดกระดาษแบบทดสอบซึ่งถูกออกแบบเป็นรูปเกือกม้า รูปร่างคล้ายการเรียงตัวของฟันในขากรรไกรบน มีมุมในการทำงานเหมือนการทำงานในขากรรไกรบน (รูปที่ 2) และ 1.3) ด้ามจับใส่ดินสอที่มีรูปร่างคล้ายด้ามกรรไกร สำหรับการวาดเส้นบนแบบทดสอบแทนการใช้หัวกรรไกรจริง เพื่อให้สามารถบันทึกผลงานได้เชิงประจักษ์



รูปที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษา

Figure 1 Drawing Exercises used in the current study.



รูปที่ 2 วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อม

Figure 2 Setting up indirect vision stand.

2) แบบสอบถามตอบด้วยตนเอง (Self-administered questionnaire) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความตรงเชิงปรากฏเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์ฯ ซึ่งได้รับการดัดแปลงจากการศึกษาของ Fucentese และคณะ¹⁴ มีการปรับปรุงเนื้อหาบางส่วนเพิ่มเติม แบบสอบถามนี้ได้ผ่านการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความสอดคล้อง ตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหา ก่อนนำไปใช้รวบรวมข้อมูล โดยแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นนี้ใช้ประเมินความ

คิดเห็นของกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และผู้เชี่ยวชาญที่มีต่ออุปกรณ์ฯ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์การทำงานในคลินิกทันตกรรมแล้ว แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ และประสบการณ์การทำงาน (เฉพาะกรณีผู้เชี่ยวชาญ) ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นด้านความเหมือนจริง (Realism) และความสามารถในการช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อม (Training capability) จำนวน 4 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ แบบสองขั้ว

(Bipolar scale) ซึ่งมาตรประเมินค่า 5 ระดับนี้ มีความเที่ยงตรงเหมาะสมสำหรับแบบสอบถามที่ต้องการวัดระดับความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย¹⁷ อันประกอบด้วย ระดับ 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถึงระดับ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีระดับ 3 ไม่แน่ใจ แทนค่า ‘เป็นกลาง’ (Neutral) เพื่อสะท้อนความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ถูกบังคับให้ต้องเอนเอียงไปทางซ้ายหรือขวา¹⁷⁻¹⁸ และ ส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดให้อาสาสมัครแสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์ฯ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวแปรทำนาย

ระดับความเชี่ยวชาญในการใช้กระจกส่องปากเพื่อมองภาพทางอ้อม

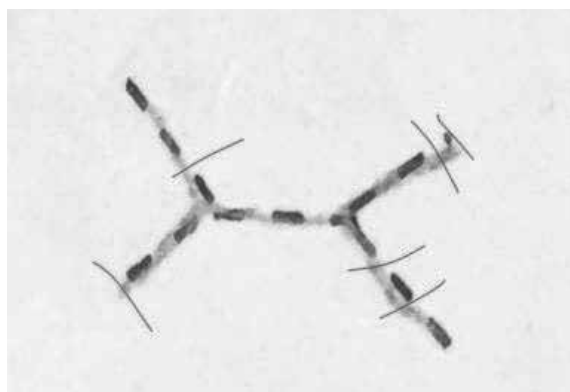
ตัวแปรผลลัพธ์

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบบนอุปกรณ์ช่วยฝึก และจำนวนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำแบบทดสอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการประเมินทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมด้วยแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมานั้น ต้องมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจ

ประเมินลักษณะข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบขึ้นมาใหม่ เนื่องจากแบบทดสอบที่ใช้ไม่เหมือนกับการศึกษาก่อนหน้า⁵ ดังนั้น ผู้วิจัยลำดับที่ 2-4 จึงได้ทำการปรับมาตรฐาน (Calibration process) เกณฑ์การประเมินคะแนนข้อผิดพลาดที่ปรากฏบนแบบทดสอบ อันได้แก่ รอยเขียนเส้นดินสอที่ออกนอกแนวเส้นประที่กำหนด (รูปที่ 3) ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้ในการปรับมาตรฐานนี้เป็นแบบทดสอบที่ทำโดยนักศึกษาทันตแพทย์ที่ไม่ใช่กลุ่มประชากรที่ทำการศึกษา ผลการปรับมาตรฐานได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจประเมิน (Inter-rater reliability) สถิติแคปปา มีค่า 0.79-0.87 (ความสอดคล้องดีถึงดีมาก)¹⁹ และค่าความเชื่อมั่นภายในผู้ตรวจประเมินแต่ละคน (Intra-rater reliability) สถิติแคปปา มีค่า 0.87-0.94 (ความสอดคล้องดีมาก)¹⁹ และนำเกณฑ์การประเมินนี้ไปใช้ในการนับจำนวนข้อผิดพลาดของข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาต่อไป ก่อนเริ่มเก็บข้อมูลในกลุ่มอาสาสมัครนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่อง (Pilot study) ในกลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อเตรียมความพร้อมในการติดตั้งและทดลองใช้อุปกรณ์ฯ รวมทั้งการทำความเข้าใจแบบสอบถามตอบด้วยตนเอง



รูปที่ 3 การนับคะแนนข้อผิดพลาดบนแบบทดสอบ (เส้นสีแดง คือบริเวณที่รอยดินสอออกนอกแนวที่กำหนด และนับเป็นข้อผิดพลาด)

Figure 3 Example of scoring as ‘errors’ for the exercise. (Red marks indicate drawing line that deviates from the dot line)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเริ่มทำแบบทดสอบอาสาสมัครทุกคนจะดูคลิปวิดีโอแสดงขั้นตอนในการทำแบบทดสอบ และอธิบายวิธีใช้งานของอุปกรณ์ฝึกเพื่อให้แน่ใจว่าอาสาสมัครได้รับข้อมูลตรงกันทุกคน โดยมีการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนเริ่มทำการทดสอบ ได้แก่ การติดตั้งอุปกรณ์ ความแหลมของปลายไส้ดินสอที่ใช้ทำแบบทดสอบ คุณภาพของกระจกส่องปาก เป็นต้น รวมถึงตำแหน่งในการนั่งทำงาน และแสงสว่างในบริเวณที่ทำการทดสอบ จากนั้นอาสาสมัครจะได้ทดลองลากเส้นบนแบบฝึกหัดที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบจริง จากนั้น

อาสาสมัครทำแบบทดสอบจริง (รูปที่ 1) ตามลำดับ (a, b, c, d) เรียงจากระดับที่ง่ายที่สุดไประดับที่ยากที่สุด และหลังจากทำแบบทดสอบเสร็จ 1 ชุด อาสาสมัครจะมีเวลาพัก 2 นาที เพื่อให้มีระยะเวลาสำหรับพักกล้ามเนื้อและคลายความอ่อนล้าของสายตา จากนั้นจึงจะเริ่มทำแบบทดสอบชุดถัดไป ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะบันทึกเวลาในการทำแบบทดสอบแต่ละชุดของอาสาสมัครแต่ละคนด้วยนาฬิกาจับเวลา โดยจะเริ่มบันทึกเวลาเมื่ออาสาสมัครบอกให้เริ่มจับเวลา และจะหยุดบันทึกเวลาเมื่ออาสาสมัครบอกให้หยุดจับเวลา ภายหลังจากที่ทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นทั้ง 4 ชุดแล้ว อาสาสมัครกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จะได้รับแบบสอบถาม

ตอบด้วยตนเอง เพื่อประเมินความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อม

การตรวจให้คะแนนและการแปลผลข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบทดสอบและแบบสอบถามทั้งหมดจากอาสาสมัครแล้วนำแบบทดสอบและแบบสอบถามทั้งหมดให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยกำหนดรหัสแทนชื่อ เพื่อไม่ให้ผู้ตรวจประเมินทราบว่าแบบทดสอบหรือแบบสอบถามชุดนั้น ๆ เป็นของอาสาสมัครกลุ่มใด จากนั้นแบบทดสอบทั้งหมดจะถูกประเมินเพื่อนับจำนวนข้อผิดพลาดโดยผู้ตรวจประเมินทั้ง 3 คนที่ผ่านกระบวนการปรับมาตรฐานมาแล้ว โดยในขั้นต้นผู้ตรวจประเมินจะประเมินหาจำนวนข้อผิดพลาดของแต่ละแบบทดสอบตามลำพัง จากนั้นก็นำผลการประเมินที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน ในกรณีที่พบความแตกต่างของผลประเมินผู้ตรวจประเมินก็ได้พิจารณาลงความเห็นร่วมกันจนได้ผลการประเมินเป็นเอกฉันท์ (Consensus) และนำผลการประเมินนั้นไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป สำหรับแบบสอบถามจะถูกรวบรวมและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกัน เนื่องจากลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับที่ให้ความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยรวมมาตราประเมินค่าระดับ 3 ‘เป็นกลาง’ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามที่เลือกระดับนี้ อาจหมายถึงกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่า ‘ไม่สามารถประเมินได้’ (non applicable) หรือ ‘ไม่แน่ใจ’ ดังนั้น การศึกษานี้จึงพิจารณาว่า ผลประเมินความคิดเห็นคะแนน 4 ขึ้นไป เป็นสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ว่าเป็นระดับที่ยอมรับได้ในการบ่งชี้ถึงความตรงเชิงปรากฏ¹⁴

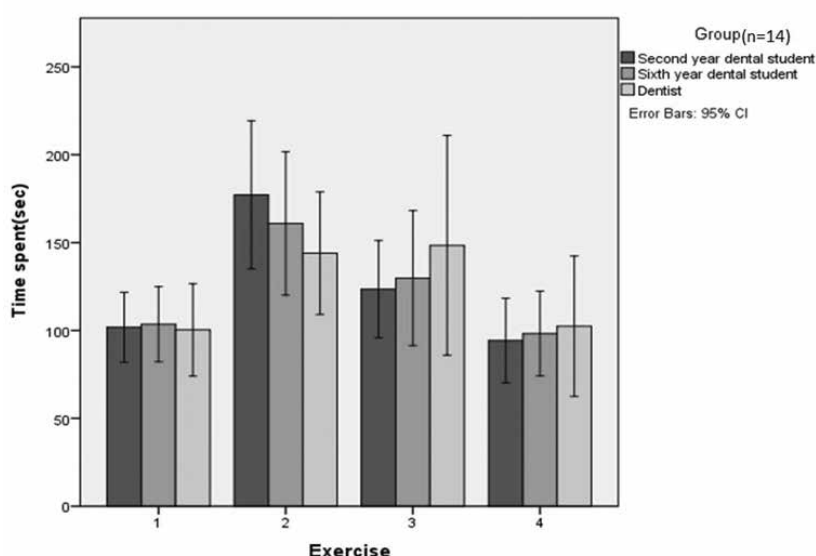
การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความครบถ้วนและถูกต้องถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส (SPSS for Windows) เนื่องจากข้อมูลตัวแปรที่ศึกษา อันได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละชุดและจำนวนข้อผิดพลาดที่ปรากฏบนแบบทดสอบแต่ละชุดนั้นมีการกระจายตัวไม่เป็นแบบปกติ เมื่อทดสอบด้วยวิธีการทดสอบชาฟิโรและวิลค์ (Shapiro-Wilk Test) จึงใช้สถิติครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis) ตามด้วยการเปรียบเทียบภายหลัง (Post-hoc test) ด้วยวิธีทดสอบแมน-วิทนียู (Mann-Whitney U test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ได้แก่ ความแตกต่างของเวลาที่ใช้และจำนวนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำแบบทดสอบระหว่างอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.05 และใช้สถิติแบบพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อรายงานผลความคิดเห็นของกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณลักษณะด้านความเหมือนจริง และความสามารถในการช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อมของอุปกรณ์

ผลการศึกษา

เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

เมื่อพิจารณาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละชุดของอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม พบว่า ไม่พบความแตกต่างของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ระหว่างกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด กลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4)



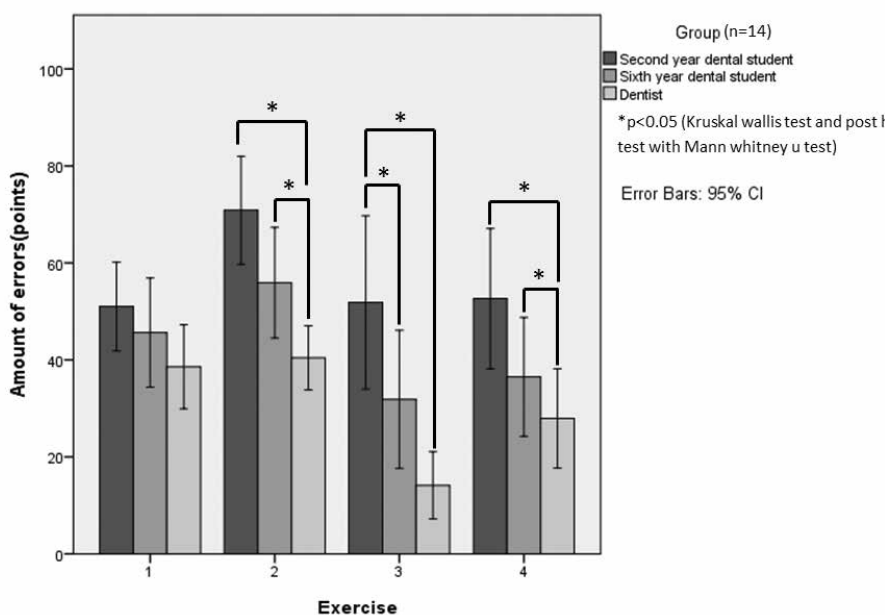
รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่กลุ่มอาสาสมัครใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละชุด

Figure 4 Mean time spent to complete each exercise among the three groups.

จำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบ

โดยรวมพบว่า กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบแต่ละชุดจากมากไปน้อย ได้แก่ นักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 2 กลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 และกลุ่มทันตแพทย์ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบของทั้งสามกลุ่ม พบว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบชุดที่ 2-4 น้อยกว่ากลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 2 นอกจากนี้พบว่า

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบชุดที่ 2 และ 4 น้อยกว่ากลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 ทั้งนี้พบว่า นักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบชุดที่ 3 น้อยกว่ากลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 2 อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบชุดที่ 1 ระหว่างสามกลุ่ม (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อผิดพลาดที่กลุ่มอาสาสมัครใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละชุด

Figure 5 Mean number of errors in each exercise among the three groups.

ความเห็นที่มีต่ออุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อม

จากผลการศึกษา พบว่า กลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) เห็นว่า อุปกรณ์ฝึกนี้มีประโยชน์ในการช่วยฝึกการมองแบบทางอ้อม และเห็นด้วยที่จะแนะนำอุปกรณ์ชิ้นนี้เพื่อใช้ในการฝึกให้กับนักศึกษาทันตแพทย์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ก่อนทำการรักษาผู้ป่วยจริง ทั้งนี้ ร้อยละ 35 ของกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และร้อยละ 93 ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เห็นว่า อุปกรณ์ฝึกมีความคล้ายคลึงกับการทำงานจริงในช่องปาก (ตารางที่ 1)

อาสาสมัครให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาปรับปรุงอุปกรณ์ฝึกในอนาคต ได้แก่ ลักษณะของด้ามจับดินสอที่มีน้ำหนักเบา ไม่สมจริงเหมือนด้ามกรอฟัน (Handpiece) ที่ใช้ในทางทันตกรรม และฐานของอุปกรณ์ฝึกฯ บางชิ้นยึดติดกับโต๊ะไม่ดีเท่าที่ควรทำให้ฐานไม่มั่นคงในขณะที่ทำแบบทดสอบ รวมไปถึงแบบทดสอบเมื่อติดตั้งฐานรูปถ้วยของอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อมแล้ว บางแบบทดสอบมีความไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอในการติดบนฐาน ทำให้ขณะลากเส้นบนแบบทดสอบอาจมีการสะดุดของรอยกระดาศในบางตำแหน่ง และถูกประเมินเป็นข้อผิดพลาด เป็นต้น

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของอาสาสมัครกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่ออุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อมผ่านกระจกในด้านความเสมือนจริง และความสามารถในการช่วยฝึกทักษะ

Table 1 Perceptions of competences and experts on realism and training capability of indirect vision stand.

Statements	Number of competences (%) (n=14)					Number of experts (%) (n=14)				
	Rating score*					Rating score*				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. The indirect vision stand is useful for training indirect vision skill	0	0	21.4	64.3	14.3	0	0	0	21.4	78.6
2. The indirect vision stand can resemble indirect vision skill used in clinical work	0	14.3	50	35.7	0	0	0	7.1	78.6	14.3
3. I would recommend the indirect vision stand as a training tool for Thammasat University dental students	0	0	21.4	64.3	14.3	0	0	7.1	35.7	57.2
4. The indirect vision stand training should be offered to all novices for pre-training before performing dental treatment on real patients	0	0	14.3	50	35.7	0	0	7.1	28.6	64.3

*1=Strongly disagree; 2=Disagree; 3=Undecided; 4=Agree; 5=Strongly agree

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณภาพในเชิงความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงเชิงปรากฏของอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองเห็นผ่านกระจกแบบทางอ้อม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยมุ่งหวังว่าผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานทางทันตกรรมโดยใช้ทักษะการมองเห็นผ่านกระจกแบบทางอ้อมจะสามารถทำแบบทดสอบบนอุปกรณ์ชิ้นนี้โดยใช้เวลาและมีจำนวนข้อผิดพลาดที่น้อยกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การทำงานมากกว่าและมีความชำนาญมากกว่า มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบน้อยกว่ากลุ่มผู้เริ่มฝึกหัดในแบบทดสอบส่วนใหญ่ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้⁵⁻⁶ ทั้งนี้ ในบางแบบทดสอบ (ในแบบทดสอบที่ 1) ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้เริ่มมีประสบการณ์และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ อาจเป็นเพราะเป็นกลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 ได้ฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อมถึงในระดับใช้งานได้ดี หรือแบบทดสอบที่เลียนแบบการกรอฟันตามหลุมร่องฟันในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้น/ใกล้-ไกลกลางที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง/กากบาทนี้ อาจไม่สะท้อนลักษณะที่คล้ายคลึงกับการทำงานทางทันตกรรมเท่าใดนัก เมื่อเทียบกับแบบทดสอบอื่น ๆ ตัวแปรด้านเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

เป็นตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่วัดระดับทักษะของบุคคล¹⁰ โดยเฉพาะงานวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมจำลอง (Simulator) ซึ่งมักพบว่าผู้เชี่ยวชาญจะใช้เวลาในการทำหัตถการในโปรแกรมจำลองน้อยกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละชุดของอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม ปรากฏการณ์นี้อาจสามารถอธิบายได้จากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า กลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด มักจะให้ความสนใจไปที่ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งของการทดลอง เช่น ความสนใจในเรื่องของเวลา หรือจำนวนข้อผิดพลาด^{3,4} ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้เริ่มฝึกหัดน่าจะให้ความสนใจในเรื่องเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบมากกว่ามุ่งเน้นการทำแบบทดสอบให้ผิดพลาดน้อยที่สุด จึงอาจส่งผลให้ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำแบบทดสอบใกล้เคียงกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แต่มีจำนวนข้อผิดพลาดของการทำแบบทดสอบทุกชุดมากกว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ผลการศึกษายังตั้งคำถามสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีพฤติกรรมนิยมที่ว่าความเร็วในการทำแบบทดสอบของผู้เริ่มฝึกหัดอาจเป็นผลมาจากการที่ผู้เริ่มฝึกหัดเรียนรู้ว่าจะตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น⁸ อันได้แก่การทำแบบทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ฝึกนี้ได้อย่างไร แต่การที่ผู้เริ่มฝึกหัดจะทำ

แบบทดสอบได้อย่างแม่นยำเหมือนกลุ่มผู้เชี่ยวชาญนั้น อาจต้องมีการฝึกฝนทำแบบทดสอบซ้ำ ๆ อย่างต่อเนื่องมากกว่า 4 แบบทดสอบขึ้นไป อย่างไรก็ตาม การมีทักษะการมองแบบทางอ้อมที่ดั้นด้นมุ่งมั่นเน้นผลงานที่แม่นยำและผิดพลาดน้อย มากกว่าที่จะมุ่งมั่นเรื่องความเร็วในการทำงาน จากผลการศึกษาโดยรวมอาจกล่าวได้ว่า อุปกรณ์นี้มีความตรงเชิงโครงสร้าง ดังปรากฏจากความสามารถในการวัดความแตกต่างของทักษะการมองเห็นผ่านกระจกแบบทางอ้อม ระหว่างผู้เริ่มมีประสบการณ์การทำงานทันตกรรมที่แตกต่างกันโดยเฉพาะกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด¹⁰

สำหรับผลการทดสอบความตรงเชิงปรากฏนั้น พบว่ากลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ ประเมินให้คะแนนสูงด้านความสามารถของอุปกรณ์ในการช่วยฝึกทักษะ แต่ทั้งสองกลุ่มมีความคิดเห็นไม่ตรงกันในเรื่องความเสมือนจริงของอุปกรณ์ ทั้งนี้ การให้กลุ่มนักศึกษาซึ่งมีประสบการณ์ทำงานน้อยประเมินความตรงเชิงปรากฏยังเป็นที่ถกเถียงกัน ทำให้บางการศึกษาถามความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพียงอย่างเดียว²⁰ อย่างไรก็ตาม หากจะนำอุปกรณ์นี้มาใช้ในการฝึกทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมในหลักสูตรทันตแพทยศาสตรบัณฑิตต่อไป ทั้งอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาทันตแพทย์ควรมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็นและยอมรับคุณค่าของอุปกรณ์ฝึกที่จะนำมาใช้ ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยนี้ จึงสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 ร่วมด้วย เพราะด้วยระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานในคลินิกทันตกรรมระยะเวลาประมาณ 2 ปี นักศึกษาน่าจะมีประสบการณ์ในการทำงานโดยใช้ทักษะการมองเห็นแบบทางอ้อมที่อยู่ในระดับดีและน่าจะประเมินความตรงเชิงปรากฏได้เช่นเดียวกับผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ อาสาสมัครมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาปรับปรุงอุปกรณ์ ได้แก่ ความเสถียรของฐานอุปกรณ์ ความเรียบเสมอกันของกระดานแบบทดสอบที่ดีกับฐานอุปกรณ์ เมื่อทำการทดสอบอาจมีผลทำให้ตอนลากเส้นบนแบบทดสอบมีการสะดุดของรอยกระดานในบางตำแหน่ง รวมถึงน้ำหนักของดินสอที่ใช้เขียนซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าหัวกรอที่ใช้ในการทำหัตถการที่ควรมีการปรับปรุงเพื่อให้อุปกรณ์นี้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากขึ้น

การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ เนื่องจากปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับฝึกทักษะพิสัยมีหลายปัจจัย บุคคลกลุ่มหนึ่งสามารถเรียนรู้และพัฒนาทักษะบางอย่างได้รวดเร็วกว่าบุคคลอีกกลุ่มหนึ่ง หากมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะบางอย่างที่มีลักษณะที่ส่งเสริมหรือคล้ายคลึงกับทักษะใหม่ที่กำลังฝึกฝน ดังนั้น จากการศึกษาจึงมีอาจสรุปได้ชัดเจนว่า คะแนนผลการทำแบบทดสอบมีความสัมพันธ์ความเชี่ยวชาญด้านทันตกรรมเพียง

อย่างเดียว นอกจากนี้ การที่ผู้ฝึกได้คะแนนทดสอบระดับสูงในการฝึกด้วยอุปกรณ์นี้เพียงองค์ประกอบเดียวอาจไม่สามารถยืนยันได้ว่าผู้ฝึกจะมีระดับทักษะในการใช้งานกระจกแบบมองทางอ้อมในคลินิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากบริบทในคลินิกมีหลายปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการมองทางอ้อม เช่น ละอองน้ำจากด้ามกรอฟัน ความเร็วสูง ซึ่งนักศึกษายังต้องฝึกทักษะอื่น ๆ ประกอบกันเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสรุปแล้วผลการศึกษาวิจัยนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 2 ประการ คือ 1) อุปกรณ์ฝึกสามารถแยกแยะระดับทักษะการใช้กระจกส่องปากในการมองแบบทางอ้อมในเชิงจำนวนข้อผิดพลาดของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้เริ่มฝึกหัด และ 2) อุปกรณ์ได้รับการประเมินว่ามีความสามารถในการช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อมเฉพาะบริบทในการศึกษานี้ แต่ยังมีข้อจำกัดในการนำผลการศึกษาไปใช้ในบริบทอื่นอันเนื่องจากอคติที่เกิดขึ้นจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังที่กล่าวมาก่อนนี้ การวิจัยในอนาคตอาจทำการศึกษาต่อยอดโดยนำอุปกรณ์ชุดนี้เพื่อฝึกทักษะให้กลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นพรีคลินิก และเปรียบเทียบระดับทักษะดังกล่าวระหว่างกลุ่มที่ฝึกและไม่ได้ฝึกด้วยอุปกรณ์ชุดนี้ ตลอดจนความสามารถถ่ายโอนทักษะการมองทางอ้อมด้วยกระจกส่องปากที่ฝึกในอุปกรณ์นี้ ไปสู่การใช้งานจริงในคลินิก

บทสรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ฝึกทักษะการมองทางอ้อมผ่านกระจกส่องปากที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้มีประโยชน์ในการช่วยฝึกทักษะการมองแบบทางอ้อม นอกจากนี้ ยังสามารถแยกแยะระดับประสบการณ์ในการใช้กระจกส่องปากเพื่อการมองเห็นแบบทางอ้อมด้วยลักษณะดังกล่าวสะท้อนหลักฐานเชิงประจักษ์ถึงความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงปรากฏ ทั้งนี้ การพัฒนาอุปกรณ์เพื่อช่วยในการฝึกทักษะพิสัยพื้นฐานนับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมนักศึกษาทันตแพทย์ในการพัฒนาทักษะที่มีความซับซ้อนทางทันตกรรมต่อไป และส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ทักษะพิสัยทางทันตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนทุนวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ดร. เกษทัตย์ สิงห์อินทร์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการออกแบบฐานอุปกรณ์ฝึกทักษะฯ

เอกสารอ้างอิง

1. Gupta A, Bhat M, Mohammed T, Bansal N, Gupta G. Ergonomics in Dentistry. *Int J Clin Pediatr Dent* 2014;7(1):30-4.
2. Kalyuga S. Cognitive Load Theory: How Many Types of Load Does It Really Need? *Educ Psychol Rev* 2011;23(1):1-19.
3. Kunovich RS, Rashid RG. Mirror training in three dimensions for dental students. *Percept Mot Skills* 1992;75(3 Pt 1):923-8.
4. Diaz MJ, Sanchez E, Hidalgo JJ, Vega JM, Yanguas M. Assessment of a preclinical training system with indirect vision for dental education. *Eur J Dent Educ* 2001;5(3):120-6.
5. Rau GM, Rau AK. Training device for dental students to practice mirror-inverted movements. *J Dent Educ* 2011;75(9):1280-4.
6. Suebnukarn S, Chaisombat M, Kongpunwijit T, Rhienmora P. Construct validity and expert benchmarking of the haptic virtual reality dental simulator. *J Dent Educ* 2014;78(10):1442-50.
7. Hetaimish B, Elbadawi H, Ayeni OR. Evaluating Simulation in Training for Arthroscopic Knee Surgery: A Systematic Review of the Literature. *Arthroscopy* 2016;32(6):1207-20.e1.
8. Torre DM, Daley BJ, Sebastian JL, Elnicki DM. Overview of Current Learning Theories for Medical Educators. *Am J Med* 2006;119(10):903-7.
9. Drost E. Validity and Reliability in Social Science Research. *Education Research and Perspectives* 2011;38:105-23.
10. Slade Shantz JA, Leiter JR, Gottschalk T, MacDonald PB. The internal validity of arthroscopic simulators and their effectiveness in arthroscopic education. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(1):33-40.
11. Dreyfus SE, Dreyfus HL. A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition Washington, DC1980 [cited 2019 April 28]. Available from: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a084551.pdf>.
12. Chambers DW. Toward a competency-based curriculum. *J Dent Educ* 1993;57(11):790-3.
13. Chambers DW. Competencies: a new view of becoming a dentist. *J Dent Educ* 1994;58(5):342-5.
14. Fucentese SF, Rahm S, Wieser K, Spillmann J, Harders M, Koch PP. Evaluation of a virtual-reality-based simulator using passive haptic feedback for knee arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(4):1077-85.
15. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39:175-91.
16. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods* 2009;41(4):1149-60.
17. Revilla MA, Saris WE, Krosnick JA. Choosing the Number of Categories in Agree–Disagree Scales. *Sociol Methods Res* 2013;43(1):73-97.
18. DeCastellarnau A. A classification of response scale characteristics that affect data quality: a literature review. *Quality & quantity* 2018;52(4):1523-59.
19. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33(1):159-74.
20. Haque S, Srinivasan S. A meta-analysis of the training effectiveness of virtual reality surgical simulators. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006;10(1):51-8.

The cross-cultural adaptation for Patient's Denture Assessment Thai version (PDA-T)

Orapin Komin¹, Sahaprom Namano²

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

²Geriatric Clinic, Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

This study aimed to present the process of cross-cultural adaptation to develop a Thai version of the Patient's Denture Assessment (PDA-T) from the Japanese original version. It is a self-assessment for the patients who wear complete dentures to evaluate six aspects, which are Function, Esthetics and Speech, Lower Denture, Expectation of Improvements with New Dentures, Upper Denture, and the Importance of Complete Dentures to the Patient. Then, check for the content validity with the face validity. Using this assessment can be beneficial in making a diagnosis, determining the prognosis, and comparing the efficacy of a complete denture (before and after the treatment). Each question is measured using a horizontal 100-mm visual analog scale (VAS). However, an extra question is added into the Thai version. The content validity and face validity were assessed in a sampling of 33 people (11 males and 22 females with an average age of 70.36 years old). The participants were instructed to read each question and mark an outcome to represent their situations by a vertical line through the horizontal VAS in each question. The PDA-T indicated good content validity after the initial test. Further research is recommended for the process of the psychometric, reliability, validity and responsiveness properties of the PDA-T.

Keywords: Patient's Denture Assessment (PDA), cross-cultural adaptation, Oral Health-related Quality of Life, complete denture

Received Date: May 27, 2019

Revised Date: Jun 24, 2019

Accepted Date: Aug 8, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.52

Correspondence to:

Orapin Komin, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand Tel: 02-218-8532 Fax: 02-218-8534 E-mail: Orapin.geriatric@gmail.com

Introduction

Nowadays, the number of older people has increased. According to a report on the 2017 survey of Thai population, 16.7 % of the total Thai population¹ is

at least 60 years old. Thai older people still have many oral problems from caries to periodontal disease and tooth loss.² When there is a lot of tooth loss, dentures

are needed to replace the teeth. Survey results indicated that there is a significant decline of Quality of Life (QoL) when people lose their teeth, and when wearers cannot cope with their dentures.³⁻⁵ Research shows the increase of oral problems and a decrease of QoL shown by the increase of the Oral Impact on Daily Performances (OIDP) score of the participants when they lose their teeth, especially for the last five teeth in the oral cavity that will impact the QoL of the patient significantly.⁶ The replacement for edentulous ridge can be prepared with partial or complete denture. The aim of the denture construction is to recover the chewing ability, esthetics, and the speech of the patients.⁷ From the 8th National Survey, Thai older people who were totally edentulous in the age group 60-74 and 80-85 years was 8.7 % and 31.0 %, respectively.² That means that they still need prosthesis.

The Patient's Denture Assessment (PDA) is a self-assessment developed by Komagamine *et al.* from edentulous patients with complete dentures in Japan. Its original version is in Japanese.⁸ The PDA's main purpose is for complete denture wearer patients to be able to self-assess the patients' complete dentures in the aspects of perception, consciousness, and feelings.^{7,8} It represents both positive and negative impacts of the complete dentures. The PDA is used for making a diagnosis, determining the prognosis, and comparing the efficacy of complete denture (before and after the treatment).⁷

The PDA comprises of 22 questions which are divided into 6 categories; function (4 items), esthetics and speech (4 items), lower denture (4 items), expectation of improvements with new dentures (3 items), upper denture (3 items), and the importance of complete dentures to patients (4 items). Each question is measured using a 100-mm visual analogue scale (VAS) which comprises of a horizontal 100-mm line. The words expressing the worst situation is at the left end-point of the line, while the words expressing the best situation is at the right end.⁸

The cross-cultural adaptation is a necessary process of preparing a self-assessment for using in other

settings.⁹ The only good translation of the original language into a new language is still awareness of the new setting due to the cultural diversity across different settings.⁹⁻¹¹ However, there is still no assessment that evaluates the satisfaction of older people treated with complete dentures or other removable denture in the Thai language.

Oral health-related quality of life (OHRQoL) has important implications for the clinical practice of dental research. The concept of OHRQoL has been modified to be an instrument to measure the state of clinical practice, dental research and dental education in many studies to solve oral problems in the community.¹² There are several indicators used to measure OHRQoL; the most popular ones are GOHAI, OHIP, and OIDP to measure the effect of the oral health to the QoL. OHRQoL is a multidimensional construction that includes a subjective evaluation of the individual's oral health, functional well-being, emotional well-being, expectations and satisfaction with care, and sense of self.¹² Many of the useful instruments were cross-culturally adapted into many languages.¹³⁻¹⁵

In Thailand, there is no questionnaire used for evaluating, making a diagnosis, determining the prognosis, and comparing the efficacy of complete dentures as mentioned above. From the previous study, PDA has shown to be a proper instrument for denture assessment.^{7,8,16} The objective of this study was to make the process of a cross-cultural adaptation to develop a Thai version of the Patient's Denture Assessment (PDA-T) from the Japanese version.

Materials and Methods

In this study, the Japanese version of the PDA was cross-culturally adapted into Thai according to the guidelines.⁹⁻¹¹ The study protocol was approved by the Ethical Committee of Chulalongkorn University (Study Code: HREC-DCU, 2019-004). The method process is shown in Figure 1.

First, the original Patient's Denture Assessment (PDA-J) was translated (FT) from Japanese into Thai by three Thai translators who were proficient in Japanese.

One of them was a prosthodontist, while the others neither had a dental background nor knew the concepts or the objective of this study. In this stage, all translators worked independently (FT1, FT2, and FT3) and did not consult the researchers.

For the second step, these three translators discussed and combined the results of the three separate translations (FT1, FT2 and FT3) to produce a common translation (FT-123). This synthesized version of the self-assessment (FT-123) was used in the next step.

The third step, the synthesized version (FT-123) was back translated (BT) into Japanese by two Japanese translators who were proficient in Thai. Both of them were blind to the original version of the PDA. In this stage, all translators worked independently (BT1 and BT2) and did not consult the researchers. The objective of this stage was to ensure that the translated version reflected the same content as the original version in Japanese.^{9,10}

For the fourth step, these two back translators synthesized the results of the two independent translations (BT1 and BT2) to produce a common translation (BT-12). Then, the researchers thoroughly discussed the contents of

BT-12 version with the Japanese dentists who developed the original PDA to make sure that the BT-12 version reflect the same content as the original one.^{9,11}

Lastly, the synthesized version of the self-assessment (FT-123) was revised by an expert committee which was comprised of three prosthodontists who were experts in complete denture, one methodologist and one translator who was a language professional. The committee discussed and developed the pre-final of the Thai version of PDA with the standard Thai in the text of the assessment. Then, the obtained Thai language PDA as a pre-final version was used to determine the content validity and face validity of the questionnaire in the next step.¹¹ The 33 total edentulous Thai patients, with complete dentures at the Prosthodontic Clinic, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University who used Thai as their mother language without any sign of cognitive impairment according to observation, conversation, and history taken in hospital chart of the patients. Moreover, the patients must have at least finished Primary School with good reading skills to be selected to join in this study. This process was performed by one researcher.

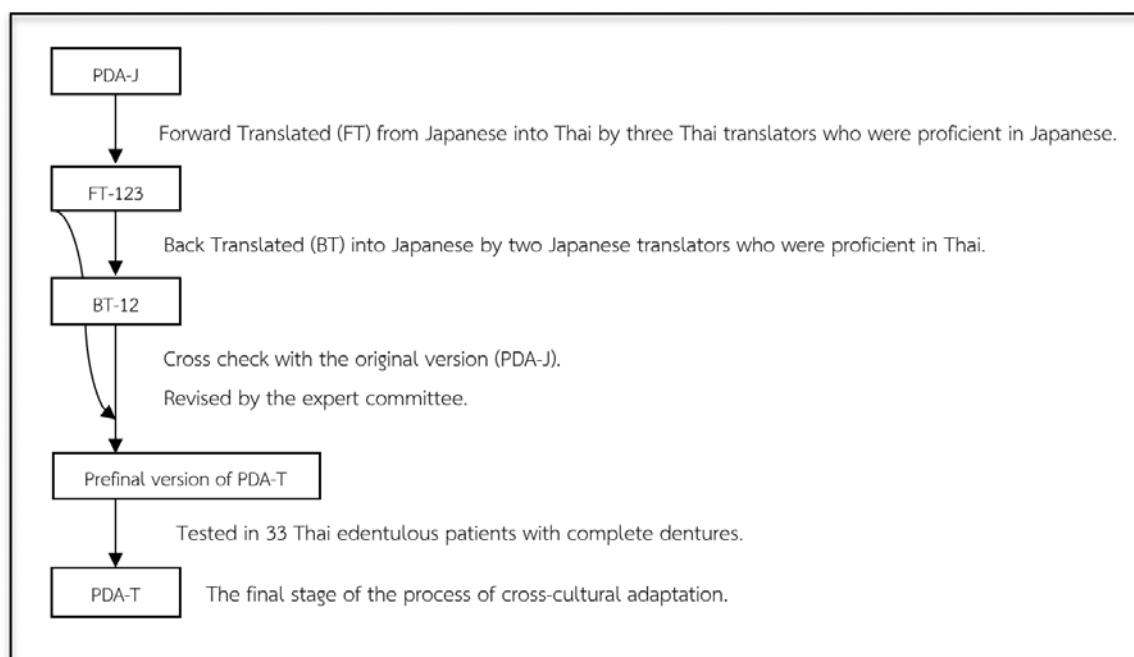


Figure 1 The flow chart describing the process of cross-cultural adaptation.

All patients were informed about this study and signed a consent form prior to participation. Each question in the self-assessment was measured using a 100-mm visual analogue scale (VAS) which is comprised of a horizontal 100-mm line. The words expressing the worst situation is at the left end-point of the line, while the words expressing the best situation is at the right end. The study participants were instructed to read each question and mark a vertical line at the point representing their situations on a horizontal 100-mm line by themselves. The value of each question was assessed as the distance from the left side of a 100-mm line to the mark of the participants.^{7,8,16} After the completion of the self-assessment, all participants were interviewed soon after about what they understood by each question and discussed their chosen responses. After all the information and suggestions were obtained from the participants, there was a discussion with the linguistic and the Prosthodontics experts about all the details and the arrangement of the questionnaire form. The pre-final version of questionnaire was then referred to “PDA-T”.

Results

Thirty-three patients with an average age of 70.36 years old were selected to join in this project, the demographic data of the participants are shown in table 1.

By using the PDA-T pre-final version in our participants, we found that all of the participants understood well throughout the assessment except two participants found that it was a bit difficult to interpret the content asking about the expectation for the new denture.

However, from the obtained information and suggestions from the participants, there was a discussion with the experts and the Japanese dentist who developed the original PDA. Finally, one more question was added in the category about the Upper denture of the PDA-T (question number 12) (Fig. 2). The overall for the PDA-T is still divided into six categories which are the same as the original one. (Fig. 2.) The first part which is used to evaluate the functions while wearing dentures contains four items. The second and third parts which are used to assess the lower and upper denture factors respectively also have four items each. The fourth part which is used to value the expectation of the patient for the improvements with the new dentures, has three items. The fifth part which is used to judge for the esthetics and speech, also has four items. Lastly, the sixth part which is used to rate the importance of the dentures to the patients has four items as well. All categories are sequenced the same as the original one.

For the heading of the questionnaire, added to the form to be filled was the general information of each participant, such as gender, age (also Date of Birth), the highest educational level, the period of losing teeth, the history of the denture making, and the number of the dentures that the patients used to have including the problems for the new one. Moreover, we rearrange the format of the assessment to give a big picture to the person who will use this self-assessment form to have a clearer understanding than prior to the assessment. From this, the pre-final version of the questionnaire was referred to “PDA-T” (Fig. 2)

Table 1 Demographic data

Participants (persons)	Gender(%)	Average age (years)	Education(%)
33	Male, 33.33 Female, 66.67	70.36	Primary school, 36.36 Secondary school, 42.42 Bachelor degree, 18.18 Master degree, 3.03

คำถามที่ 1-4 การใช้งานของฟันเทียมถอดได้ทั้งปาก

1. ท่านมีอาการเจ็บขณะใส่ฟันเทียมถอดได้ทั้งปากหรือไม่
2. ท่านสามารถกลืนอาหารหรือน้ำได้ง่ายหรือไม่
3. ท่านสามารถรับประทานอาหารได้อย่างเอร็ดอร่อยหรือไม่
4. ท่านรู้สึกเมื่อยขากรรไกรหรือไม่

คำถามที่ 5-8 จะถามเกี่ยวกับฟันเทียมถอดได้ทั้งปากล่าง

5. มีเศษอาหารเข้าไปติดใต้ฐานฟันเทียมล่างขณะรับประทานอาหารหรือไม่
6. ฟันเทียมล่างติดแน่นดีหรือไม่
7. ฟันเทียมล่างแนบสนิทกับเหงือกหรือไม่
8. ท่านรู้สึกว่าฟันเทียมล่างกลมกลืนกับส่วนอื่นในช่องปากหรือไม่

คำถามที่ 9-12 จะถามเกี่ยวกับฟันเทียมถอดได้ทั้งปากบน

9. มีเศษอาหารเข้าไปติดใต้ฐานฟันเทียมบนขณะรับประทานอาหารหรือไม่
10. ฟันเทียมบนแนบสนิทกับเหงือกหรือไม่
11. ฟันเทียมบนขยับหลุดขณะใช้งานหรือไม่
12. ท่านรู้สึกว่าฟันเทียมบนกลมกลืนกับส่วนอื่นในช่องปากหรือไม่

คำถามที่ 13-15 ความคาดหวังเกี่ยวกับฟันเทียมถอดได้ทั้งปากชุดใหม่

13. ท่านคิดว่าจะได้ฟันเทียมถอดได้ทั้งปากใหม่ตามที่ท่านคาดหวังหรือไม่
14. ท่านคิดว่าฟันเทียมถอดได้ทั้งปากใหม่จะมีปัญหาหรือไม่
15. ท่านคิดว่าทันตแพทย์จะสร้างฟันเทียมถอดได้ทั้งปากให้เหมาะกับท่านหรือไม่

คำถามที่ 16-19 การใช้งานของฟันเทียมถอดได้ทั้งปาก ด้านความสวยงามและการพูด

16. ท่านกังวลกับสายตาของผู้อื่นที่มองมาหรือไม่
17. ท่านรู้สึกพูดลำบากหรือไม่
18. ท่านรู้สึกกังวลกับลักษณะและรูปร่างบริเวณรอบริมฝีปากหรือไม่
19. ขณะพูดมีเสียงฟันเทียมกระทบกันหรือไม่

คำถามที่ 20-23 ความสำคัญของการใช้ฟันเทียมถอดได้ทั้งปาก

20. ท่านคิดว่าฟันเทียมถอดได้ทั้งปากที่ใช้อยู่เป็นส่วนหนึ่งของร่างกายหรือไม่
21. ท่านคิดว่าฟันเทียมถอดได้ทั้งปากเป็นสิ่งสำคัญสำหรับท่านหรือไม่
22. ท่านคิดว่าการดูแลฟันเทียมถอดได้ทั้งปากที่ใช้อยู่เป็นอย่างไร
23. ท่านรู้สึกสบายใจเมื่อใส่ฟันเทียมชุดนี้หรือไม่

Figure 2 PDA-T

Discussion

The objective of this research is to create a process of a cross-cultural adaptation for developing a Thai version of the Patient's Denture Assessment (PDA-T) from the Japanese version. From the face validity and the

content validity of the pre-final version, the participants have been clearly discussed about the complete dentures in the aspects of perception, consciousness, and feelings within six categories from the questionnaire. We found

that the Thai context used in this questionnaire is easy to understand and suitable to convey the information and communicate with Thai elderly. The results obtained from this assessment can be used to analyze and fix their problems.

The average time consumed for the self-assessment per participant is 5.24 minutes, which is suitable for the attention and concentration to answer the questions.

For future research, the PDA-T will be confirmed with the other OHRQoL index for the psychometric properties, reliability, and responsiveness of this instrument.

Conclusion

This research has met the objective in the cross-cultural adaptation for the Patient's Denture Assessment. It could be a useful instrument for screening the pre- and post prosthodontic treatment for the patients and also for the follow-up of denture usage. The evaluation will also reflect the perceptions, consciousness, and the feelings of the patients towards the prosthesis.

Acknowledgement

Funding for this research was provided by a grant from the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (DRF 62014)

References

1. National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society. Report on the 2017 survey of the older persons in Thailand. Bangkok: Bangkok Block; 2018.
2. Division of Dental Public Health, Ministry of Public Health. The 8th National Oral Health Survey in Thailand 2017. Bangkok: *Samcharoen Panich*; 2018.
3. Limpuangthip N, Somkotra T, Arksornnukit M. Modified retention and stability criteria for complete denture wearers: A risk assessment tool for impaired masticatory ability and oral health-related quality of life. *J Prosthet Dent* 2018;120(1):43-9.
4. Saintrain MV, de Souza EH. Impact of tooth loss on the quality of life. *Gerodontology* 2012;29(2):e632-6.
5. Srisilapanan P, Korwanich N, Jienmaneechotchai S, Dalodom S, Veerachai N, Vejvitee W, *et al.* Estimate of Impact on the Oral Health-Related Quality of Life of Older Thai People by the Provision of Dentures through the Royal Project. *Int J Dent* 2016;2016:1976013.
6. Somsak K, Kaewplung O. The effects of the number of natural teeth and posterior occluding pairs on the oral health related quality of life in elderly dental patients. *Gerodontology* 2016;33(1):52-60.
7. Komagamine Y, Kanazawa M, Kaiba Y, Sato Y, Minakuchi S. Reliability and validity of a questionnaire for self-assessment of complete dentures. *BMC Oral Health* 2014;14(1):45.
8. Komagamine Y, Kanazawa M, Kaiba Y, Sato Y, Minakuchi S, Sasaki Y. Association between self-assessment of complete dentures and oral health-related quality of life. *J Oral Rehabil* 2012;39(11):847-57.
9. The World Health Organization. Translation and adaptation of instruments[Internet]. 2019 [cited 2019 May 24]. Available from: https://www.who.int/substance_abuse/research_tools/translation/en/
10. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(24):3186-91.
11. Krisdapong S. Oral health-related quality of life. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House; 2014.
12. Sischo L, Broder HL. Oral health-related quality of life: what, why, how, and future implications. *J Dent Res* 2011;90(11):1264-70.
13. Yamazaki M, Inukai M, Baba K, John MT. Japanese version of the Oral Health Impact Profile (OHIP-J). *J Oral Rehabil* 2007;34(3):159-68.
14. Niesten D, Witter D, Bronkhorst E, Creugers N. Validation of a Dutch version of the Geriatric Oral Health Assessment Index (GOHAI-NL) in care-dependent and care-independent older people. *BMC Geriatr* 2016;16:53.
15. Matsuo K, Nakagawa K. Reliability and Validity of the Japanese Version of the Oral Health Assessment Tool (OHAT-J). *Journal of the Japanese Society for Disability and Oral Health* 2016;37(1):1-7. (In Japanese, English abstract)
16. Komagamine Y, Kanazawa M, Sasaki Y, Sato Y, Minakuchi S. Prognoses of new complete dentures from the patient's denture assessment of existing dentures. *Clinical Oral Investigation* 2017; 21(5):1495-1501.

4- and 7-module Elastomeric Chains Undergo Differential Force Decay in Artificial Saliva

Thanit Charoenrat¹, Korapin Mahatumarat¹

¹Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

Abstract

Objective: To compare the remaining force between 4- and 7-module memory elastomeric chains (ECs) Dyna-Link (D), Power Chain generation II (P), and Super Chain (S) (D4, P4, and S4 and D7, P7, and S7 groups) and to compare the remaining force between the 4- and 7-module ECs in each brand (D4-D7, P4-P7 and S4-S7 groups) during simulated canine retraction. **Materials and methods:** ECs were divided into six groups (D4, P4, S4, D7, P7, and S7 groups) (n=10). The samples were stretched using a Universal Testing Machine to obtain an approximately 150 grams force and the stretch distance was maintained using pinned blocks which kept in artificial saliva at 37°C. The remaining force in each sample was measured after three and 24 hours, three days, and one, two, three and four weeks. Statistical analysis was performed using the SPSS program. **Results:** Comparing the 4-module groups, the D4 group demonstrated the significantly lowest remaining force at three days. The S4 group had the significantly highest remaining force at one week. The significantly lowest remaining force was seen in the P4 group from 2–4 weeks. When 7-module groups were compared. The S7 group demonstrated the highest remaining force, while the D7 group presented the lowest remaining force from 3 hours - 4 weeks. Comparing the 4- and 7-module groups, the S7 and P7 groups had a significantly higher remaining force compared with the S4 and P4 groups, respectively. **Conclusion:** When an initial force of 150 grams was applied, the S7 group demonstrated the highest remaining force over four weeks. When using ECs for retracting teeth, 7-module chains are preferable compared with 4-module chains.

Keywords: Force decay, force relaxation, force degradation, elastomeric chains, memory chains

Received Date: May 13, 2019

Revised Date: Jun 6, 2019

Accepted Date: Aug 21, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.53

Correspondence to:

Thanit Charoenrat. Department of Orthodontics Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henry Dunant Rd., Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand. Tel: 02-5897797, 0865460960 Fax: 02-2188953. E-mail: thanit37576@gmail.com

Introduction

Polyurethane ECs have been widely used in orthodontic practice for many decades due to their acceptable elastic properties, ease of use, low cost, various colors, and patient acceptance.¹ These chains are generally used in canine retraction, anterior retraction, and other tooth movements. However, staining, changing properties in the oral environment and force decay are major disadvantages of these ECs.² The force decay by ECs results in teeth receiving a heavy initial force when placed or a force below the optimum level after force decay occurs.

Force decay is influenced by the manufacturing process (injection molding or die-cut stamping)^{3,4} chain configuration (closed or open),⁵⁻⁷ coloring,^{3,5,8} pre-stretching,^{8,11,12} storage media^{9,10} and pH level.¹⁰ Furthermore, the mechanics used for retraction also affect force decay.¹¹ To address the problem of force decay, a new type of ECs known as memory chains was developed. The memory ECs are described as having low force decay. Memory ECs demonstrated significantly less force decay compared with conventional chains.¹²⁻¹⁴ The increased memory chain properties may result from the addition of various substances in their composition.^{12,15}

Although the memory ECs are claimed to have a reduced force decay rate, there are few studies concerning memory elastomeric chain properties. The aim of the present study was to evaluate the force decay of memory ECs *in vitro* by comparing the percentage of remaining force. The first aim of this study was to compare the amount of percentage of remaining force between three brands of ECs from three companies when simulating

canine retraction *in vitro*. The first null hypothesis was that there is no difference in the percentage of remaining force between these ECs. The second aim was to compare the amount of percentage of remaining force between 4- and 7-module chains in each brand and the second null hypothesis was that there is no difference in the percentage of the remaining force between the 4- and 7-module chains in each brand.

Materials and Methods

1) Three commercial brands of memory ECs with closed configuration and clear color were divided in three groups (Dyna-link (D), G&H wire, Power chain generation II (P), Ormco, and Super chain (S), Tomy). 2) Twenty chains from each brand (D, P and S group) were divided into two groups (n=10): 4- and 7-module groups. The six groups of ECs were divided as shown in Table 1. The ECs were stretched until an initial force of 150 grams was obtained as measured by a universal Testing Machine (EZ-S 500N Shimadzu) with a 50 N load cell. The six stretched distances for each group were recorded (Table 1). Six acrylic blocks with ten pairs of 0.036-inch stainless steel wire pins were fabricated as previously described.¹⁶ One block was used for each group of ECs (Fig. 1). The distance between the pairs of pins equaled the stretch distance required to generate the 150 grams force for each group. The group names, product brands, companies, distance between pins, mean initial force, and the mean percentage of elongation to obtain 150 grams of initial force are shown in Table 1.

Table 1 Product names and companies, distance between the pins in the acrylic blocks, and mean initial force of each group.

groups	Product brands/companies	Modules	Distance between pins	Initial force (SD)
D4	Dyna-Link/G&H wire	4	13.5 mm	151.41 (3.72)
D7	Dyna-Link/G&H wire	7	23 mm	149.54 (7.33)
P4	Power Chain generation II /Ormco	4	12 mm	155.11 (4.27)
P7	Power Chain generation II /Ormco	7	22 mm	151.21 (4.65)
S4	Super Chain/Tomy	4	12 mm	151.05 (4.54)
S7	Super Chain/Tomy	7	23 mm	150.11 (2.47)

Throughout the study, the acrylic blocks were kept in artificial saliva and stored in an incubator at 37°C (Contherm). The artificial saliva was produced by the Department of Pharmacology, Faculty of Dentistry Chulalongkorn University. The artificial saliva was composed of 0.75 grams potassium chloride, 0.07 grams magnesium chloride, 0.199 grams calcium chloride, 0.965 grams dipotassium hydrogen phosphate, 6 grams sodium caboxy methylcellulose, 0.439 grams potassium dihydrogen phosphate, 0.005 grams sodium fluoride, 36 grams 70 % sorbitol, 18.20 ml paraben, and 1200 ml deionized water.

Two 0.036 in L shaped stainless steel wires were attached to the 50 N load cell of the Universal Testing Machine to measure the initial force and remaining force at 3 and 24 hours, 3 days, and 1, 2, 3, and 4 weeks. Each elastomeric chain was transferred from the acrylic block to the L shape wires using a jig to maintain the length of the elastomeric chain. The jig was made of a plaster block

and a pair of 0.016x0.022 inch stainless steel wires that were set the same distance apart as the pins in each group's respective acrylic block (Fig. 1). The elastomeric chain was stabilized for five seconds on the Universal Testing Machine before recording the force.^{7,11} The remaining force was calculated as the percentage of remaining force. (Percentage of remaining force= (remaining force/initial force)x100)

Statistical analysis was performed using the SPSS program. Because the data was not normally distributed in each group, the Kruskal-Wallis H test was used to analyze the differences in initial force and percentage of remaining force between product brands (D4, P4, and S4 and D7, P7, and S7). The Mann-Whitney U test was used for pairwise comparison and analyzing the difference between the 4- and 7-module groups of each brand (D4-D7, P4-P7, and S4-S7). Significant differences were determined at $p<0.05$.

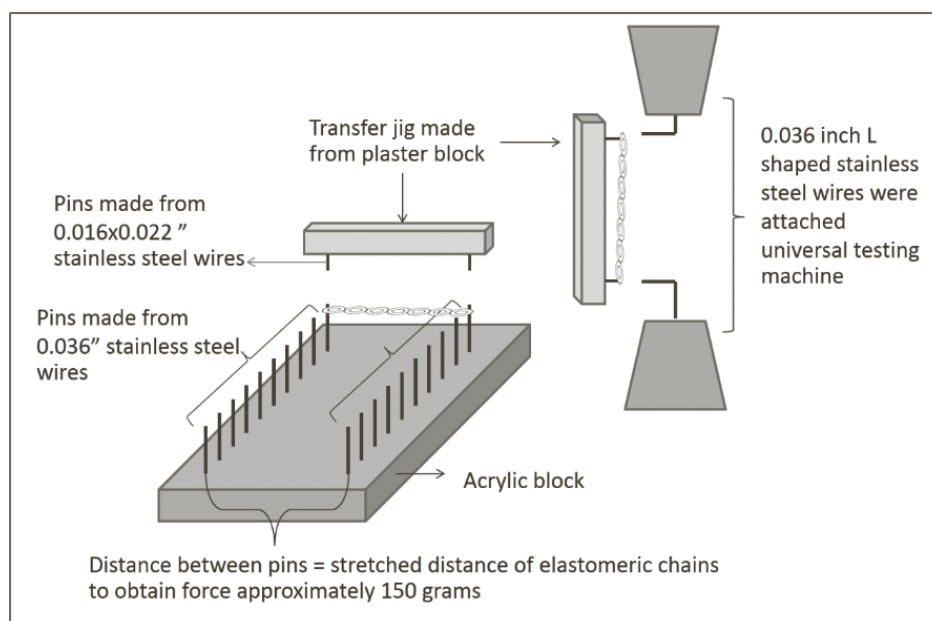


Figure 1 The acrylic block set with the pins, transfer jig, and L shaped wires attached to the load cell of the Universal testing machine.

Results

The mean initial force and SD of the groups ranged from 150.11±2.47–155.11±4.27 grams, which were not significantly different (Table 2) ($p<0.05$). The results of

the remaining force assay indicated that a rapid decrease in remaining force occurred in the D4, P4, and S4 groups over the first 24 hours, with their percentage remaining

forces ranging from approximately 65–52 % (Table 2, Fig. 2A). The percentage of remaining force was the highest in the S4 group, followed by the P4, and D4 groups at three and 24 hours, however, these differences were not significant ($p>0.05$). At three days, the D4 group presented a significantly lower percentage of remaining force (42.30 ± 3.42 %) compared with the P4 and S4 groups ($p<0.05$). The percentage of remaining force in each group continued to decrease in a time-dependent manner, albeit not as precipitously as was seen in the first 24 hours (Table 2, Fig. 2A). After seven days, the S4 group had the significantly highest percentage of remaining force (54.89 ± 2.75) ($p<0.05$) among the groups. From 2-4 weeks, the P4 group demonstrated the lowest percentage of remaining force of all the groups, ranging from 35.05 ± 4.78 – 31.18 ± 5.37 % ($p<0.05$).

Evaluating the remaining force between the D7, P7, and S7 groups, the S7 group demonstrated the significantly highest percentage of remaining force (range 85.78 ± 10.86 – 77.15 ± 4.05 %) at all observation points

($p<0.01$) (Table 2, Fig. 2B). Similar to the four module group results, the P7 group had the next highest percentage of remaining force (range 70.25 ± 2.36 – 51.58 ± 3.48 %), with the D7 group presenting the lowest percentage of remaining force (range 39.44 ± 4.07 – 36.95 ± 3.59 %) ($p<0.01$).

Comparing the percentage of remaining force between the 4- and 7-module groups (D4-D7, P4-P7 and S4-S7, Table 2, Fig. 3A-C), the S7 and P7 groups presented significantly higher percentages of remaining force with a range of approximately 20-40 % and 10 % higher, respectively, compared with the S4 and P4 groups at every observation point ($p<0.01$). The D4 and D7 groups only demonstrated a significant difference in percentage of remaining force at 24 hours and four weeks, with the D4 group having a higher percentage of remaining force compared with the D7 group ($p<0.05$) (Table 2, Fig. 3A).

The p values of the pairwise comparisons between 4-and 7-module groups (D4-D7, P4-P7, and S4-S7) are shown in Table 3.

Table 2 The mean remaining force and percentage in each group at each time point.

group	Dynamik (remaining force)		Power Chain generation II (remaining force)		Super Chain (remaining force)	
	D4	D7	P4	P7	S4	S7
time	gram (SD)	gram (SD)	gram (SD)	gram (SD)	gram (SD)	gram (SD)
	% (SD)	% (SD)	% (SD)	% (SD)	% (SD)	% (SD)
0	151.41(3.42)	149.54(7.34)	155.11(4.28)	151.21(4.65)	151.05(4.55)	150.11(2.47)
	100	100	100	100	100	100
3 hours	93.58(13.25)	87.79(11.43)	96.49(8.38)	106.21(4.45)	98.41(6.38)	128.75(6.44)
	61.88(9.20)	58.76(7.38)	62.05(5.65)	70.25(2.36)	65.15(6.39)	85.78(10.86)
24 hours	78.88(5.77)	72.54(5.91)	82.83(6.86)	96.56(4.04)	88.25(12.85)	128.62(6.04)
	52.12(3.88)	48.60(4.52)	53.40(4.46)	63.9(3.00)	58.50(8.88)	85.68(3.69)
3 days	64.05(5.53)	65.7(6.13)	71.89(6.85)	89.42(4.28)	75.7(11.97)	127.8(4.56)
	42.30(3.42)	44.02(4.64)	46.36(4.46)	59.16(2.76)	50.07(7.42)	85.14(3.05)
1 week	63.08(8.28)	63.9(6.12)	63.67(7.01)	82.97(4.22)	73.52(12.1)	123.7(3.18)
	41.65(5.30)	42.81(4.57)	41.08(4.70)	54.89(2.75)	48.64(7.65)	82.42(2.33)
2 week	62.83(5.97)	58.86(5.28)	54.32(7.19)	77.95(4.97)	65.79(13.59)	122.67(3.2)
	41.52(4.07)	39.44(4.07)	35.05(4.78)	51.58(3.48)	43.52(8.61)	81.73(2.67)
3 week	56.45(4.73)	56.11(4.93)	54.32(7.19)	72.12(4.38)	65.32(13.98)	121.88(3.96)
	39.28(3.15)	37.61(3.99)	35.05(4.78)	47.72(3.13)	43.19(8.89)	81.20(2.67)
4 week	60.04(2.92)	55.12(4.36)	48.34(8.15)	71.61(4.33)	60.01(13.40)	115.77(5.53)
	39.67(2.92)	36.95(3.59)	31.18(5.37)	47.39(3.12)	39.71(8.65)	77.15(4.05)

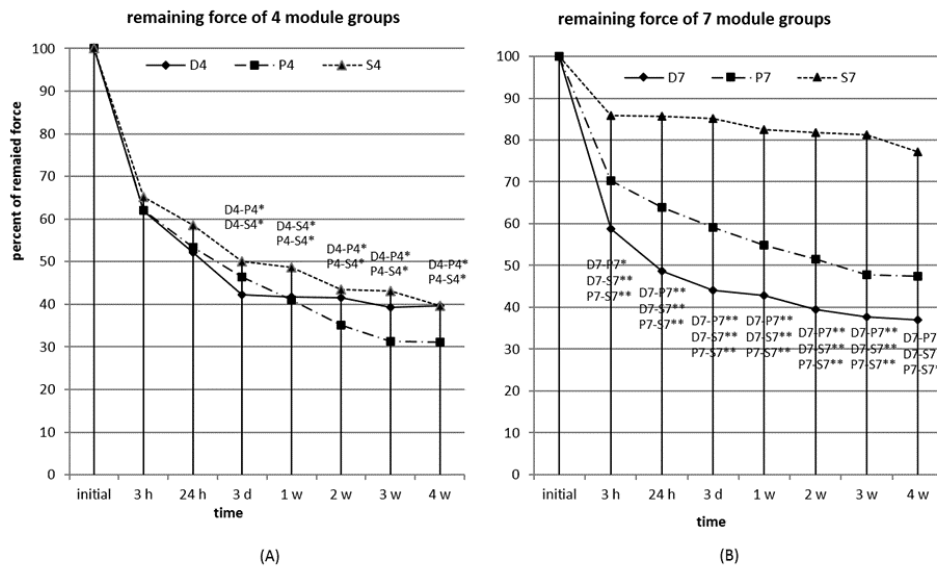


Figure 2 The percentage remaining force at each observation point. A) D4, P4, and S4 groups, and B) D7, P7, and S7 groups. * indicates a significant difference between the groups at $p < 0.05$ and ** indicates $p < 0.01$.

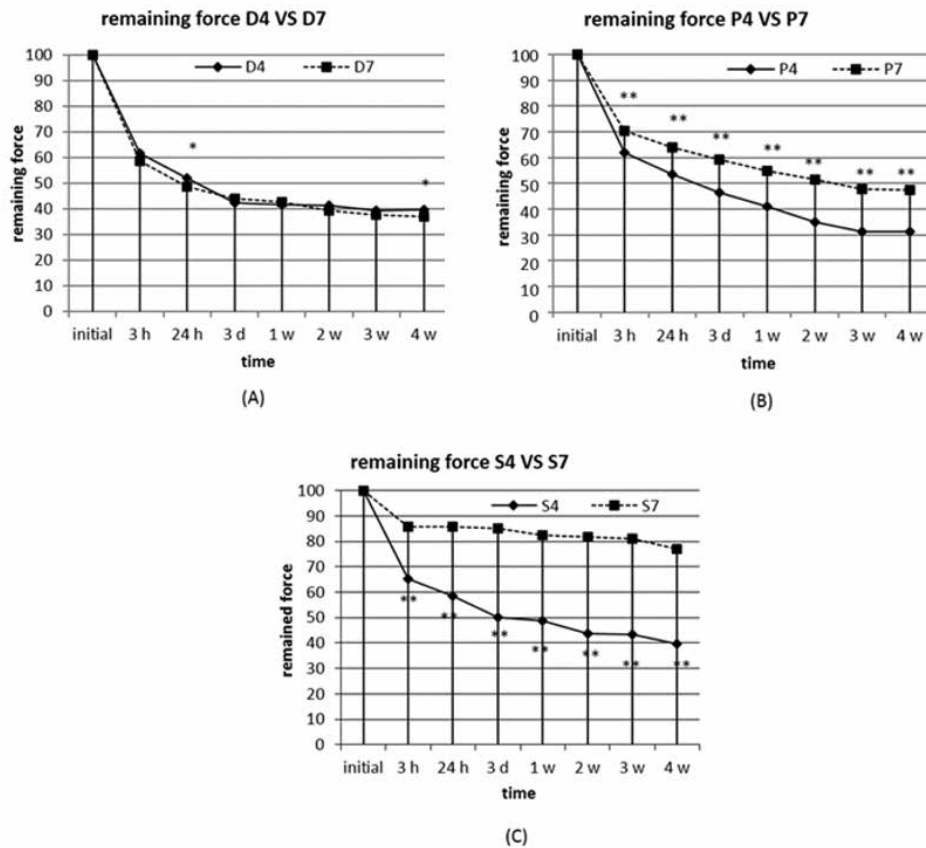


Figure 3 The percentage remaining force at each observation point. A) D4-D7, B) P4-P7, and C) S4-S7 groups. * indicates a significant difference between the groups at $p < 0.05$ and ** indicates $p < 0.01$.

Table 3 The *p* values of the pairwise comparisons (Mann-Whitney *U* test) between the 4- and 7-module groups.

Observation Period	3 hr	24 hr	3 d	1 w	2 w	3 w	4 w
groups							
D4 VS P4	.650	.821	.041	.880	.010	.049	.003
D4 VS S4	.226	.226	.008	.041	.762	1.000	.364
P4 VS S4	.406	.257	.364	.008	.019	.023	.013
D7 VS P7	.002	.000	.000	.000	.000	.001	.000
D7 VS S7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
P7 VS S7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
D4 VS D7	.364	.041	.496	.597	.070	.082	.041
P4 VS P7	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
S4 VS S7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Discussion

The current study evaluated the force decay of 4- and 7-module Dynalink, Power Chain generation II, and Super Chain memory ECs, which are available in Thailand, over four weeks. There were significant differences found in the percentage of remaining force between brands and also between 4- and 7-module chains. Based on our results, both of the null hypotheses were rejected.

Less force decay of memory chain was discussed in previous studies.^{1,12-14,17,18} However, there are few studies of these brands.^{1,12,14,18,19} Previous studies have shown that closed configuration chains underwent less force decay compared with open configuration chains.^{4,7} Moreover, clear chains experienced less force decay compared with the grey chains in some brands.^{4,8} However, one study found that the effect of color within the same brand was minimal.⁸ In addition, the storage media and pH affected the force degradation of ECs. ECs demonstrated less force decay in a dry environment compared with in the mouth, 37° water, artificial saliva, and topical fluoride treatment.^{4,9,10} Notably, the greatest force decay was found to occur in the oral environment.⁹ In our study we used clear ECs^{1,12} with closed configuration^{11,12,14,16,17,20} in artificial saliva.^{6,7,11,14,16,20}

Pre-stretching was not performed^{1,12,14,16} in the present study because its effect on force decay is unresolved and there is no standardized pre-stretching method.^{4,21-23} Although pre-stretching reduced the force decay in some ECs, the reduction may not be clinically meaningful.^{4,21,23} Furthermore, thermocycling was not performed in the present study.^{11-14,20,23} However, memory ECs undergoing thermocycling retained significantly higher mean percentages of remaining force compared with those exposed to a constant temperature of 37°C.⁶ The improvement was approximately 8-10 % over 21 days.

The present study was designed to simulate canine retraction using 150 grams of force. A systematic review study revealed that the force level that was used to move the upper canine varied from 18–375 grams.²⁴ The force level of 150 grams used in the present, and previous studies^{3,16} was in this range. At the 4-week evaluation point, the force remaining level ranged from 48.34 grams (P4) to 115.77 grams (S7), which is still optimal for canine retraction.

The remaining force over the 4-week period evaluated in the present study ranged from 31.18 % (48.34 grams) to 77.15 % (115.77 grams) in the P4 and S7 groups,

respectively, compared with the 50-67 % remaining force for memory chains observed in previous studies.^{1,12-14,17,18} It was found that the S4 and S7 groups demonstrated the highest percentage of force remaining, similar to the results of a previous study.¹² Moreover, the D4 and D7 groups presented a remaining force of approximately 40 %, which corresponded with the results of a clinical study.¹⁹ Although the P4 and P7 groups demonstrated a 30-47 % remaining force that was similar to that of a previous study¹⁸, this was less than was found in other studies.^{1,14} Differences in methods and laboratory environments may account for these differences.

The highest remaining force in the present study was found in the S7 elastomeric chain group. The remaining force in this group was 85.78 % at three hours and 77.15 % at four weeks. This force level corresponded with the mean percentage of force decay of NiTi closed coil springs observed in a previous study.²⁵ These results suggest that the S7 chains could be used in place of NiTi closed coil springs at a much lower cost.

It was found that the rate of force decay among D4, P4, and S4 groups displayed a similar pattern. Although there were significant differences in the remaining force between the three brands from three days to four weeks, the differences at the same interval were 4.83-11.7 grams, which are not clinically relevant. In contrast, there were significant differences between the D7, P7, and S7 groups as well as between the three brands in every interval evaluated and the differences within the same interval were as high as 35.17–65.77 grams. These higher remaining forces may reduce adverse effect of high initial force. The differences in force decay observed between brands can be attributed to their respective manufacturing processes, such as how they are cut and their raw materials, surface coated materials, or fillers and pigments. However, this information is proprietary. Moreover, different morphologic (ellipsoid or circular) or dimensional characteristics modify the product characteristic.^{3,11,13-15,26}

Our results indicated that among the 4- and 7-module groups (D4-D7, P4-P7, and S4-S7), the D group

(Dynalink) demonstrated a consistent level of force decay, however, the S (Super Chain) and P (Power Chain generation II) groups had markedly different levels of force decay. The P7 and S7 groups had a higher remaining force compared with the P4 and S4 groups. These results did not correspond with those of previous studies that found that the difference in the percentages of force remaining within the same brand was less than that found in this study.^{11,14} The explanation for this might be that the initial force of 150 grams used in this study was less than was used in other studies, which may account for the lower percentages of elongation (116.46-120 %) in the present study. The higher percentages of elongation of ECs cause permanent deformation of material.²⁷ A previous study²⁷ found that using different stretching lengths and stretching cycles during pre-stretching altered the force decay pattern in some brands. The alteration of force decay pattern may be affected by permanent deformation, which would result in a loss of elastic recovery ability.

The distance between the pins in the present study was categorized into two groups. The 12–13.5 mm distances used for the 4-module groups (D4, P4 and S4) are approximately the distance from the second premolar bracket to the canine bracket hook. Moreover, the 22–23 mm distances used for the 7-module groups (D7, P7 and S7) represented ECs that are stretched from the first molar buccal tube hook to the canine bracket hook according to a study of tooth sizes.²⁸ The results indicate that using Power Chain Generation II or Super Chain for canine retraction by stretching ECs from the first molar to canine is a favorable choice.

A limitation of the present study is that it was performed *in vitro*, because a previous study found that the force decay was higher in the oral environment⁹, thus further investigation is required.

Conclusion

The present study used 150 grams of force to simulate canine retraction and compared the percentages

of remaining force between three elastomeric chain products and between 4- and 7-module groups in each product. Based on our results, we conclude:

- In the 4-module groups, the difference among three brands was not evident over 24 hours. The P4 group demonstrated a significantly lower percentage of remaining force from 2-4 weeks compared with the D4 and S4 groups.

- In the 7-module groups, there were marked differences between brands; the S7 group had the significantly highest percentage of remaining force, while the D7 group presented the significantly lowest percentage of remaining force at every interval evaluated.

- Comparing the 4- and 7-module groups within the same brand, the P7 and S7 groups had a significantly higher percentage of remaining force compared with the P4 and S4 groups at every interval evaluated. However, the D4 and D7 groups did not demonstrate significant differences.

- Stretching ECs from the first molar tube to the canine is recommended when Power Chain Generation II and Super Chain chains are used to obtain less force decay.

References

1. Buchmann N, Senn C, Ball J, Brauchli L. Influence of initial strain on the force decay of currently available elastic chains over time. *Angle Orthod* 2012;82(3):529-35.
2. Huget EF, Patrick KS, Nunez LJ. Observations on the elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. *J Dent Res* 1990;69(2):496-501.
3. Bousquet JA Jr, Tuesta O, Flores-Mir C. *In vivo* comparison of force decay between injection molded and die-cut stamped elastomers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(3):384-9.
4. Baty DL, Storie DJ, von Fraunhofer JA. Synthetic elastomeric chains: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105(6):536-42.
5. Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials scientific and clinical aspects. New york: Thieme Stuttgart; 2001.p.174-185
6. De Genova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Shaye R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains--a product comparison study. *Am J Orthod* 1985;87(5):377-84.
7. Josell SD, Leiss JB, Rekow ED. Force degradation in elastomeric chains. *Semin Orthod* 1997;3(3):189-97.
8. Lu TC, Wang WN, Tamg TH, Chen JW. Force decay of elastomeric chain--a serial study. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(4):373-7.
9. von Fraunhofer JA, Coffelt MT, Orbell GM. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *Angle Orthod* 1992;62(4):265-74.
10. Ash JL, Nikolai RJ. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules *in vitro* and *in vivo*. *J Dent Res* 1978;57(5-6):685-90.
11. Balhoff DA, Shuldborg M, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Force decay of elastomeric chains - a mechanical design and product comparison study. *J Orthod* 2011;38(1):40-7.
12. Mirhashemi A, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent (Tehran)* 2012;9(4):204-15.
13. Baratieri C, Mattos CT, Alves M Jr, Lau TC, Nojima LI, de Souza MM, *et al.* In situ evaluation of orthodontic elastomeric chains. *Braz Dent J* 2012;23(4):394-8.
14. Masoud AI, Tsay TP, BeGole E, Bedran-Russo AK. Force decay evaluation of thermoplastic and thermoset elastomeric chains: A mechanical design comparison. *Angle Orthod* 2014;84(6):1026-33.
15. Eliades T, Eliades G, Watts DC. Structural conformation of *in vitro* and *in vivo* aged orthodontic elastomeric modules. *Eur J Orthod* 1999;21(6):649-58.
16. Kochenborger C SD, Marchioro EM, Vargas DA, Hahn L. Assessment of force decay in orthodontic elastomeric chains: An *in vitro* study. *Dental Press J Orthod* 2011;16(6):93-9.
17. Dittmer MP, Demling AP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P, Schwestka-Polly R. The influence of simulated aging on the mechanical properties of orthodontic elastomeric chains without an intermodular link. *J Orofac Orthop* 2012;73(4):289-97.
18. Weissheimer A, Locks A, de Menezes LM, Borgatto AF, Derech CD. *In vitro* evaluation of force degradation of elastomeric chains used in orthodontics. *Dental Press J Orthod* 2013;18(1):55-62.
19. Sen A, Goswami A. Comparison of 4 Brands of Elastomeric Chains Based On Time Dependent Force Decay. *IOSR-JDMS* 2015;14(8):33-44.
20. Yagura D, Baggio PE, Carreiro LS, Takahashi R. Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching. *Dental Press J Orthod* 2013;18(3):136-42.
21. Kim KH, Chung CH, Choy K, Lee JS, Vanarsdall RL. Effects of prestretching on force degradation of synthetic elastomeric chains. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(4):477-82.
22. Brantley WA, Salander S, Myers CL, Winders RV. Effects of prestretching on force degradation characteristics of plastic modules. *Angle Orthod* 1979;49(1):37-43.

23. Young J, Sandrik JL. The influence of preloading on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. *Angle Orthod* 1979;49 (2):104-9.
24. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod* 2003;73(1):86-92.
25. Santos AC, Tortamano A, Naccarato SR, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW. An in vitro comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. *Braz Oral Res* 2007;21(1):51-7.
26. Stroede CL, Sadek H, Navalgund A, Kim DG, Johnston WM, Schricker SR, *et al.* Viscoelastic properties of elastomeric chains: an investigation of pigment and manufacturing effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141(3):315-26.
27. Chang JH, Hwang CJ, Kim KH, Cha JY, Kim KM, Yu HS. Effects of prestretch on stress relaxation and permanent deformation of orthodontic synthetic elastomeric chains. *Korean J Orthod* 2018;48(6):384-94.
28. Srisopark SS. A study on the size of permanent teeth, shovel-shaped incisors and premolar tubercle in Thai skull. *J Dent Assoc Thai* 1972;22:199-205.

Sensitivity, Specificity and Profile of Direct Immunofluorescence in Oral Lichen Planus

Patrayu Taebunpakul¹, Aroonwan Lam-Ubol¹

¹Department of Oral Surgery and Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok

Abstract

Oral lichen planus (OLP) is a chronic immune-mediated mucocutaneous disease. The clinical features of OLP can sometimes resemble several autoimmune diseases. The histopathology and direct immunofluorescence (DIF) are useful methods to confirm the diagnosis. Our aim was to evaluate the sensitivity and specificity of DIF in OLP diagnosis. OLP DIF profiles were also investigated. Patients attending Oral Medicine Clinic, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University with the clinical diagnosis of OLP were recruited. The demographic data, histopathology and DIF results, were collected from the patient records. Descriptive statistic was used to analyze the data. Fifty-seven patients were included. The mean age $\pm$ SD was 52.25 $\pm$ 12.93 years. Male to female ratio was 1:6. The final diagnosis based on clinical features, histopathology and DIF results was 46 cases of OLP and 11 of others. The sensitivity and specificity of histopathology in OLP diagnosis were 84.78 % and 90.91 % in that order. While those of DIF were 86.96 % and 100 % respectively. The shaggy fibrinogen deposition at the basement membrane zone (BMZ) was found the most in 84.78 % of the OLP cases. The percentage of OLP diagnosis was increased when histologic features and DIF profiles were included. To conclude, the sensitivity of histopathology is comparable to that of DIF in OLP diagnosis. Both techniques demonstrate high specificity. Most common immune deposition in OLP is fibrinogen. Therefore, clinical, histopathological and DIF features should be utilized for OLP diagnosis, especially in cases that lack clinical characteristics.

Keywords: Autoimmune diseases, Diagnosis, Direct immunofluorescence, Histopathology, Oral lichen planus

Received Date: Apr 29, 2019

Revised Date: May 23, 2019

Accepted Date: Aug 28, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.54

Correspondence to:

Patrayu Taebunpakul, Department of Oral Surgery and Oral medicine, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110, Thailand Tel: +66(0)2 6495000 Ext. 15011 Fax: +66(0)2 6641882 E-mail: pathraya@g.swu.ac.th

Introduction

Oral lichen planus (OLP) is a chronic mucocutaneous inflammatory disease that affects 0.5-2.2 % of the population and is mainly found in women in their fifth or sixth decades of life.^{1,2} The etiology remains unclear and the immunopathogenesis is complex. OLP can appear in the mouth in several different forms. The white, reticular pattern is commonly found and sometimes referred to as Wickham's striae. The reticular lines can be found together with atrophic and/or erosive lesions that usually lead to pain and burning sensation in the mouth.^{3,4} The diagnosis of OLP is usually based on clinical features and histopathological results.¹ OLP can sometimes clinically resemble other autoimmune diseases such as oral lupus erythematosus, chronic ulcerative stomatitis (CUS), pemphigus vulgaris and mucous membrane pemphigoid.¹ Although histopathology is considered to be the gold standard in the diagnostic protocol, it may be inconclusive. Direct immunofluorescence (DIF) provides additional information that helps to distinguish among various autoimmune diseases especially in cases without clinical and/or histopathological characteristics.¹ However, DIF is a more expensive method and the cost-benefit value should be considered. There are limited data on the sensitivity and specificity of histopathology and DIF in the diagnosis of OLP in Thailand. Therefore, the objective of this study was to study the sensitivity and specificity of DIF in the diagnosis of OLP. DIF profiles of OLP patients were also investigated.

Materials and Methods

The study was approved by the Committee on Human Rights Related to Human Experiment, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University (DENT-SWU-IRB-14/2559). The retrospective study was performed on patients attending the Oral Medicine Clinic, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand with

oral lesions clinically diagnosed with OLP from year 2007-2016. Patients who did not have complete oral medicine records or did not receive DIF studies were excluded.

Demographic and clinical data

Age and sex of the patients were retrospectively investigated from dental records. In addition, clinical features of oral lesions, location of lesions, biopsy methods and biopsy sites were documented. Diagnosis of OLP was based on the following criteria. The final diagnosis of OLP was made on patients with at least two criteria from clinical features, histopathologic features or DIF profiles.

1. Clinical features

OLP was diagnosed clinically based on WHO criteria.² Characteristic clinical features include well-defined intersecting white lines or striae on minimal to significant erythema background. The desquamative gingivitis, which cannot be distinguishable clinically from other autoimmune diseases, was also included.

2. Histopathologic features

Hematoxylin & Eosin-stained sections of all the cases were reviewed by an oral and maxillofacial pathologist. The diagnosis of OLP was based on modified WHO criteria.³ Briefly, the specimens should demonstrate well-defined, band-like zone of cellular infiltration consisting mainly of lymphocytes, confined to the superficial lamina propria. In addition, liquefaction degeneration of basal cell layer should be present and no epithelial dysplasia should be observed (Fig. 1A, B).

Cases that presented artefacts such as tangential sectioning, superficial sectioning or did not demonstrate characteristic features of OLP were diagnosed as non-specific chronic mucositis, or descriptively. In addition, cases that exhibited features of other specific diseases were diagnosed as those particular diseases.

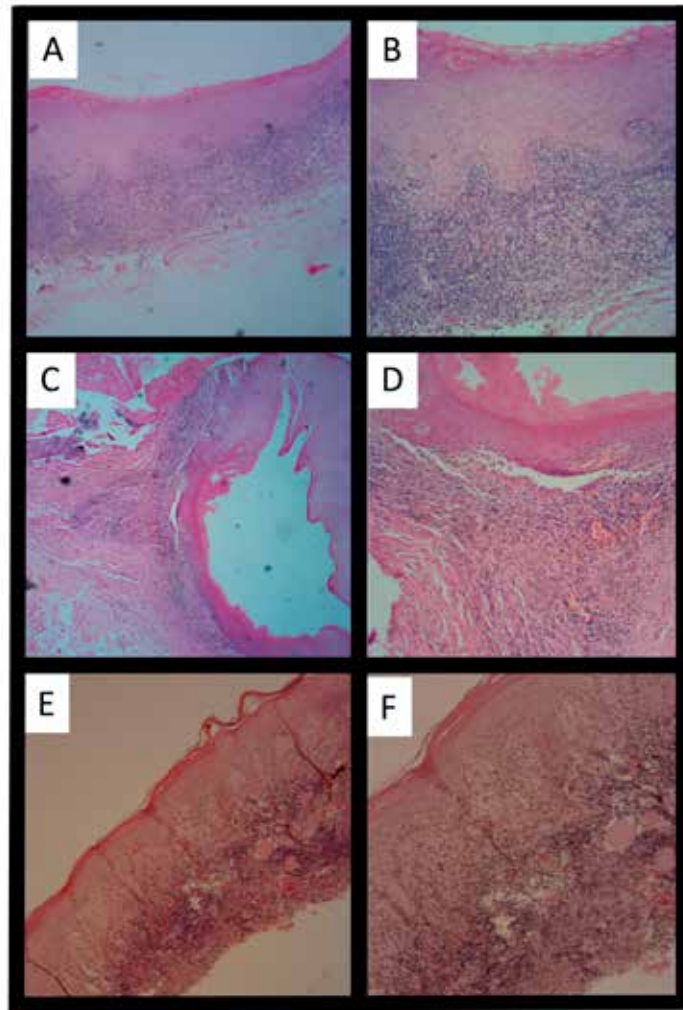


Figure 1 Histopathological features of OLP (Hematoxylin & Eosin stain) at 100X (A, C, E) and 400X (B, D, F) magnification. A and B: OLP characteristic features. C and D: artefactual separation at the epithelium-connective tissue junction. E and F: Superficial biopsy.

3. Direct immunofluorescence profiles

All specimens were stored in Michel's solution and submitted for analysis within 7 days to the Dermato-immunology laboratory, Department of Dermatology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital (ISO 15189) for the presence of IgG, IgM, IgA, C3 and fibrinogen. Study interpretation and the presence of each marker were retrieved from the reports. The diagnosis of OLP was based on previously reported studies.^{1,4-6} Briefly, the specimen should demonstrate shaggy deposition of fibrinogen at the basement membrane zone with or without deposition of immunoglobulin and/

or C3 as colloid bodies. In addition, weak deposition of C3 at the basement membrane zone maybe seen. Cases exhibited features of other specific diseases were diagnosed as those particular diseases, namely lupus erythematosus (course granular deposition of immunoglobulin and C3 along the basement membrane zone). Cases that did not demonstrate any particular pattern were considered non-specific or negative.

Statistical analysis

The data was analyzed by descriptive statistics.

Results

Demographic data of study population

A total of 57 patients presented with the clinical diagnosis of OLP were included in the study. There were 49 women and 8 men with the mean age $\pm$ SD of 52.25 $\pm$ 12.93 years. The final diagnosis based on clinical features, histopathology and DIF results was 46 cases (80.70 %) of

OLP, 8 cases (14.03 %) of non-specific chronic mucositis, 1 case (1.75 %) of lupus erythematosus (LE), 1 case (1.75 %) of erythema multiforme (EM) and 1 case (1.75 %) of mild to moderate epithelial dysplasia. The example of clinical features of the study population was shown in Figure 2.

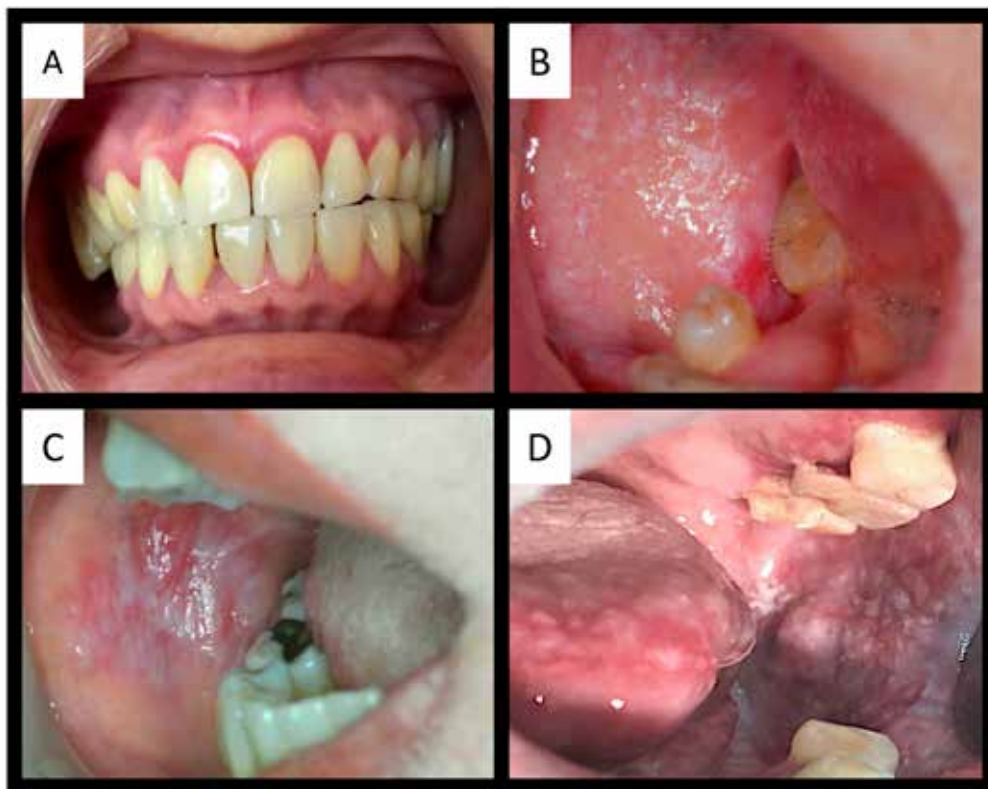


Figure 2 Clinical features of the study population. A: Erythematous lesion at the gingiva. B: White reticular and papule with atrophic area. C: White plaque on the erythematous base. D: White plaque with erythematous and ulcerative areas.

The lesions were atrophic and/or erosive with white component. The most common site of OLP was buccal mucosa (73.91 %), gingiva (58.70 %) and mucobuccal fold (43.48 %) respectively. Most subjects have multiple sites of lesions (44 cases, 77.19 %) with 6 (10.53 %), 5 (8.77 %), 1 (1.75 %) and 1 (1.75 %) patients showing

lesions confined to the gingiva, buccal mucosa, tongue and mucobuccal fold respectively. Four cases (7.02 %) had unilateral lesion including 3 patients with OLP and 1 patient with epithelial dysplasia. Demographic information of the study population classified according to the final diagnosis was shown in Table 1.

Table 1 Demographic information of study population classified based on final diagnosis.

General information	Clinical diagnosis: OLP (57 cases)				
	Final diagnosis				
	OLP (n=46)	Chronic mucositis (n=8)	SLE (n=1)	EM (n=1)	Dysplasia (n=1)
Gender					
Male	5	7	0	0	1
Female	41	1	1	1	0
Age (yrs) Mean $\pm$ SD	52.13 $\pm$ 13.40	48.13 $\pm$ 12.05	47	62	57
Location (%)					
- Buccal mucosa	73.91	87.50	100	100	0
- Gingiva	58.70	50	100	0	0
- Mucobuccal fold	43.48	25	0	0	0
- Tongue	23.91	37.5	0	0	100
- Lips	13.04	12.5	0	0	0
- Palate	6.52	0	0	0	0
Distribution (%)					
- Bilateral/Unilateral	93.50/6.50	100/0	100/0	100/0	0/100
- Multiple/single location	78.26/21.74	87.50/12.50	100/0	0/100	0/100
Biopsy technique (%)					
- Punch	69.57	87.50	100	100	100
- Scalpel	30.43	12.50	0	0	0

The sites of biopsy in this study were buccal mucosa (42 cases, 73.68 %), gingiva (10 cases, 17.54 %), vestibular area (1 case, 1.75 %) and tongue (4 cases, 7.01 %). Punch biopsy was used in 32 cases of OLP, 7 cases of chronic mucositis and 1 case each of LE, EM and dysplasia. Scalpel biopsy was used in 14 cases of OLP and 1 case of non-specific mucositis. All specimens were cut in half. One piece was fixed in 10 % formalin and submitted for H&E staining. The other piece was stored in Michel's solution and submitted for DIF study.

Histopathologic features of the study population

From a total of 46 cases with the final diagnosis of OLP, 39 cases (84.78 %) demonstrated histopathologic features characteristics of OLP, which allowed definitive diagnosis to be made. However, 7 cases (15.21 %) were called non-specific chronic mucositis due to the inability to evaluate some characteristic features of OLP in the submitted specimens. For example, band-like lymphocytic infiltrates could not be evaluated due to artefacts such as tangential sectioning or crush artefact. Some biopsied

specimens were too superficial (Fig. 1E, F). Moreover, one case demonstrated artefactual separation at the epithelium-connective tissue junction, which made it difficult to differentiate that case from other autoimmune diseases such as mucous membrane pemphigoid or pemphigus vulgaris (Fig. 1C, D).

Two cases were diagnosed as other specific diseases based on histopathological features including mild to moderate epithelial dysplasia and erythema multiforme. The other 8 cases were called mucositis according to histopathological results and were diagnosed as non-specific chronic mucositis due to negative DIF results. Interestingly, one case was histopathologically diagnosed as lichen planus/ lichenoid mucositis, however, clinical and DIF studies supported the final diagnosis of lupus erythematosus. This could be because the specimen was too superficial precluding the evaluation of deep perivascular inflammation characteristics of lupus erythematosus. A summary of histopathologic results was shown in Table 2.

Table 2 Histopathology and DIF results of all lesions

Lesion	Histopathology results		DIF results	
	OLP	Chronic mucositis or as specified	positive	negative/non-specific
Oral lichen planus	39	7	40 (OLP)	6
Chronic mucositis or others	0	8	0	8
Epithelial dysplasia	0	1 (dysplasia)	0	1
Erythema multiforme	0	1 (erythema multiforme)	0	1
Lupus erythematosus	1	0	1 (LE)	0

OLP DIF profile

The data from 46 patients with the final diagnosis as OLP was further investigated. Forty out of 46 patients (86.96 %) demonstrated characteristic or compatible

DIF profiles of OLP. Nevertheless, all except 2 patients demonstrated the deposition of at least one immune component. Table 3 demonstrated DIF profiles of all 46 OLP patients.

Table 3 DIF profiles of OLP patients.

DIF profile	N (%)	Histopathologic diagnosis	
		N (% within group)	
		Lichen planus	Chronic mucositis
<i>DIF: LP / seen in LP</i>			
Shaggy BMZ fibrinogen	3 (6.52)	2 (66.67)	1 (33.33)
Shaggy BMZ fibrinogen + granule C3	7 (15.22)	7 (100)	0
Linear BMZ fibrinogen + granule C3	1 (2.17)	1 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + granule C3 + CB IgM	5 (10.87)	5 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + CB C3, IgM, IgA	2 (4.35)	2 (100)	0
Linear BMZ fibrinogen + CB C3, IgM, IgA	2 (4.35)	1 (50)	1 (50)
Colloid BMZ fibrinogen + CB C3, IgM, IgA	1 (2.17)	1 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + granule C3 + CB IgM, IgA	3 (6.52)	2 (66.67)	1 (33.33)
Shaggy BMZ fibrinogen + CB IgM	3 (6.52)	2 (66.67)	1 (33.33)*
Shaggy BMZ fibrinogen + CB IgM, IgA	2 (4.35)	2 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + granule C3, IgM	2 (4.35)	2 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + granule C3 + CB IgA	1 (2.17)	0	1 (100)
Linear BMZ fibrinogen + granule C3, IgM, IgA	1 (2.17)	1 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen + CB C3, IgM + Nuc IgG	1 (2.17)	0	1 (100)
Linear BMZ fibrinogen+granule C3+CB IgM+Nuc IgG	1 (2.17)	0	1 (100)
Shaggy BMZ fibrinogen+granule C3+ Nuc IgA, IgG	1 (2.17)	1 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen+ granule IgM, IgA, IgG	1 (2.17)	1 (100)	0
Linear BMZ fibrinogen+Nuc IgG	1 (2.17)	1 (100)	0
Shaggy BMZ fibrinogen+CB IgA	1 (2.17)	1 (100)	0
CB IgM, IgA	1 (2.17)	1 (100)	0
TOTAL	40	33	7

Table 3 DIF profiles of OLP patients. (cont.)

DIF profile	N (%)	Histopathologic diagnosis	
		N (% within group)	
		Lichen planus	Chronic mucositis
<i>DIF: non-specific/negative</i>			
CB IgA	1 (2.17)	1 (100)	0
C3, IgM superficial BV	1 (2.17)	1 (100)	0
CB C3	1 (2.17)	1 (100)	0
Granule C3 and CB IgM	1 (2.17)	1 (100)	0
All negative	2 (4.35)	2 (100)	0
TOTAL	6	6	0
TOTAL	46 (100)	39 (84.78)	7 (15.21)

*Differential diagnosis included chronic mucositis and mucous membrane pemphigoid due to artefactual separation between the epithelium and connective tissue.

CB=colloid bodies, BMZ=basement membrane zone, C3=complement 3, NUC=nuclear, BV=blood vessel

When evaluated the immune deposits in all cases, we found that fibrinogen deposition at the basement membrane zone (BMZ) was presented in the majority of cases (39 out of 46 cases, 84.78 %), followed by C3 (67.39 %), IgM (58.70 %) IgA (36.96 %), and IgG (10.8 %), respectively. Patterns of fibrinogen deposition included shaggy (32 out of 39 cases, 82.05 %), linear (6 out of 39 cases, 15.38 %) and colloid bodies (1 out of 39 cases, 2.56 %). When evaluated the immune deposition pattern, we discovered that the three most common DIF profiles in OLP patients were fibrinogen deposition in combination with granular C3 deposits (8 cases, 17.39 %), followed by fibrinogen deposition in combination with granular C3 deposits and IgM deposition at the colloid bodies (5 cases, 10.87 %) and fibrinogen in combination with C3, IgM and IgA deposition at the colloid bodies (5 cases, 10.87 %). Fibrinogen deposition alone was only observed in 3 cases (6.52 %). Interestingly, nuclear IgG deposition was observed in 4 OLP cases.

Sensitivity and specificity of histopathology and DIF

The sensitivity and specificity of histopathology for the diagnosis of OLP were 84.78 % and 90.91 % in that order. The sensitivity and specificity of DIF were 86.96 % and

100 % respectively. Table 2 demonstrated the diagnosis based on histopathology and DIF for each lesion. Six and 7 cases out of 46 OLP cases were unable to be diagnosed with DIF and histopathology, respectively. The data suggested that DIF and histopathology complemented each other in making OLP diagnosis. Although the sensitivity of histopathology and DIF in OLP diagnosis was similar, the percentage of OLP diagnosis increased approximately 15 % when both histopathology and DIF were performed. We then investigated whether or not biopsy sites affect the sensitivity and specificity of DIF results. Number of LP cases with corresponded DIF results and non-LP cases with negative DIF results according to the biopsy sites was shown in Table 4.

DIF was shown to give negative results for all of non-LP cases (11 out of 11 cases, 100 %) regardless of the biopsy site, while 29 out of 34 cases (85.29 %) and 9 out of 10 cases (90 %) of DIF positivity for LP were reported when the biopsy was performed at the buccal mucosa and gingiva, respectively. Tongue and vestibular area demonstrated 100 % of DIF positivity for LP. However only one case from each location were included in the study.

Table 4 Number of LP cases with positive DIF and non-LP cases with negative DIF results according to biopsy site.

Biopsy site	No. of LP cases with positive DIF* (%)	No. of non-LP cases with negative DIF** (%)
Buccal mucosa	29/34 (85.29)	8/8 (100)
Gingiva	9/10 (90)	0
Tongue	1/1 (100)	3/3 (100)
Vestibular area	1/1 (100)	0
TOTAL	40/46	11/11

*LP cases with positive DIF results represented cases with DIF results characteristic of LP

**Non-LP cases with negative DIF results represented cases with non-LP DIF results

Discussion

The diagnosis of OLP is usually based on clinical features and histopathology results. However, oral lesions of patients with other autoimmune diseases can sometimes be difficult to distinguish from OLP. For example, desquamative gingivitis can commonly found in OLP, but also in other autoimmune diseases such as pemphigus and pemphigoid.^{7,8} Previous studies reported the usefulness of DIF in the diagnosis of these oral mucocutaneous lesions.^{9,10} Inflammatory infiltrate of gingival biopsy may not be characteristics of OLP due to the coincided gingival disease. It may present as mixed lymphocytic and plasma cell infiltrates, precluding the definitive diagnosis of lichen planus histopathologically.¹ Therefore, DIF could provide additional information that aids in OLP diagnosis in these cases. In our study, 6 patients with desquamative gingivitis showed 100 % DIF positive results for LP when gingival biopsies were performed, supporting the benefits of DIF in the diagnosis of OLP cases that lack clinical and/or histopathological characteristic features.

In this study, the sensitivity of histopathology in the diagnosis of OLP was 84.78 %. Although, histopathology is considered a gold standard in OLP diagnosis, it has limitations such as depth of biopsy, orientation artefact and others. Histopathology results are also affected by inter and intraobserver variability.^{3,11} Therefore, the DIF can be used as additional diagnostic tool in OLP.

Previous studies from other countries reported that the sensitivity of DIF in OLP diagnosis ranged from

61.8-100 %.^{5,12-14} In this study, we found that the sensitivity of DIF was 86.96 %, which was comparable to the study in Thailand (82.9 and 75 %).^{4,15} Factors affecting DIF sensitivity and specificity were studied by several groups including biopsy techniques and biopsy site.^{4,5} Punch biopsy was shown to provide better DIF sensitivity than scalpel biopsy.⁵ In contrast to previous report, our results showed that only 1 out of 14 cases (7.1 %) receiving scalpel biopsy demonstrated false negative DIF results, as compared to 7 out of 32 (21.9 %) of punch biopsy (data not shown).

Regarding biopsy site, Sano SM *et al.*, reported that buccal mucosa gave better DIF sensitivity (68.6 %) than dorsal tongue (62.5 %) and gingiva (58.82 %), respectively.⁵ Consistently, Buajeeb W *et al.*, reported that buccal mucosa provided the best DIF sensitivity (94 %), followed by gingiva (64 %) and palate (50 %).⁴ The majority of our OLP cases (73.91 %) were biopsied from buccal mucosa which provided 85.29 % DIF sensitivity. The sensitivity was lower than that of Buajeeb W *et al.* but higher than that of Sano SM *et al.* Notably, our study demonstrated that gingival biopsies provided better DIF sensitivity than other sites. Although tongue and vestibular mucosa provided 100 % specificity, only one case from each location were included. Further investigation including more cases may be beneficial.

Effects of transport media on DIF sensitivity were controversial. Some studies suggested that tissue storage in normal saline for less than 24 hours provided higher

DIF sensitivity than in Michel's solution, while others supported the use of Michel's solution for comparable results^{16,17}. DIF sensitivity for OLP cases in our study was comparable to the other Thai study that used normal saline for tissue preservation, suggesting that Michel's solution is acceptable to be used as transport medium for OLP cases.⁴

When compared the DIF profiles of OLP in our study with previous studies^{1,4,5,15,18,19}, we found similar results. Shaggy fibrinogen deposition was reported to be the most frequent immune deposits in OLP ranging from 56.7-99 %, followed by C3 and IgM.^{4,15,18} The most common findings in our study were shaggy fibrinogen deposition at the BMZ, deposition of C3 and IgM as granular pattern and at colloid bodies. This was in accordance with previous reports in skin LP that a combination of shaggy fibrinogen deposition at DEJ and immunoreactant deposits at colloid bodies is more typical of LP characteristics.^{15,20,21}

Interestingly, IgG deposition was observed in four cases (8.69 %). The percentage was consistent with previous study that reported 3-30 % IgG deposits in non-lupus cases.¹⁹ A specific pattern of nuclear IgG deposition was also reported in chronic ulcerative stomatitis (CUS), a rare mucocutaneous disease primarily involving mucosal surface and sometimes the skin. Clinically, CUS exhibits ulcerative and erosive lesions that resemble oral lichen planus. Routine histopathology may show feature of lichenoid mucositis. However, it can only be separated from OLP by immunofluorescence studies²²⁻²⁴. The separation between these two diseases is important as CUS is well-known for its resistance to conventional steroid treatment, but well respond to hydroxychloroquine²⁴.

Conclusion

The most common DIF profile of OLP in this study was shaggy fibrinogen deposition at the BMZ (84.78 %). Although the sensitivity of histopathology and DIF is comparable, both DIF and histopathological analysis have limitations. Therefore, clinical examination, histopathology and DIF should be performed in order

to achieve the definitive diagnosis of OLP, especially in controversial cases.

Acknowledgements

We would like to thank the staff of the Department of Oral Surgery and Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University for their assistance in this study. This study was supported by the grant from Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

References

1. Cheng YS, Gould A, Kurago Z, Fantasia J, Muller S. Diagnosis of oral lichen planus: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;122(3):332-54.
2. Kramer IR, Lucas RB, Pindborg JJ, Sobin LH. Definition of leukoplakia and related lesions: an aid to studies on oral precancer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;46(4):518-39.
3. van der Meij EH, van der Waal I. Lack of clinicopathologic correlation in the diagnosis of oral lichen planus based on the presently available diagnostic criteria and suggestions for modifications. *J Oral Pathol Med* 2003;32(9):507-12.
4. Buajeeb W, Okuma N, Thanakun S, Laothumthut T. Direct Immunofluorescence in Oral Lichen Planus. *J Clin Diagn Res* 2015;9(8):ZC34-7.
5. Sano SM1, Quarracino MC, Aguas SC, González EJ, Harada L, Krupitzki H, *et al*. Sensitivity of direct immunofluorescence in oral diseases. Study of 125 cases. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(5):E287-91.
6. Kilpi AM, Rich AM, Radden BG, Reade PC. Direct immunofluorescence in the diagnosis of oral mucosal diseases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17(1):6-10.
7. Suresh L, Neiders ME. Definitive and differential diagnosis of desquamative gingivitis through direct immunofluorescence studies. *J Periodontol* 2012;83(10):1270-8.
8. Leao JC, Ingafou M, Khan A, Scully C, Porter S. Desquamative gingivitis: retrospective analysis of disease associations of a large cohort. *Oral Dis* 2008;14(6):556-60.
9. Rameshkumar A, Varghese AK, Dineshkumar T, Ahmed S, Venkatramani J, Sugirtharaj G. Oral mucocutaneous lesions - a comparative clinicopathological and immunofluorescence study. *J Int Oral Health* 2015;7(3):59-63.
10. Anuradha C, Malathi N, Anandan S, Magesh K. Current concepts

of immunofluorescence in oral mucocutaneous diseases. *J Oral Maxillofac Pathol* 2011;15(3):261-6.

11. van der Meij EH, Reibel J, Slootweg PJ, van der Wal JE, de Jong WF, van der Waal I. Interobserver and intraobserver variability in the histologic assessment of oral lichen planus. *J Oral Pathol Med* 1999;28(6):274-7.

12. Laskaris G, Sklavounou A, Angelopoulos A. Direct immunofluorescence in oral lichen planus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;53(5):483-7.

13. Firth NA, Rich AM, Radden BG, Reade PC. Assessment of the value of immunofluorescence microscopy in the diagnosis of oral mucosal lichen planus. *J Oral Pathol Med* 1990;19(7):295-7.

14. Helander SD, Rogers RS, 3rd. The sensitivity and specificity of direct immunofluorescence testing in disorders of mucous membranes. *J Am Acad Dermatol* 1994;30(1):65-75.

15. Kulthanan K, Jiamton S, Varothai S, Pinkaew S, Sutthipinittharm P. Direct immunofluorescence study in patients with lichen planus. *Int J Dermatol* 2007;46(12):1237-41.

16. Vodegel RM, de Jong MC, Meijer HJ, Weytingh MB, Pas HH, Jonkman MF. Enhanced diagnostic immunofluorescence using biopsies transported in saline. *BMC Dermatol* 2004;4:10.

17. Caciolo PL, Hurvitz AI, Nesbitt GH. Michel's medium as a preservative for immunofluorescent staining of cutaneous biopsy

specimens in dogs and cats. *Am J Vet Res* 1984;45(1):128-30.

18. Lee KS, B. Direct immunofluorescence in clinically diagnosed oral lichen planus. *J Oral Med Pain* 2016;41(1):16-20.

19. Schiodt M, Holmstrup P, Dabelsteen E, Ullman S. Deposits of immunoglobulins, complement, and fibrinogen in oral lupus erythematosus, lichen planus, and leukoplakia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51(6):603-8.

20. Minz RW, Chhabra S, Singh S, Radotra BD, Kumar B. Direct immunofluorescence of skin biopsy: perspective of an immunopathologist. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2010;76(2):150-7.

21. Chhabra S, Minz RW, Saikia B. Immunofluorescence in dermatology. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2012;78(6):677-691.

22. Feller L, Khammissa RAG, Lemmer J. Is chronic ulcerative stomatitis a variant of lichen planus, or a distinct disease? *J Oral Pathol Med* 2017;46(10):859-63.

23. Islam MN, Cohen DM, Ojha J, Stewart CM, Katz J, Bhattacharyya I. Chronic ulcerative stomatitis: diagnostic and management challenges—four new cases and review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(2):194-203.

24. Azzi L, Cerati M, Lombardo M, Pellilli M, Croveri F, Maurino V, et al. Chronic ulcerative stomatitis: A comprehensive review and proposal for diagnostic criteria. *Oral Dis* 2018. doi: 10.1111/odi.13001.

ผลของลำดับการสแกนและสถานะไร้ฟันบางส่วนต่อความแม่นยำบริเวณฟันหลังของการพิมพ์ปากดิจิทัลแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร

The Effect of Scanning Sequence and Partial Edentulism on the Accuracy of Full Arch Digital Impression at Posterior Teeth

เทวฤทธิ์ แซ่ยิบ¹, จักรี องค์เทียมศักดิ์¹

Tewarit Saeyib¹, Chakree Ongthiemsak¹

¹ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

¹Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรโดยวิเคราะห์เฉพาะฟันหลังบนแบบจำลองที่มีฟันครบและแบบจำลองไร้ฟันกรามน้อยบนขาซีกที่สองและฟันกรามบนขาซีกที่หนึ่งด้วยเครื่องสแกนในช่องปากระบบทรียอสและทรีเอ็มทรูเดฟนิชั่นโดยลำดับการสแกนที่ต่างกัน 2 ลักษณะ คือ สแกนจากขวามาซ้ายและอีกกลุ่มสแกนย้อนกลับ รูปแบบละ 10 ครั้ง ตัดภาพสแกนให้เหลือเฉพาะฟันกรามน้อยบนขาซีกที่หนึ่งจนถึงฟันกรามบนขาซีกที่สอง วัดความเที่ยงโดยซ้อนภาพสแกนในกลุ่มเดียวกัน และวัดความตรงโดยซ้อนกับภาพอ้างอิง ดูความคลาดเคลื่อนด้วยโปรแกรมจีโอเมจิกควอลิฟาย 2013 วิเคราะห์ความเที่ยงด้วยสถิติครัสคาล-วัลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม วิเคราะห์ความตรงด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง พบว่า ทรีออสมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 12.86 ± 3.81 ไมโครเมตร ต่ำกว่าทรีเอ็มทรูเดฟนิชั่นซึ่งมีค่าเฉลี่ย 15.03 ± 4.17 ไมโครเมตร ($p=0.013$) ทรีออสซึ่งสแกนในแบบจำลองที่มีฟันครบมีค่า 14.71 ± 3.91 ไมโครเมตร สูงกว่าแบบจำลองที่มีฟันหายไปบางส่วนซึ่งมีค่า 11.01 ± 2.71 ไมโครเมตร ($p=0.003$) สำหรับลำดับการสแกนไม่พบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน จึงสรุปได้ว่า ลำดับการสแกน เครื่องสแกนทั้งสองระบบและสถานะไร้ฟันไม่มีผลต่อความเที่ยง ทรีออสให้ค่าความตรงสูงกว่าทรีเอ็มทรูเดฟนิชั่น ทรีออสที่สแกนในแบบจำลองที่มีฟันหายไปบางส่วนให้ค่าความตรงสูงกว่าแบบจำลองที่มีฟันครบ การสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรไม่ว่าจะเริ่มสแกนจากฝั่งใดของขากรรไกรก็ไม่ส่งผลต่อความตรงของภาพสแกนบริเวณฟันหลังที่ระยะฟัน 4 ซี่

คำสำคัญ: การพิมพ์ปากแบบดิจิทัล, เครื่องสแกนในช่องปาก, ความแม่นยำ, ลำดับการสแกน, สถานะไร้ฟันบางส่วน

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the accuracy on posterior teeth of full arch digital impression in different scanning sequences on fully dentate and partial edentulism by two intraoral scanners (TRIOS® and 3M™ True Definition). Two dental models were prepared: fully dentate and partial edentulism of maxillary right second premolar and maxillary right first molar. Full arch scans started from right to left were compared with the reverse direction ($n=10$). Only digital data on maxillary right first premolar and maxillary right second molar from STL files

were superimposed within group to evaluate precision and superimposed with the reference scan (high accurate scanner) to evaluate trueness using Geomagic Qualify 2013. Kruskal-Wallis test was implemented to compute precision ($\alpha=0.05$) and the results showed that precision of all groups were not different. Three-way ANOVA was used to analyze trueness ($\alpha=0.05$) and the results showed that TRIOS[®] had significantly lower mean deviation ($12.86 \pm 3.81 \mu\text{m}$) than 3M[™] True Definition ($15.03 \pm 4.17 \mu\text{m}$) ($p=0.013$). TRIOS[®] scanned on fully dentate model had significantly higher mean deviation ($14.71 \pm 3.91 \mu\text{m}$) than partial edentulous model ($11.01 \pm 2.71 \mu\text{m}$) ($p=0.003$). No statistically significant difference between scanning sequences was observed. In conclusion, intraoral scanner, scanning sequence and partial edentulism did not affect the precision. TRIOS[®] had better trueness than 3M[™] True Definition. Partial edentulous model scanned with TRIOS[®] was found to have higher trueness than fully dentate model. No matter whether the full arch scanning started from any quadrant, it did not affect the trueness on the posterior data when considered in a short span.

Keyword: Digital impression, Intra-oral scanner, Accuracy, Scanning sequence, Partial edentulism

Received Date: Jul 23, 2019

Revised Date: Aug 8, 2019

Accepted Date: Aug 8, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.55

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

จักรี ่องค์เทียมศักดิ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถนนกาญจนวนิชย์ หาดใหญ่ สงขลา 90112 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 0-7442-9874, 08-16915401 อีเมล: chakree.o@psu.ac.th

Correspondence to:

Chakree Ongthiemsak. Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Kanjanavanich Road, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand Tel: 0-7442-9874, 08-16915401 Email: chakree.o@psu.ac.th

บทนำ

การพิมพ์ปากแบบดิจิทัลด้วยเครื่องสแกนในช่องปาก (intra-oral scanner) มีข้อดีคือ ใช้เวลาพิมพ์น้อยกว่าและผู้ป่วยรู้สึกสบายกว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้วัสดุพิมพ์ปากสามารถออกแบบและผลิตชิ้นงานทางทันตกรรมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ (CAD/CAM) โดยไม่จำเป็นต้องสร้างแบบจำลองฟันเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน ช่วยให้สื่อสารกับช่างทันตกรรมได้ง่ายขึ้น และลดเวลาการส่งปรับแก้ชิ้นงาน¹ เครื่องสแกนในช่องปากมีหลายระบบ เช่น เครื่องสแกนระบบคอนโฟคอลชนิดที่ใช้เลเซอร์ (confocal laser scanner) มีความสามารถในการเก็บภาพเฉพาะบริเวณจุดโฟกัสที่ระดับความลึกที่เลือก ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า การตัดด้วยแสง (optical sectioning) การบันทึกภาพเป็นการเก็บสัญญาณแสงจากจุดโฟกัสที่ละจุดแล้วนำสัญญาณทั้งหมดมาสร้างเป็นภาพ 3 มิติ ไม่จำเป็นต้องเตรียมพื้นผิววัตถุก่อนการสแกน เครื่องสแกนชนิดนี้ได้แก่ ไอเทโร (iTero[®], Align Technology Inc, USA) และ ทริออส (TRIOS[®], 3Shape, Denmark)² เครื่องสแกนระบบแอคทีฟเวฟ

ฟรอนต์แซมปลิง (active wavefront sampling scanner) จับภาพพื้นผิวสามมิติโดยใช้กล้องเพียงตัวเดียวและระบบรับแสงที่อยู่นอกแกนหมุน ซึ่งหมุนเป็นวงกลมรอบแกนแสง (optical axis) โดยฉายลำแสงไปยังวัตถุให้แสงนั้นสะท้อนกลับมายังตัวรับภาพภาพที่ได้คือภาพในระยะโฟกัสและภาพที่หลุดโฟกัส โดยเครื่องจะคำนวณความพัวมัวของภาพที่หลุดโฟกัสและปรับภาพให้มองเห็นได้ชัดเจนตามสูตรทางคณิตศาสตร์ของเครื่อง การสแกนด้วยวิธีนี้ส่วนใหญ่จำเป็นต้องเตรียมพื้นผิวโดยใช้ผงไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อลดการสะท้อนของแสงร่วมด้วย ตัวอย่างเครื่องสแกนชนิดนี้ได้แก่ ลาวาซีโอเอส (Lava[™] C.O.S., USA) และ ทรีเอ็มทูเดฟนิชั่น (3M[™] True Definition, USA)^{2,3}

ความแม่นยำ (accuracy) ตามมาตรฐาน ISO 5725-1⁴ ประกอบด้วย ความตรง (trueness) คือความใกล้เคียงค่าที่แท้จริงหรือค่าอ้างอิงที่ยอมรับ และความเที่ยง (precision) คือค่าที่ได้จากการวัดหลาย ๆ ครั้งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันหรือพ้องกัน การวัด

ความตรงของการพิมพ์ปากแบบดิจิทัลสามารถทำได้สองวิธี ได้แก่ การวัดระยะหรือมุมที่ได้จากภาพสแกนโดยตรงโดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถวัดค่าสามมิติได้ แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระยะหรือมุมที่วัดได้จากเครื่องวัดพิกัด (Coordinate measuring machine, CMM) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูง การวัดในลักษณะนี้จำเป็นต้องวางวัตถุทรงเรขาคณิตแทรกเข้าไปในแบบจำลองฟันหรือในช่องปาก และวัดระยะหรือค่ามุมจากวัตถุเหล่านั้นแทนซึ่งทำได้ง่ายและแม่นยำกว่าการวัดจากซีฟันที่มีรูปร่างโค้งมนซึ่งหาพิกัดได้ยากกว่า วัตถุทรงเรขาคณิตอาจเป็นรูปทรงกลมทรงกระบอก⁵ หรือทรงปริซึมสามเหลี่ยม⁶ การวัดความตรงของการพิมพ์ปากแบบดิจิทัลอีกวิธีคือ การนำภาพสแกนที่ได้จากการพิมพ์ปากแบบดิจิทัลมาซ้อนทับกับภาพสแกนที่ได้จากเครื่องสแกนที่มีความละเอียดสูงยิ่งภาพสแกนซ้อนทับสนิทกับภาพสแกนอ้างอิงมากเพียงใดก็แสดงว่ามีความตรงสูง วิธีการนี้สามารถนำภาพสแกนฟันและเนื้อเยื่อมาเปรียบเทียบได้โดยตรง โดยไม่ต้องพึ่งวัตถุทรงเรขาคณิต สำหรับการวัดความเที่ยงนั้นทำได้โดยนำข้อมูลจากการสแกนในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกันโดยตรงโดยไม่ต้องเทียบกับข้อมูลอ้างอิงใด

Ender และคณะ^{7,8} นำภาพสแกนที่ได้จากเครื่องสแกนช่องปากแบบดิจิทัลมาซ้อนทับกับภาพสแกนที่มีความละเอียดสูงเพื่อประเมินความเบี่ยงเบนของการสแกน พบว่ากรณีที่สแกนขากรรไกรบางส่วน (partial arch) มีความแม่นยำใกล้เคียงกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม ส่วนการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร (full arch) พบว่ามีความแม่นยำน้อยกว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม โดยบริเวณซีฟันหลังจะเกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Patzelt และคณะ⁹ ที่พบว่าเมื่อสแกนจากด้านท้ายจนถึงฟันหน้าซึ่งเป็นบริเวณที่มีจุดอ้างอิงน้อยและยากในการสแกน ทำให้เป็นจุดเริ่มต้นของความคลาดเคลื่อนของภาพสแกน และเกิดความคลาดเคลื่อนมากขึ้นในส่วนท้ายสุดของขากรรไกร

Kim และคณะ¹⁰ พบว่าเมื่อเพิ่มจุดอ้างอิงเพิ่มเติม (artificial landmark) บนสันเหงือกกว่าระหว่างซีฟันด้วยวัสดุอะคริลิกขนาด 12 ตารางมิลลิเมตร ภาพสแกนฟันที่ได้มีความแม่นยำสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการปล่อยให้สันเหงือกว่าง เนื่องจากสันเหงือกกว่ามีพื้นผิวที่เรียบทำให้การต่อภาพสแกนเป็นไปได้ยากกว่าการมีจุดอ้างอิงเพิ่มเติม ดังนั้นจำนวนฟันและสันเหงือกว่างอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความแม่นยำของการสแกน แต่การศึกษาเรื่องผลของสันเหงือกว่างยังมีจำกัด

การศึกษาความคลาดเคลื่อนของการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรในอดีตเป็นการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนแบบต่อเนื่องตลอดทั้งขากรรไกรซึ่งส่งผลต่อชิ้นงานทางทันตกรรมกรณีที่ทำเป็นชิ้นยาวต่อเนื่องตลอดแนวส่วนโค้งขากรรไกร อย่างไร

ก็ตามในงานฟื้นฟูสภาพช่องปาก (oral rehabilitation) กรณีที่ต้องสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร แต่ชิ้นงานทางทันตกรรมเป็นเพียงแค่ครอบฟันหรือสะพานฟันช่วงสั้น (short span) โดยเฉพาะบริเวณฟันหลังจะเกิดความคลาดเคลื่อนอย่างไร ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่เคยมีการนำภาพสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรเฉพาะฟันหลังซึ่งเป็นบริเวณที่พบว่ามีกาเบี่ยงเบนมากมาวิเคราะห์แบบช่วงสั้น ๆ ผู้วิจัยจึงเกิดข้อสงสัยว่ากรณีที่ต้องสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร ภาพสแกนฟันหลังบริเวณที่เริ่มสแกนก่อนมีความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนต่างจากฟันหลังบริเวณที่สแกนเป็นลำดับสุดท้ายอย่างไร กรณีที่มีสภาวะไรฟันร่วมด้วยจะส่งผลต่อความแม่นยำในการสแกนหรือไม่ จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาความแม่นยำของภาพสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรโดยวิเคราะห์เฉพาะฟันหลังที่ได้จากลำดับการสแกนที่ต่างกันในสภาวะไรฟันบางส่วนและมีฟันครบด้วยเครื่องสแกนในช่องปาก 2 ระบบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สร้างแบบจำลองฟันด้วยยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ (Vel-Mix™ die stone, Kerr Corp., Orange, CA, USA) แบบจำลองแรกมีฟันครบตั้งแต่ฟันซี่ 17 (ฟันกรามบนขวาซี่ที่ 2) ถึงซี่ 27 (ฟันกรามบนซ้ายซี่ที่สอง) และแบบจำลองที่สองมีสันเหงือกว่างบริเวณฟันซี่ 15 (ฟันกรามบนซ้ายซี่ที่สอง) และ ฟันซี่ 16 (ฟันกรามบนขวาซี่ที่หนึ่ง) โดยฟันทุกซี่ถูกกรอให้มีระยะปลดการสบประมาณ 2 มิลลิเมตร ความลึกกระนาบตามแกน 1.5 มิลลิเมตร มุมเบ้เข้า (convergence angle) ประมาณ 10 องศา เส้นสิ้นสุด (finish line) เป็นรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer) ลึกประมาณ 0.8 มิลลิเมตรและอยู่สูงกว่าขอบเหงือก 0.5 มิลลิเมตร (รูปที่ 1)

สแกนแบบจำลองทั้งสองด้วยเครื่องสแกนนอกช่องปากที่มีความแม่นยำสูง (D900 scanner, 3Shape, Copenhagen, Denmark) เพื่อใช้เป็นภาพสแกนอ้างอิงในการทดสอบความตรงของเครื่องสแกน บันทึกข้อมูลเป็นสกุลเอสทีแอล (STL; Stereolithography)

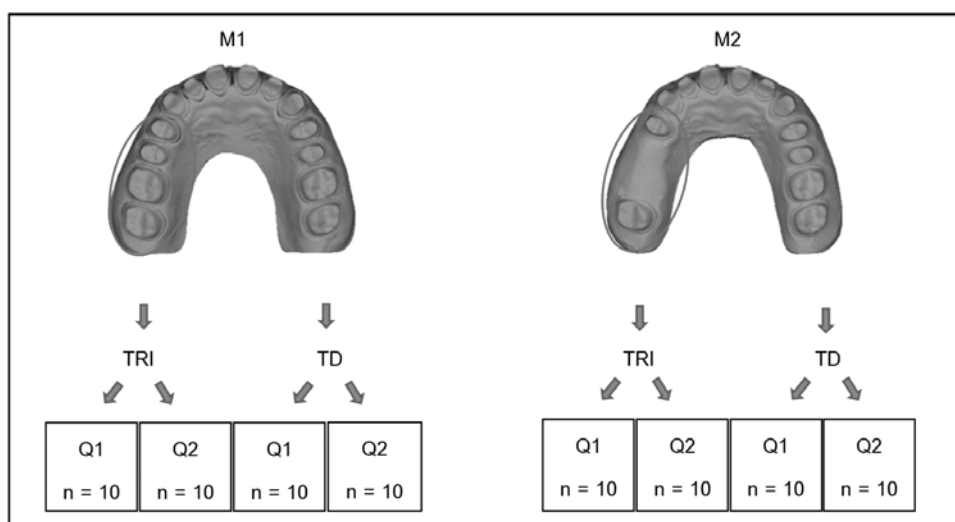
เครื่องสแกนที่ใช้ในการทดลองมี 2 ระบบคือ ระบบคอนโพคอลเลเซอร์ ใช้เครื่องยี่ห้อทรูหรือส ในการศึกษานี้ใช้ตัวย่อ TRI และระบบแอคทีฟเวฟฟรอนต์แชนพลิงใช้เครื่องยี่ห้อทรูเอ็มทูเรฟฟิชั่น ในการศึกษานี้ใช้ตัวย่อ TD ขั้นตอนและวิธีการสแกนทำตามข้อกำหนดของบริษัท โดยวิธีสแกนของ TRI เริ่มจากด้านบดเคี้ยวฟันหลัง ลากหัวสแกนถึงตำแหน่งฟันเขี้ยวสแกนสลับฟันปลาด้านล่างกับด้านริมฝีปากจนถึงฟันเขี้ยวอีกฝั่ง แล้วสแกนด้านบดเคี้ยวของฟันหลังจนครบทั้งส่วนโค้งของขากรรไกร จากนั้นสลับมาด้าน

แก้มและด้านลิ้นตามลำดับ (รูปที่ 2 ซ้าย) สำหรับวิธีสแกนของ TD วางหัวสแกนให้ขนานกับแนวฟันหลังจนถึงฟันเขี้ยวฝั่งตรงกันข้าม แล้ววนกลับทางด้านเพดานปากและด้านแก้มตามลำดับ จากนั้นบันทึกภาพสแกนอีกฝั่งในลักษณะเดียวกัน (รูปที่ 2 ขวา) ภายหลังการสแกน ซอฟต์แวร์ของเครื่องจะทำการประสานภาพสแกนทั้งสองฝั่งให้โดยอัตโนมัติ

แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 2 กลุ่มตามแบบจำลอง (รูปที่ 1) โดยกลุ่มที่ 1 ใช้แบบจำลองที่มีฟันครบในการศึกษาใช้ตัวย่อ M1 กลุ่มที่ 2 ใช้แบบจำลองที่มีสันเหงือกกว้างบริเวณฟันซี่ 15 และ 16 ใช้ตัวย่อ M2 สแกนแบบจำลองทั้งสองด้วยเครื่อง TRI และ TD โดยใช้ลำดับการสแกนสองแบบ แบบแรกเริ่มสแกนจากฟันซี่ 17 ก่อนจนสิ้นสุดฝั่งตรงข้าม (Q1) แบบที่สองเริ่มสแกนจากซี่ 27 ก่อนจนสิ้นสุดฝั่งตรงข้าม (Q2) สแกนรูปแบบละ 10 ครั้ง (n=10) ตัดแต่งภาพสแกนที่ได้ทั้งหมดโดยใช้โปรแกรม GOM Inspect (GOM,

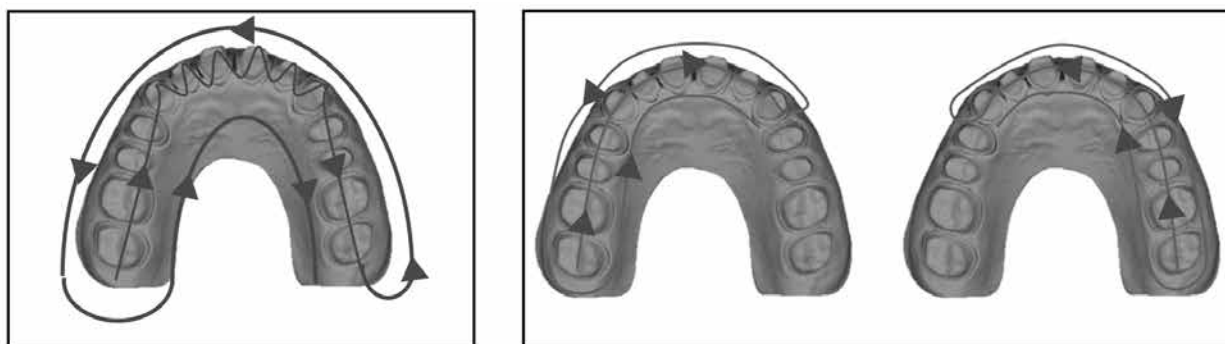
Germany) ให้เหลือเฉพาะฟันซี่ 14 และ 17 นำภาพสแกนที่ผ่านการตัดแต่งแล้วมาซ้อนทับกันภายในกลุ่มทดลองเพื่อทดสอบความเที่ยงโดยสุ่มเลือกซ้อนภาพสแกน 10 ครั้งไม่ซ้ำกัน และทดสอบความตรงโดยใช้ภาพสแกนซ้อนทับกับภาพสแกนอ้างอิงที่มีความแม่นยำสูง ใช้โปรแกรม Geomagic Qualify 2013 (3DSYSTEM, USA) ทดสอบทั้งความเที่ยงและความตรงโดยเลือกตำแหน่งที่แนบสนิทที่สุดตามที่โปรแกรมกำหนดไว้โดยตั้งค่าความทน (tolerance) 20 ไมโครเมตร บันทึกความคลาดเคลื่อนเป็นค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในหน่วยไมโครเมตร (รูปที่ 3)

วิเคราะห์ความตรงด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (Three-way ANOVA) และใช้การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise comparison) กรณีที่มีปฏิกิริยสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย วิเคราะห์ความเที่ยงด้วยสถิติการทดสอบครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



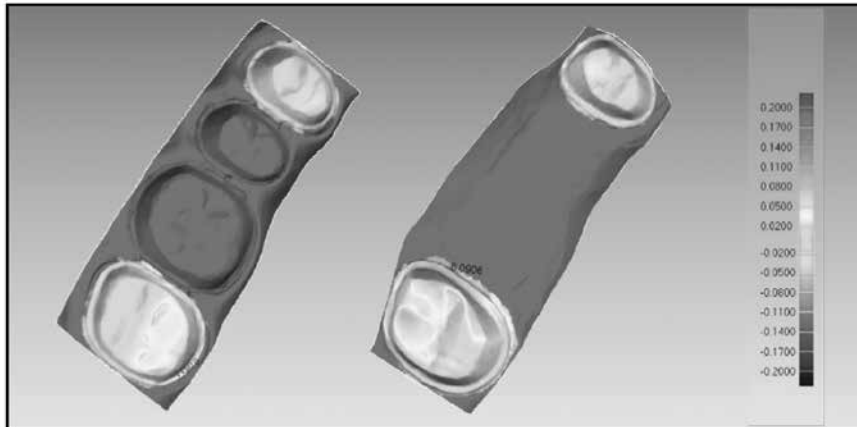
รูปที่ 1 แสดงลักษณะแบบจำลองและการแบ่งกลุ่มการทดลอง

Figure 1 Two different models and all study groups



รูปที่ 2 แสดงวิธีการสแกนของเครื่อง TRI (รูปซ้าย) และเครื่อง TD (รูปขวา)

Figure 2 Scanning Strategy of TRI (left) and TD (right)



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างความคลาดเคลื่อนของภาพสแกน M1(ซ้าย) และ M2(ขวา) เมื่อซ้อนทับกับภาพสแกนอ้างอิง

Figure 3 Example of the deviation of M1 (left) and M2 (right) after superimposition with reference scan

ผลการศึกษา

กลุ่มทดสอบความเที่ยงของการสแกนพบข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติเมื่อตรวจสอบด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) และมีความแปรปรวนของข้อมูลไม่เท่าเทียมกันเมื่อใช้สถิติการทดสอบของลีวิน (Levene's test) จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส ในกลุ่มทดสอบความตรงพบข้อมูลทุก

กลุ่มมีการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของข้อมูลมีความเท่าเทียมกัน จึงใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง

ผลการทดสอบความเที่ยงของการสแกนมีค่าดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน (ไมโครเมตร) ของภาพสแกนในการทดสอบความเที่ยง

Table 1 Precision of all scanning groups (μm)

Model	Scanner	Scanning sequence	Mean+SD	Median	Minimum	Maximum
M1	TRI	Q1	27.19+17.99	20.85	11.95	69.15
		Q2	15.78+4.29	14.83	10.30	24.70
	TD	Q1	16.14+5.41	14.63	10.30	29.15
		Q2	14.66+3.29	13.75	10.80	21.40
M2	TRI	Q1	16.46+4.47	14.50	11.95	26.70
		Q2	19.87+12.99	15.75	3.35	42.25
	TD	Q1	13.72+2.37	14.20	10.35	17.75
		Q2	20.12+10.99	18.93	11.10	48.90

โดยทุกกลุ่มมีความคลาดเคลื่อนของการสแกนไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ผลการทดสอบความตรงของการสแกนดังตารางที่ 2 พบว่าเครื่องสแกนมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเครื่องหรือสแกนมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 12.86 ± 3.81 ไมโครเมตร ต่ำกว่าเครื่องหรือสแกนที่ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 15.03 ± 4.17 ไมโครเมตร ($p=0.013$) นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย คือ ลักษณะ

ของแบบจำลองและชนิดเครื่องสแกน ($p=0.02$) ดังตารางที่ 3 โดยพบว่าข้อมูลที่ได้จากเครื่องหรือสแกนซึ่งสแกนในแบบจำลองที่มีพื้นราบ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 14.71 ± 3.91 ไมโครเมตร สูงกว่าแบบจำลองที่มีพื้นหยาบไปบางส่วน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 11.01 ± 2.71 ไมโครเมตร ($p=0.003$) สำหรับปัจจัยเรื่องลำดับการสแกน พบว่าไม่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ไม่ว่าจะเริ่มสแกนจากฝั่งใดก่อนก็ตาม ($p=0.91$)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ไมโครเมตร) ของภาพสแกนในการทดสอบความตรง

Table 2 Mean and standard deviation of trueness (μm)

Model	Scanner	Scanning sequence	Mean + SD
M1	TRI	Q1	15.14 + 4.60
		Q2	14.27 + 3.28
		Q1+Q2	14.71 + 3.91*
	TD	Q1	14.76 + 4.21
		Q2	13.44 + 2.45
		Q1+Q2	14.10 + 3.42
	TRI+TD	Q1	14.95 + 4.30
		Q2	13.86 + 2.85
		Q1+Q2	14.40 + 3.64
M2	TRI	Q1	10.11 + 1.57
		Q2	11.91 + 3.36
		Q1+Q2	11.01 + 2.71*
	TD	Q1	15.97 + 4.84
		Q2	15.97 + 4.84
		Q1+Q2	15.97 + 4.71
	TRI+TD	Q1	13.04 + 4.62
		Q2	13.94 + 4.55
		Q1+Q2	13.49 + 4.55
M1+M2	TRI	Q1	12.62 + 4.23
		Q2	13.09 + 3.45
		Q1+Q2	12.86 + 3.81**
	TD	Q1	15.36 + 4.46
		Q2	14.70 + 3.95
		Q1+Q2	15.03 + 4.17**
	TRI+TD	Q1	13.99 + 4.51
		Q2	13.90 + 3.75
		Q1+Q2	13.94 + 4.12

กลุ่มที่มีเครื่องหมายดอกจันเหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

the same symbol indicates significant different

* $p=0.002$, ** $p=0.013$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางของการทดสอบความตรง

Table 3 Three-way ANOVA test of trueness

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	295.126a	7	42.161	2.904	0.01
Intercept	15555.648	1	15555.648	1071.573	0
Model	16.699	1	16.699	1.15	0.287
Type of scanners	94.721	1	94.721	6.525	0.013
Scanning sequence	0.185	1	0.185	0.013	0.91
Model * Type of scanners	154.985	1	154.985	10.676	0.002
Model * Scanning sequence	19.85	1	19.85	1.367	0.246
Type of scanners * Scanning sequence	6.356	1	6.356	0.438	0.51
Model * Type of scanners * Scanning sequence	2.329	1	2.329	0.16	0.69
Error	1045.199	72	14.517		
Total	16895.973	80			
Corrected Total	1340.325	79			

บทวิจารณ์

งานวิจัยในอดีตพบว่าความเที่ยงของการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรมีความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 27.5 ถึง 194.2 ไมโครเมตรและความตรงมีความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 27.6 ถึง 155.6 ไมโครเมตร^{8,9,11,12} ขณะที่การศึกษาครั้งนี้พบความคลาดเคลื่อนในการทดสอบความเที่ยง 3.35 ถึง 69.15 ไมโครเมตรและความตรงมีค่าความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 7.80 ถึง 28.00 ไมโครเมตร สังเกตได้ว่าความเที่ยงมีการกระจายตัวของความคลาดเคลื่อนมากกว่าความตรง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Renne และคณะ¹¹ ซึ่งพบว่าค่าความเที่ยงมีค่ามากกว่าค่าความตรงในทุกกลุ่มการทดลอง แม้การศึกษาครั้งนี้จะพบว่า เครื่องทริออสมีความตรงสูงกว่าเครื่องทรีเอ็มทูเดฟฟินชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทั้งสองเครื่องที่ค่อนข้างต่ำ อาจทำให้ไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนในทางคลินิก อย่างไรก็ตาม การศึกษาก่อนหน้านี้ไม่พบความแตกต่างในความเที่ยงของเครื่องสแกนทั้ง 2 ระบบ^{7,8}

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร แต่วิเคราะห์เฉพาะฟันซี่ 14 ถึง 17 โดยมีได้พิจารณาความคลาดเคลื่อนบริเวณอื่น เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาปัจจัยลำดับการสแกน กรณีที่เริ่มสแกนจากฝั่งจุดภาค (quadrant) ที่หนึ่ง ฟันทั้งสองซึ่งจะอยู่ในฝั่งที่เริ่มสแกน แต่ถ้าเริ่มสแกนจากฝั่งจุดภาคที่สอง ฟันทั้งสองซึ่งจะอยู่ตรงข้ามกับฝั่งที่เริ่มสแกน ซึ่งผลการทดลองพบว่า ลำดับการสแกนไม่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนถ้าวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนบริเวณฟันหลัง 4 ซี่ ในขณะที่งานวิจัยในอดีตที่ผ่านมามีการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรและพบความคลาดเคลื่อนมากกว่าบริเวณฟันหลังฝั่งที่สแกนเป็นลำดับสุดท้าย^{8,10,12-14} ซึ่งอธิบายได้ว่า เป็นความคลาดเคลื่อนสะสมที่เกิดจากการเอาภาพสแกนมาต่อกันทีละส่วนด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ยิ่งต่อกันยาวมากก็ยิ่งคลาดเคลื่อนมาก โดยฟันหลังฝั่งที่สแกนเป็นลำดับสุดท้ายจะพบความคลาดเคลื่อนได้มากที่สุด แต่ถ้าพิจารณาฟันหลังเพียงไม่กี่ซี่แม้จะเป็นตำแหน่งที่สแกนเป็นลำดับสุดท้ายของการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร กลับพบความคลาดเคลื่อนน้อยมาก

ครอบหรือสะพานฟันช่วงสั้น ที่ได้จากการพิมพ์ปากแบบดิจิทัลพบช่องว่างบริเวณขอบ (marginal gap) ประมาณ 25 ถึง 75 ไมโครเมตร¹⁵⁻¹⁸ ซึ่งใกล้เคียงกับการทำครอบและสะพานฟันแบบดั้งเดิมและอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ทางคลินิก¹⁹ ดังนั้นกรณีที่มีการสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกร สามารถใช้ข้อมูลการสแกนบริเวณฟันหลังได้ทั้งสองฝั่งจุดภาคในการทำครอบหรือสะพานฟัน

ช่วงสั้น โดยไม่กระทบกับความแนบของชิ้นงาน อย่างไรก็ตามแม้จะไม่กระทบต่อความแนบสนิทของขอบครอบฟันแต่อาจกระทบกับการสบฟันได้ เนื่องจากภาพสแกนยังเป็นภาพต่อเนื่องแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรที่เกิดการเบี่ยงเบนมากบริเวณฟันหลัง

เครื่องทริออสที่สแกนในแบบจำลองไร้ฟันบางส่วนให้ค่าความตรงสูงกว่าการสแกนในแบบจำลองที่มีฟันครบไม่ว่าจะเริ่มสแกนจากฝั่งใดของขากรรไกรก็ตาม ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเครื่องทริออสใช้เทคโนโลยีคอนโฟคัลเลเซอร์ในการบันทึกภาพโดยภาพที่บันทึกมีลักษณะเป็นภาพ 2 มิติ เมื่อระนาบโฟกัส (focal plane) ที่กล้องส่องเป็นตำแหน่งเดียวกับพื้นผิวสแกน ภาพจะถูกส่งไปยังตัวรับและบันทึกภาพ โดยเครื่องสามารถจับระนาบโฟกัสได้หลายระนาบที่ระยะห่างเดียวกันแล้วนำข้อมูลมาซ้อนเป็นภาพ 3 มิติ¹⁵ ดังนั้นในแบบจำลองที่มีฟันครบจะมีหลายระนาบโฟกัส เครื่องสแกนต่อภาพให้เกิดเป็นภาพ 3 มิติ อาจเกิดความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนได้มากกว่าในสันเหือกกว่าที่มีระนาบโฟกัสให้บันทึกน้อยกว่า ขณะที่การศึกษาของ Kim และคณะ¹⁰ พบว่าเมื่อเพิ่มจุดอ้างอิงเพิ่มเติมบนสันเหือกกว่าระหว่างซึ่งฟันด้วยวัสดุอลูมินาขนาด 12 ตารางมิลลิเมตร ภาพสแกนฟันของเครื่องทริออสได้ค่าความเที่ยงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะจุดอ้างอิงเพิ่มเติมที่ใช้มีขนาดเล็กทำให้ระนาบในการสแกนน้อยจึงไม่ส่งผลต่อการประสานกันของภาพสแกน แต่ภาพกลับต่อกันได้ง่ายขึ้นเนื่องจากมีจุดอ้างอิงเพิ่มเติมบนพื้นผิวที่เรียบเป็นระยะทางยาว อย่างไรก็ตาม กรณีในช่องปากจริงที่สันเหือกกว่าเป็นเนื้อเยื่อชนิดอ่อนซึ่งสามารถขยับได้และมีความมันวาวทำให้เกิดแสงสะท้อน¹³ การซ้อนภาพสแกนอาจคลาดเคลื่อนได้มากกว่าการใช้ฟันในการระบุตำแหน่งได้

โดยปกติแล้วเครื่องทรีเอ็มทูเดฟฟินชันเมื่อสแกนในช่องปากต้องผงไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อลดการสะท้อนแสงของอวัยวะและวัสดุในช่องปาก ความหนาของผงฟันอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนได้ แต่ในการทดลองนี้ทำในแบบจำลองซึ่งทำจากยิปซัม พื้นผิวไม่มีการสะท้อนแสงเหมือนผิวฟันจึงไม่ได้ทำการผงไทเทเนียมไดออกไซด์ก่อนการสแกน จึงทำให้ลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากความหนาของการเคลือบผิวด้วยผงไทเทเนียมไดออกไซด์

ปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของภาพสแกนที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ คือวิธีการสแกน (scanning strategy) ที่แตกต่างกัน โดยเครื่องสแกนทั้งสองมีวิธีการสแกนที่ต่างกันอย่างชัดเจนตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การศึกษาของ Muller

ได้เปรียบเทียบวิธีการสแกนในเครื่องหรือสพบว่าวิธีการสแกนที่แตกต่างกันส่งผลต่อความเที่ยงของภาพสแกน²⁰ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสแกนของทรียอสและทรียเอ็มทรูเดฟฟินิชันในแบบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสแกนที่แตกต่างกัน

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ว่า

1. เครื่องสแกน ลำดับการสแกนและสภาวะไรฟันบางส่วนไม่มีผลต่อความเที่ยงของการสแกน
2. การสแกนแบบเต็มส่วนโค้งขากรรไกรไม่ว่าจะเริ่มจากฝั่งใดของขากรรไกรก็ไม่ส่งผลต่อความตรงของภาพสแกนบริเวณฟันหลังที่ระยะฟันห่างกัน 4 ซี่
3. เครื่องทรียอสให้ค่าความตรงสูงกว่าเครื่องทรียเอ็มทรูเดฟฟินิชัน
4. เครื่องทรียอสที่สแกนในแบบจำลองที่มีฟันหายไปบางส่วนให้ค่าความตรงสูงกว่าในแบบจำลองที่มีฟันครบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ที เด็นทัลแล็บ จำกัด ที่ให้ความคำแนะนำและให้ความเอื้อเฟื้อในการใช้เครื่องสแกนนอกช่องปาก และขอขอบคุณบริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ที่ให้ความเอื้อเฟื้อในการใช้เครื่องทรียเอ็มทรูเดฟฟินิชัน

เอกสารอ้างอิง

1. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc* 2009;140(10):1301-4.
2. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkinen A. Recent advances in dental optics- Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt Lasers Eng* 2014;54:203-21.
3. Van der meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One* 2012;7(8):e43312.
4. International Organization for Standardization. ISO 5725-1 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions. Berlin: ISO; 1994.
5. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active triangulation technology with blue light for implants: effect of clinically relevant parameters. *Implant Dent* 2015;24(5):498-504.
6. Güth JF, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for

the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions *in vitro*. *Clin Oral Investig* 2016;20(7):1487-94.

7. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. *In vivo* precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig* 2016;20(7):1495-504.
8. Ender A, Attin T, Mehl A. *In vivo* precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent* 2016;115(3):313-20.
9. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig* 2014;18(6):1687-94.
10. Kim JE, Amelya A, Shin Y, Shim JS. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. *J Prosthet Dent* 2017;117(6):755-61.
11. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An *in vitro* analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent* 2017;118(1):36-42.
12. Treesh JC, Liacouras PC, Taft RM, Brooks DI, Raiciulescu S, Ellert DO, et al. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2018;120(3):382-8.
13. Kattadiyil MT, Mursic Z, AlRumaih H, Goodacre CJ. Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. *J Prosthet Dent* 2014;112(3):444-8.
14. Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An *in-vitro* study. *J Prosthodont Res* 2015;59(4):236-42.
15. Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent* 2016;116(3):362-7.
16. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent* 2014;112(3):555-60.
17. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An *In Vitro* Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. *J Prosthodont* 2017;26(7):581-6.
18. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010;38(7):553-9.
19. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an *in vivo* technique. *Br Dent J* 1971;131(3):107-11.
20. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int* 2016;47(4):343-9.

ความสัมพันธ์ของดัชนีมวลกายกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 The Association Between Body Mass Index and the Number of Healthy Teeth of Type 2 Diabetes Mellitus

ปิยะมาศ เอ็มอิมานันต์¹

Piyamas Aemaimanan¹

¹กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลธวัชบุรี อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด

¹Dental department Thawatchaburee hospital, Thawatchaburee District, Roi-Et Province

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีค่าดัชนีมวลกายที่แตกต่างกัน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ ศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางจากข้อมูลผู้ป่วยเบาหวานที่ขึ้นทะเบียนของหน่วยบริการสุขภาพอำเภอเสลภูมิและทุ่งเขาหลวง จ.ร้อยเอ็ด ที่มาตรวจสุขภาพที่หน่วยแพทย์เคลื่อนที่ประจำปี พ.ศ. 2555 ทั้งหมด 30 แห่ง โดยรับการตรวจสุขภาพทั่วไป สุขภาพช่องปาก สัมภาษณ์พฤติกรรมและมีผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการไม่เกิน 3 เดือน ณ วันที่มารับบริการ คัดเข้าตามเกณฑ์ศึกษาได้จำนวน 352 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 176 คน ได้แก่กลุ่มปกติคือกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติและกลุ่มอ้วนคือกลุ่มผู้ที่มีภาวะอ้วนถึงอ้วนมาก เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปและค่าทางคลินิกระหว่าง 2 กลุ่มโดยสถิติการทดสอบแมนน์-วิตนีย์ เทสต์ หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนและสถิติการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ พบว่ากลุ่มอ้วนมีจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้น้อยกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ข้อมูลทั่วไปและค่าทางคลินิกเกือบทั้งหมด (ยกเว้นส่วนสูง) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ โดยพบว่าอายุและดัชนีมวลกายมีผลต่อการทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้มากกว่าตัวแปรอื่น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นภาวะอ้วนในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อาจเสี่ยงต่อการสูญเสียฟันในช่องปากได้มากกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติและอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยในอนาคต

คำสำคัญ: จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้, ดัชนีมวลกาย, เบาหวานชนิดที่ 2

Abstract

This study compared the number of healthy teeth in type 2 diabetes (T2D) patients who had varying body mass index (BMI) and assessed the association and predictive factors for the number of healthy teeth of T2D patients. A cross-sectional analysis is conducted on data of T2D patients who registered with 30 of the 2012 mobile medical units, received general and dental examinations and were interviewed on general behaviors, with laboratory test results less than three months older before the examination date. The data include medical evaluations in the 2012 diabetes examination surveys in 30 District Health Promotion Hospital in Selaphum-Thung Kao Luang District, Roi-Et Province. The sample of 352 was divided into 2 groups: normal and obese groups, each group with 176 subjects. The normal group had a normal BMI, while the obese group had extreme obesity. Mann-Whitney U test was used

to compare data between the two groups. Spearman's rank correlation coefficient and multiple linear regression were used to evaluate the correlation of variables. The study showed that the number of healthy teeth of normal group was significantly higher than the obesity group ($p < 0.05$). Most of the variables had a negative correlation with the number of healthy teeth except for height. Among the variables, age and BMI are the strongest predictors of the number of healthy teeth. T2D patients with obesity may be at risk of tooth loss more than patients who had normal BMI, which affects the quality of life in the future.

Keyword: Number of healthy teeth, Body Mass Index, Diabetes type 2

Received Date: Aug 6, 2019

Revised Date: Aug 19, 2019

Accepted Date: Aug 30, 2019

doi: 10.14456/jdat.2019.56

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ปิยะมาศ เอ็มอิมานันต์ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลธวัชบุรี อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด 45170 ประเทศไทย โทรศัพท์: 043-631122-4, 081-0560769
อีเมล: smallyducky@gmail.com

Correspondence to:

Piyamas Aemaimanan Dental department Thawatchaburee hospital, Thawatchaburee District, Roi-Et Province 45170 Thailand.
Tel: 043-631122-4, 081-0560769 E-mail: smallyducky@gmail.com

บทนำ

การสำรวจสุขภาพของประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ในปี พ.ศ. 2557 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจในปี พ.ศ. 2552 พบว่าประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไปมีแนวโน้มความชุกของภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเพศหญิงมีความชุกของภาวะอ้วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 40.7 ในปี พ.ศ.2552 เป็นร้อยละ 41.8 ในปี พ.ศ. 2557 และเพศชายเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 28.4 เป็นร้อยละ 32.9 นอกจากนี้ยังพบว่าความชุกของภาวะอ้วนลงพุงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งในเพศหญิงเพิ่มจากร้อยละ 45.0 ในปี พ.ศ. 2552 เป็นร้อยละ 51.3 และเพศชายจากร้อยละ 18.6 เพิ่มเป็นร้อยละ 26.0 ตามลำดับ¹ การสำรวจความชุกของภาวะอ้วนในจังหวัดร้อยเอ็ดก็พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปีเช่นกัน โดยผลสำรวจในปี พ.ศ. 2556-2558 มีค่าเท่ากับร้อยละ 17.82, 19.41 และ 22.55 ตามลำดับ² รายงานการศึกษาพบว่าคนที่มีความอ้วนและไม่มีความอ้วนมีความชุกของโรคเบาหวานร้อยละ 11.1 และ 4.61 ตามลำดับ และยังพบว่าคนที่มีความอ้วนโดยเฉพาะอ้วนลงพุงมีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มขึ้น 40 เท่า โดยพบภาวะอ้วนลงพุงที่สัมพันธ์กับความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ ซึ่งภาวะต้านต่ออินซูลินจะพบได้บ่อยในผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร³ จากการศึกษาของ Ford ในปี ค.ศ. 1997⁴ ที่ทำการศึกษาระยะยาว (longitudinal

study) พบว่าการที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5-8 กิโลกรัมในผู้ใหญ่จะทำให้มีความเสี่ยงในการเป็นโรคเบาหวานได้ 2.11 เท่า และถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้น 22 กิโลกรัม จะทำให้เสี่ยงเพิ่มขึ้นเป็น 3.85 เท่า ในขณะที่เดียวกันก็พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่รักษาด้วยอินซูลินจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้โดยเฉพาะเมื่อใช้อินซูลินที่เกินมาตรฐานข้อกำหนด ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำลง (hypoglycemia) ส่งผลทำให้กระตุ้นความอยากอาหารเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและเกิดภาวะอ้วนในผู้ป่วยเบาหวาน⁵ ความสัมพันธ์ของโรคเบาหวานและภาวะอ้วนอาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีแคลอรีสูงและการมีไขมันในร่างกายมากขึ้นทำให้มีการกระตุ้นการหลั่งสารอักเสบและเกิดการอักเสบอย่างต่อเนื่องในเซลล์ไขมัน (adipose tissue) ส่งผลให้มีการต้านต่ออินซูลินในเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2^{4,6,7,8} ผลของความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจจะมีผลทำให้สุขภาพช่องปากแย่ลงได้^{9,10,11} กล่าวคือภาวะอ้วนอาจจะเพิ่มความเสี่ยงในการทำให้โรคในช่องปากมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นจากภาวะของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ร่วมด้วยโดยอาจจะผ่านทางกลไกของการอักเสบ¹² โดยเฉพาะการทำให้เกิดโรคปริทันต์อักเสบและโรคฟันผุ มีรายงานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของโรคเบาหวานและภาวะอ้วนที่ส่งผลต่อจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้โดยพบว่าความลึกของร่องลึกปริทันต์ ค่าเฉลี่ย

ฟันผุ อุด ถอนมีค่าเพิ่มขึ้นตามดัชนีมวลกายและระดับน้ำตาลในกระแสเลือด¹² โดยผู้ป่วยที่มีภาวะต้านอินซูลินและเป็นภาวะอ้วนมีค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนมากกว่าคนที่สุขภาพดีและมีดัชนีมวลกายปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁹ และพบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีน้ำหนักเกินหรือมีภาวะอ้วนร่วมด้วยอาจจะส่งผลทำให้มีภาวะต้านอินซูลินมากขึ้นและควบคุมน้ำตาลในกระแสเลือดได้แย่ลง และมีแนวโน้มทำให้โรคในช่องปากรุนแรงมากขึ้น¹² ทำให้ผู้ป่วยอาจจะมีโอกาสสูญเสียฟันเพิ่มขึ้นจากโรคในช่องปากทั้ง 2 โรคข้างต้น และอาจจะส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้¹³ ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้ผู้ป่วยเคี้ยวอาหารได้ลำบาก เกิดการเปลี่ยนแปลงการเลือกบริโภคอาหาร และมีโอกาสเกิดภาวะขาดสารอาหารทำให้เกิดการเจ็บป่วยของโรคอื่น ๆ ตามมาได้¹⁴ แต่บางรายงานกลับพบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนเมื่อเปรียบเทียบกับคนปกติและไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมวลกายและค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนในวัยเด็ก¹⁵ และในผู้ใหญ่¹⁶ จะพบว่าผลการศึกษายังมีข้อขัดแย้งกันอยู่ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในอำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวง จ.ร้อยเอ็ด ระหว่างกลุ่มที่มีน้ำหนักปกติกับกลุ่มที่มีภาวะอ้วนถึงอ้วนมาก รวมทั้งหาความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงวิเคราะห์ แบบภาคตัดขวาง (cross-sectional analytic study) กลุ่มเป้าหมายคือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารับการตรวจสุขภาพประจำปีที่หน่วยแพทย์เคลื่อนที่ที่ทำการออกตรวจสุขภาพประจำปีให้แก่ผู้ป่วยเบาหวานในสถานบริการทางสุขภาพของเครือข่ายสุขภาพอำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวง จ.ร้อยเอ็ด ประจำปี พ.ศ. 2555 ทั้งหมด 30 แห่ง เกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) คือ ข้อมูลของผู้ป่วยเบาหวานอายุ 18 ปีขึ้นไปและมีผลทางการห้องปฏิบัติการไม่เกิน 3 เดือน ณ วันที่ได้รับการตรวจ ส่วนเกณฑ์คัดออก (exclusion criteria) คือ ข้อมูลของผู้ป่วยเบาหวานที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อหรืออยู่ในระหว่างรับยารักษาโรคติดเชื้อ หรือโรคติดต่อระบบทางเดินหายใจที่กำลังระบาดขณะนั้น รวมถึงโรคเรื้อรังในระยะติดต่อ ผู้ป่วยเบาหวานที่มีโรคอื่นร่วม สืบบุหรื ดื่มสุราเป็นประจำ เคี้ยวหมากรวมทั้งมีแผลในช่องปากในวันที่ตรวจ และมีบันทึกข้อมูลสุขภาพช่องปากและทางการแพทย์ไม่ครบตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการคำนวณ

กลุ่มตัวอย่าง อ้างอิงจากผลการศึกษาของ Loyola-Rodriguez และคณะในปี ค.ศ. 2011⁹ ที่พบว่าดัชนีฟันผุ อุด ถอน ของกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มที่มีภาวะอ้วนและต่อต้านอินซูลินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 (SD=1.82) และ 4.78 (SD=3.30) ตามลำดับ แทนค่าในสูตรต่อไปนี้ เพื่อคำนวณหาจำนวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มดังนี้

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 s^2}{\Delta^2}$$

กำหนดความเชื่อมั่นในการสรุปข้อมูล = 95% $Z_{\alpha} = 1.96$, $\beta = 0.2$ (Power 80), $Z_{\beta} = 0.84$, $\Delta = 4.78 - 3.02 = 1.76$, $s = 3.30$ ดังนั้น n แต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 54.73 คน คือกลุ่มละ 55 คน กลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ $55 \times 2 = 110$ คน แต่จากการแบ่งกลุ่มตามเกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ มีกลุ่มตัวอย่างที่คัดเข้าได้กลุ่มละ 176 คน ดังนั้นจึงใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด $176 \times 2 = 352$ คน ทำการคำนวณค่าดัชนีมวลกายตามสูตรมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร¹⁷ ดังนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนัก (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$$

จากนั้นแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ได้เป็น 2 กลุ่มศึกษาโดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีมวลกายของคนเอเชีย¹⁷ ได้แก่ กลุ่มปกติ คือข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายปกติมีค่าดัชนีมวลกาย 18.5- 22.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และกลุ่มอ้วน คือข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะอ้วนตั้งแต่อ้วนถึงอ้วนมาก มีค่าดัชนีมวลกายตั้งแต่ 25.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลโดยผู้ป่วยจะได้รับการชักประวัติสัมภาษณ์ วัดสัญญาณชีพและการบันทึกค่าต่าง ๆ จากอาสาสมัครสาธารณสุขจำนวน 2 คน (เป็นทีมร่วมออกปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยแพทย์เคลื่อนที่ตลอดการศึกษาและปฏิบัติงานในโครงการนี้ต่อเนื่องมาไม่น้อยกว่า 5 ปี) ซึ่งผ่านการทำงานในเรื่องการฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการวัดสัญญาณชีพมาอย่างดีค่าต่าง ๆ ที่บันทึกได้แก่อายุ เพศ จำนวนปีที่ป่วยเป็นเบาหวาน น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก และความดันโลหิตให้กับผู้ป่วย ข้อมูลผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าระดับพลาสมากลูโคสขณะอดอาหาร (fasting plasma glucose หรือ FPG) ซีรัมครีเอตินิน (serum creatinine) แอลดีแอล (LDL) ไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือด (plasma

triglyceride) และ ฮีโมโกลบิน เอวันซี (hemoglobin A1C หรือ HbA1c) ตรวจร่างกายจากอายุรแพทย์ สัมภาษณ์และตรวจสุขภาพช่องปาก อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่กระจกส่องปาก เครื่องมือเขี่ยตรวจหารอยผุ และใช้แสงธรรมชาติซึ่งหากแสงธรรมชาติไม่เพียงพอจะใช้แสงจากไฟฉาย ไม่ใช้การถ่ายภาพรังสีร่วมด้วย ตรวจนับจำนวนฟันธรรมชาติที่เหลือในช่องปาก ฟันแท้ที่ต้ออุด ฟันที่อุดแล้วและไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ จำนวนรากฟันที่เหลืออยู่ และจำนวนฟันที่ถอนแล้วจากโรคฟันผุและสาเหตุอื่น ๆ ตรวจการโยกของฟันจากโรคปริทันต์อักเสบ หน่วยเป็นซี่ โดยตรวจตามเกณฑ์ของ Miller ปี ค.ศ. 1936¹⁸ ในการศึกษาใช้การโยกของฟันระดับ 2 ขึ้นไปเป็นตัวแทนของฟันโยกจากโรคปริทันต์อักเสบ ซึ่งการโยกของฟันระดับ 2 หมายถึงฟันโยกมากกว่า 1 มิลลิเมตรในแนวแก้ม-ลิ้น (bucco-lingual) และการโยกของฟันระดับ 3 หมายถึงฟันโยกในแนวแก้ม-ลิ้นและแนวตเคี้ยว-เหงือก (occluso-gingival) โดยฟันจะจมลงในเบ้าฟันเมื่อออกแรงกดที่ตัวฟัน เนื่องจากการโยกของฟันระดับ 2 และ 3 จำเป็นต้องวางแผนการรักษาเกี่ยวกับการบาดเจ็บที่มีสาเหตุจากการสบฟัน (occlusal trauma) หรือโรคปริทันต์อักเสบ¹⁹ การตรวจพบหินน้ำลายใช้เกณฑ์ของ Greene และ Vermillion ปี ค.ศ. 1964²⁰ การศึกษานี้พิจารณาว่าพบหรือไม่พบหินน้ำลายเท่านั้น ถ้าคะแนน 0 คือตรวจไม่พบหินน้ำลาย และคะแนนระดับ 1 ขึ้นไปถือว่าพบหินน้ำลาย โดยตรวจพบหินน้ำลายเหนือเหงือกปกคลุมฟันตั้งแต่ระดับน้อยกว่า 1 ใน 3 ของตัวฟัน เป็นต้นไปที่ฟันซี่ใดซี่หนึ่งในช่องปาก การตรวจแผลในช่องปากใช้การวินิจฉัยของ Regezi และคณะในปี ค.ศ. 1993²¹ คือแผลที่เกิดจากการติดเชื้อเอนริม (herpes labialis) และแผลที่ไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อเอนริมร้อนใน (aphthous ulcer) รอยแผลเรื้อรัง รอยแผ่นฝ้าขาว รอยโรคสีแดง และก้อนเนื้อออกต่าง ๆ ในช่องปาก โดยตรวจด้วยตาเปล่าพิจารณาจากการตรวจภายในและรอบ ๆ ช่องปากโดยระบุว่าเป็นรอยโรคแบบใด สอบถามการใส่ฟันปลอม รวมทั้งที่มาของฟันปลอม พฤติกรรมการสูบบุหรี่ การเคี้ยวหมาก การดื่มสุรา และคำนวณหาจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ซึ่งหมายถึงฟันที่ใช้งานได้ ไม่มีโรคฟันผุหรือเคยผุแต่ได้รับการรักษาแล้วใช้งานได้ปกติ ไม่มีอาการที่โยกจากโรคปริทันต์อักเสบตั้งแต่ระดับ 2¹⁸ ขึ้นไป โดยหาได้จากจำนวนฟันที่เหลือในช่องปากทั้งหมดลบด้วยผลรวมของฟันแท้ที่ต้ออุด จำนวนรากฟันที่เหลืออยู่ และจำนวนฟันแท้ที่โยกจากโรคปริทันต์อักเสบตั้งแต่ระดับ 2¹⁸ ขึ้นไป หน่วยเป็นซี่ต่อคน

การตรวจสุขภาพช่องปากกระทำโดยทันตแพทย์ 1 คน ตลอดการศึกษาโดยมีความชำนาญในตรวจและการจดบันทึกข้อมูลจากแบบฟอร์มที่เคยทำการบันทึกจากผู้ป่วยจริงในปี 2553-2554

ทดสอบความเที่ยงภายในตัวผู้ตรวจ (intra-examination reliability) โดยเทคนิคการตรวจช่องปากซ้ำ 2 ครั้งในผู้ป่วยเบาหวานรายเดียวกัน (เว้นระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 15 นาที) จำนวน 200 ราย โดยคิดเป็นร้อยละ 7 ของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมดที่มารับการตรวจในแต่ละครั้ง เมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ในการตรวจครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการตรวจนับจำนวนฟันแท้ที่ต้ออุด ฟันโยกจากโรคปริทันต์อักเสบ จำนวนรากฟันที่เหลืออยู่และฟันปกติที่ใช้งานได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) เท่ากับ 0.95 ($p < 0.001$), 0.74 ($p < 0.001$), 0.87 ($p < 0.001$) และ 0.82 ($p < 0.001$) ตามลำดับ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 ซึ่งผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลทางคลินิกกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ โดยใช้สถิติการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอร นอฟ (Kolmogorov-Sminov test) พบว่าข้อมูลทุกค่ามีการกระจายตัวไม่ปกติ ($p < 0.001$) ดังนั้นจึงใช้ค่ามัธยฐานเป็นตัวแทนบอกค่ากลาง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาแจกแจงข้อมูลเป็นค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ของลักษณะกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบความแตกต่างของเพศระหว่างกลุ่มโดยใช้ไคสแควร์ (Chi-square test) เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปและข้อมูลทางคลินิกระหว่าง 2 กลุ่มโดยใช้สถิติการทดสอบแมนน์-วิทนียู เทสต์ (Mann Whitney U-test) หาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรโดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) ทำการปรับแก้ข้อมูลเพื่อให้มีการกระจายตัวแบบปกติ โดยใช้การแปลงค่าข้อมูลด้วยการทำให้เป็นลอการิทึม (logarithm) และการถอดรากที่สอง (square root) ก่อนการใช้สถิติการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหลายตัวแปรได้แก่อายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวาน น้ำหนัก ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก ดัชนีมวลกาย และจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ แล้วคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดที่สามารถร่วมทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 อำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวง

การศึกษานี้ผ่านการรับรองของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดร้อยเอ็ด เลขที่ COE 5/2561 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 และผ่านการอนุมัติขอใช้ข้อมูลของโรงพยาบาลเสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด จากผู้อำนวยการโรงพยาบาลเสลภูมิ โดยการกลั่นกรองผ่านคณะกรรมการวิชาการ และวิจัยโรงพยาบาลเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

ผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมในการศึกษาจำนวน 352 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มปกติและกลุ่มอ้วนกลุ่มละ 176 คน โดยพบว่ามากกว่าร้อยละ 70 ของทั้งกลุ่มปกติและกลุ่มอ้วนเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 72.72 และ 81.81 ตามลำดับ) ผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมดมีค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ของอายุเท่ากับ 59 (54 และ 65) ปี ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวานเท่ากับ 6 (3 และ 9) ปี น้ำหนักเท่ากับ 58.5 (52 และ 66) กิโลกรัม ส่วนสูงเท่ากับ 155 (150 และ 160) เซนติเมตร ความยาวรอบเอวเท่ากับ 85 (80 และ 92) เซนติเมตร ความยาวรอบสะโพกเท่ากับ 93 (88 และ 99) เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 23.97 (21.48 และ 27.29) กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ตารางที่ 1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

Table 1 Characteristics of the sample.

Characteristics	Normal group (n=176)	Obesity group (n=176)	Total (n=352)	p-value
Female (n (%))	128 (72.72)	144 (81.81)	272 (77.80)	<0.001
Age (years; mean±SD)	58.69±9.69	58.81±8.81	58.75±9.26	0.91
Duration of diabetes (years; mean± SD)	7.15±5.29	6.63±5.17	6.89±5.23	0.35
Weight (kg.; mean± SD)	52.81±5.99	66.49±8.34	59.65±9.98	<0.001
Height (cm; mean± SD)	157.16±8.37	154.15±7.29	155.67±7.98	<0.001
Circumference of waist (cm; mean± SD)	80.91±9.61	90.64±8.58	85.78±10.01	<0.001
Circumference of hip (cm; mean± SD)	88.98±7.11	97.78±8.51	93.38±8.99	<0.001
Body mass index (kg/m ² ; mean± SD)	21.33±1.12	27.93±2.46	24.63±3.81	<0.001
Fasting blood sugar (mg/dl; mean± SD)	151.95±50.39	141.68±40.59	147.32±47.92	0.07
Hemoglobin A1C (%; mean± SD)	9.54±2.56	9.18±2.89	9.36±2.73	0.23
The number of healthy teeth (n; mean± SD)	19.03±8.94	13.74±9.22	16.39±9.45	<0.001
(n; min, max)	0.00, 32.00	0.00, 32.00	0.00, 32.00	

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวาน การวัดขนาดร่างกาย ดัชนีมวลกายกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้เข้าร่วมโครงการ พบว่าตัวแปรเกือบทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ ยกเว้นส่วนสูง โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน ของจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้กับอายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวาน น้ำหนัก ความยาวรอบเอว ความยาว

และจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้เท่ากับ 17 (9.25 และ 24) ซึ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ของอายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวานส่วนสูง รวมทั้งระดับพลาสมากลูโคส และค่าฮีโมโกลบิน เอวันซี ระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มอ้วนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่น้ำหนัก ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก ค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มอ้วนมีค่ามากกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบส่วนสูงและจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ พบว่ากลุ่มอ้วนมีค่าน้อยกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 1

สะโพก ดัชนีมวลกายเท่ากับ 0.330 ($p<0.001$), 0.110 ($p<0.022$), 0.198 ($p<0.001$), 0.123 ($p<0.011$), 0.111 ($p<0.019$), 0.281 ($p<0.001$) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ยกเว้นส่วนสูง ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สเปียร์แมน เท่ากับ 0.090 ($p=0.046$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวาน การวัดขนาดร่างกาย ดัชนีมวลกายกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้

Table 2 Correlation between age, duration of diabetes, body measurements, BMI and the number of healthy teeth.

Variable	Age	Duration of diabetes	Weight	Height	circumference of waist	circumference of hip	Body mass index
The number of healthy teeth							
r	-0.330	-0.110	-0.198	0.090	-0.123	-0.111	-0.281
p-value	<0.001	0.022	<0.001	0.046	0.011	0.019	<0.001

เมื่อทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ในรูปแบบของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ตัวแปรเกือบทั้งหมด ยกเว้นส่วนสูงมีความสัมพันธ์ในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้เข้าร่วมโครงการ และพบว่าตัวแปรอิสระจำนวน 2 ตัวแปรเท่านั้น คืออายุและดัชนีมวลกายที่สามารถร่วมกัน

ทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value <0.001) ทำให้ทั้ง 2 ตัวแปรสามารถอธิบายความผันแปรของจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้เท่ากับร้อยละ 18 และมีค่าความคลาดเคลื่อนของการทำนายที่ ± 4.139 ดังตารางที่ 3 ซึ่งสามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณของตัวแปรต่างๆกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้

Table 3 Multiple regressions analysis for the associations between variables and the number of healthy teeth.

Variables	B	β	Standard error	t	p-value
Constant	52.838		4.139	12.767	<0.001
Age	-0.322	-0.325	0.049	-6.727	<0.001
Body mass index	-0.688	-0.278	0.120	-5.751	<0.001

$r = 0.430$, R square (R^2) = 0.185, Adjusted R square = 0.18, $F = 39.547$, $p < 0.05$

สมการในรูปคะแนนดิบ

จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ = $52.838 - 0.322$ (อายุ) - 0.688 (ดัชนีมวลกาย)

สมการในรูปคะแนนมาตรฐาน

จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ = -0.325 (อายุ) - 0.278 (ดัชนีมวลกาย)

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ของจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของกลุ่มอ้วนมีค่าน้อยกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คล้ายกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าผู้ที่ภาวะอ้วนจะมีฟันแท้ที่ใช้งานได้น้อยกว่าผู้ที่มิมีดัชนีมวลกายที่ปกติ 3 เท่า²² ผลการศึกษานี้แตกต่างจากผลการศึกษาของ Alswat และคณะในปี ค.ศ. 2016 ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมวลกายและฟันผุในวัยผู้ใหญ่ของประเทศซาอุดีอาระเบีย ซึ่งพบว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนมีค่าดัชนีฟันผุ อุด ถอน น้อยกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักปกติแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²³ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาและเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มดัชนีมวล

กายที่แตกต่างกันแม้จะอยู่ในทวีปเอเชียเหมือนกัน ซึ่งการศึกษาของ Alswat และคณะในปี ค.ศ. 2016²³ ใช้เกณฑ์ดัชนีมวลกายตามองค์การอนามัยโลกแต่ในการศึกษานี้ใช้เกณฑ์ดัชนีมวลกายของคนเอเชีย นอกจากนี้วัฒนธรรมการรับประทานอาหารและสิ่งแวดล้อมก็อาจจะมีผลทำให้ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษานี้ด้วย²⁴ จากการรวบรวมรายงานของคลินิกโรคเรื้อรังของอำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวงในระหว่างปี พ.ศ.2552 ถึง พ.ศ. 2554 พบว่าจำนวนผู้ป่วยเบาหวานที่ขึ้นทะเบียนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยมีจำนวน 35,573,706 และ 4,002 ราย ตามลำดับ ส่วนผลการสำรวจความชุกของภาวะอ้วนในจังหวัดร้อยเอ็ดก็พบว่าแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี²

ทั้งนี้อาจมาจากการที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่เปลี่ยนไปจากผลของภาวะอ้วนและเบาหวานเพราะผู้ป่วยจะหิวบ่อย กินบ่อยและรับประทานอาหารกลุ่มน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยภาวะการขาดแคลนอาหารในร่างกายจากการสลายไขมันและโปรตีนที่เก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อมาใช้เป็นพลังงานทดแทน²⁵ ประชาชนในอำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวงและในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมบริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักเพราะมีความอึดทน เมื่อรับประทานแล้วมีพลังงานทำงานได้นานขึ้น เนื่องจากข้าวเหนียวที่หุงสุกแล้วจะมีแป้งมากกว่าข้าวเจ้าและจะเพิ่มระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงกว่าข้าวเจ้าถึง 50 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร²⁶ การกำหนดปริมาณการรับประทานข้าวเหนียวจะยากกว่าการรับประทานข้าวเจ้าที่นับเป็นจำนวนจาน ทำให้รับประทานข้าวเหนียวเพลิน และไม่ทราบว่าจะรับประทานไปจำนวนมากแล้วจึงทำให้มีโอกาสเกิดภาวะอ้วนได้มากกว่าข้าวเจ้า ซึ่งการรับประทานข้าวเหนียวคราวละมาก ๆ จะทำให้ผู้ป่วยเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือดได้ยากขึ้นด้วย อาจส่งผลให้ภาวะอ้วนและโรคในช่องปากมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ความชุกของภาวะอ้วนที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษานี้ อาจเป็นเพราะขาดการออกกำลังกายที่เหมาะสมและขาดการเคลื่อนไหวร่างกายจากสภาพการทำงานซึ่งส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม รวมทั้งอายุที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะผู้สูงอายุ¹⁴ ทำให้เคลื่อนไหวร่างกายได้ช้า มีโรคประจำตัวเช่นโรคเบาหวานซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวและการออกกำลังกาย การรับประทานยาบางชนิดอาจมีผลข้างเคียงโดยกระตุ้นให้อยากอาหาร¹ เช่นการได้รับอินซูลินเกินขนาดที่กำหนดไว้⁴ รวมทั้งถิ่นที่อยู่ ฐานะ เศรษฐกิจ การศึกษา อาชีพและสถานภาพสมรส^{14,24} อาจมีผลต่อการมีภาวะอ้วนและน้ำหนักตัวเกิน ดังนั้นหากลดความชุกของภาวะอ้วนในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการบริโภคซึ่งควรหลีกเลี่ยงหรืองดการบริโภคข้าวเหนียวและน้ำตาลลง เพิ่มการเคลื่อนไหวและออกกำลังกาย รวมทั้งการเปลี่ยนยาบางชนิดอาจจะทำให้ผู้ป่วยเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือดได้ดีขึ้นและอาจจะลดการสูญเสียฟันจากโรคฟันผุและโรคปริทันต์อักเสบและทำให้จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้มีค่าเพิ่มขึ้น

จากผลการศึกษาพบว่าอายุและดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ และเป็นตัวแปรร่วมกันทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ของอำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวง อาจแสดงให้เห็นว่าอายุที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการสะสมโรคที่เพิ่มขึ้นและอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยสูญเสียฟันจากโรคในช่องปากได้ สอดคล้องกับรายงานผลการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติระหว่างอายุกับค่าเฉลี่ยฟันแท้ผุ อุด ถอนและโรคปริทันต์อักเสบ^{27,28} ขณะเดียวกันพบว่าดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้มีจำนวนลดลงจากสาเหตุของโรคในช่องปากโดยเฉพาะโรคฟันผุและโรคปริทันต์อักเสบ โดยพบว่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับจำนวนฟันที่หายไปโดยพบสภาพที่ไม่มีฟันในช่องปากเลย (edentulous ridge) มีความสัมพันธ์กับภาวะอ้วน ซึ่งสาเหตุมาจากโรคปริทันต์อักเสบ²⁹ การที่ดัชนีมวลกายมีผลต่อจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ส่วนหนึ่งอาจมาจากความสัมพันธ์ร่วมกันของทั้ง 2 ภาวะจากการศึกษาของ Guilherme และคณะในปี ค.ศ. 2010³⁰ ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของภาวะอ้วนและโรคเบาหวานผ่านกระบวนการที่เกิดจากการอักเสบเรื้อรังที่มาจากการหลั่งไซโตไคน์ก่อการอักเสบ (proinflammatory cytokines) โดยเฉพาะทีเอ็นเอฟ-อัลฟา (TNF- α) ที่มีผลในการเพิ่มความบกพร่องในการสะสมไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ในเซลล์ไขมัน (adipose tissue) และเกิดภาวะต้านต่ออินซูลินและทำให้ภาวะของโรคเบาหวานมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นจากภาวะอ้วนได้³ ซึ่งกลไกดังกล่าวอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

1. ต่อม น้ำลาย และส่วนประกอบของน้ำลาย การหลั่งสารก่อนการอักเสบดังกล่าวส่งผลทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรังในต่อมน้ำลายทำให้ต่อมน้ำลายมีขนาดเล็กลง (atrophy) จึงทำให้ต่อมน้ำลายทำงานบกพร่องและเกิดภาวะน้ำลายไหลน้อยในผู้ป่วยเบาหวานและเป็นสาเหตุให้เกิดโรคฟันผุรุนแรงขึ้นสอดคล้องกับหลายๆการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าผู้ป่วยเบาหวานและมีภาวะอ้วนจะมีอัตราการไหลของน้ำลายน้อยกว่าผู้ที่สุขภาพแข็งแรงและมีดัชนีมวลกายที่ปกติ^{7,31} โดยเฉพาะผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร³² และพบว่าค่าเฉลี่ยฟันแท้ผุ อุด ถอนในกลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วน²⁷ รวมทั้งกลุ่มที่มีสุขภาพดีและไม่มีการอ้วนจะมีค่าเฉลี่ยฟันแท้ผุ อุด ถอน น้อยกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนและดื้อต่ออินซูลินอีกด้วย⁹

2. ผู้ที่มีภาวะอ้วนจะมีระดับของทีเอ็นเอฟ-อัลฟาและตัวรับทีเอ็นเอฟ-อัลฟา (TNF- α receptor) ในกระแสเลือดมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เพิ่มการอักเสบและความเสี่ยงในการเป็นโรคปริทันต์อักเสบ รวมทั้งผลจากภาวะต้านต่ออินซูลินที่เพิ่มขึ้นร่วมด้วยอาจจะทำให้ผู้ที่มีภาวะอ้วนสูญเสียกระดูกรองรับรากฟันมากกว่าร้อยละ 60 อย่างน้อย 2-3 ซีในช่องปากและมีความเสี่ยงในการสูญเสียการยึดเกาะของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (loss of connective tissue) ร้อยละ 52²⁸ และเป็นสาเหตุให้จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้มีจำนวนลดลง

การศึกษานี้จะพบว่าอายุและดัชนีมวลกาย เป็นตัวแปรร่วมกันทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานได้

ร้อยละ 18 แสดงให้เห็นว่าอาจจะมีปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาศึกษาในการศึกษานี้ที่เป็นปัจจัยร่วมในการทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะอ้วนร่วมด้วย เช่น พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก^{24,29,33} พฤติกรรมการแปรงฟัน การดูแลอนามัยในช่องปาก และทัศนคติเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย^{34,35} เพราะความสะอาดของช่องปากอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ จากรายงานการศึกษาของกนกนุช³⁴ พบว่ามีผู้ป่วยเบาหวานไม่แปรงฟันเลยถึงร้อยละ 25.30 ทั้งนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าผู้ป่วยในการศึกษานี้ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ชนบทและมักจะแปรงฟันวันละ 1 ครั้ง โดยแปรงฟันเฉพาะตอนเช้าหลังตื่นนอนเท่านั้น สอดคล้องกับผลการศึกษา Alswat และคณะในปี 2016²³ และผลการสำรวจสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ในปี พ.ศ.2560³⁶ ที่พบว่าร้อยละ 72.5 ของผู้สูงอายุส่วนใหญ่แปรงฟันตอนเช้าทุกวัน แต่แปรงฟันก่อนเข้านอนเพียงร้อยละ 53.7 เท่านั้น ซึ่งต่างจากผลการศึกษามนัญญา และคณะ³⁵ ที่พบว่าส่วนใหญ่แปรงฟันอย่างน้อย 2 ครั้งต่อวัน นอกจากนี้พฤติกรรมในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์และการใช้อุปกรณ์เสริมร่วมกับการแปรงฟันก็อาจมีผลต่อจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ จากการสังเกตพบว่ากลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้มักจะแปรงฟันโดยใช้แปรงสีฟันกับเกลือหรือยาสีฟันที่เป็นผงหรือไม่ใช้ฟลูออไรด์และใช้อุปกรณ์เสริมได้แก่ไม้จิ้มฟันในการทำ ความสะอาดซอกฟันแทนการใช้ไหมขัดฟัน ทำให้การทำ ความสะอาดช่องปากทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร³⁵ นอกจากนี้ข้อจำกัดของความ สามารถในการเข้าถึงบริการสุขภาพช่องปากก็อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการศึกษานี้เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ชนบทและห่างไกลจากโรงพยาบาล การรักษาเบื้องต้นที่พึ่งพาได้เป็นที่แรกคือโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.)³⁶ ในปีพ.ศ. 2555 อำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวงมีทันตบุคลากรประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เพียง 5 แห่ง จากจำนวนโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ทั้งหมด 30 แห่ง แสดงให้เห็นถึงความเป็นธรรมและความเสมอภาคในการบริการสุขภาพช่องปากที่ยังไม่ครอบคลุมเท่าที่ควร ส่วนความเชื่อและทัศนคติต่อการไปรับการรักษาทางทันตกรรมก็มีผลต่อการไปใช้บริการ แม้ว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่จะรับรู้ว่าคุณภาพสุขภาพช่องปากแต่สาเหตุที่จะทำให้ผู้ป่วยไปใช้บริการทางทันตกรรมก็คือเมื่อมีอาการผิดปกติเท่านั้น ในจุดนี้อาจแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ละเลยต่อการป้องกันในระดับปฐมภูมิหรือระบบการส่งเสริมสุขภาพช่องปากระดับต้นยังไม่ดีพอ เพราะมักจะบอกว่ายังไม่มีอาการ^{36,37} นอกจากนี้ความกลัวต่อการรักษาการไม่รับรู้ ความไม่สนใจและค่าบริการในการรักษารวมทั้ง

เศรษฐกิจก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยไม่ไปรับการรักษาด้วย³⁸ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

การศึกษานี้แม้ว่าระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวานไม่ได้เป็นตัวแปรร่วมกันทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้แต่พบความสัมพันธ์ในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่พบว่าผู้ป่วยที่ป่วยเป็นเบาหวานมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี จะมีค่าเฉลี่ยดัชนีฟันผุ อุด ถอนมากกว่าผู้ป่วยที่ป่วยเป็นเบาหวานน้อยกว่า 10 ปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบการเกิดฟันผุที่ตัวฟัน¹³ อย่างน้อย 2-3 ซี่ในช่องปาก³⁹ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเกิดโรคฟันผุจะอาศัยระยะเวลาเป็นปัจจัยสำคัญของการดำเนินโรค ดังนั้นระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวานอาจจะมีบทบาทสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคในช่องปาก⁴⁰ และเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เป็นเบาหวานมากกว่า 10 ปี มีฟันในช่องปากน้อยกว่า 21 ซี่¹³

ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนัก ความยาวรอบเอว และความยาวรอบสะโพกพบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามแต่ไม่ได้เป็นตัวแปรร่วมกันทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ แสดงให้เห็นว่าภาวะอ้วนลงพุงอาจมีความสัมพันธ์กับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ เนื่องจากผู้ที่มีภาวะอ้วนลงพุงจะมีการสะสมของไขมันในต่อน้ำลายหรืออวัยวะที่เป็นโครงสร้างที่รองรับฟันเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการไหลของน้ำลายลดลง โดยพบว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนจะมีอัตราการไหลของน้ำลาย 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ในขณะที่ผู้ไม่มีภาวะอ้วนจะมีอัตราการไหลของน้ำลายมากกว่าคือ 2.0 มิลลิลิตรต่อนาที²⁹ ซึ่งภาวะดังกล่าวทำให้การชะล้างคราบจุลินทรีย์และเชื้อโรคในช่องปากทำได้ไม่ดี สภาวะความเป็นกรด-ด่าง (pH buffer) ในน้ำลายเปลี่ยนแปลงไป เกิดการสะสมและเกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดของเชื้อโรคในช่องปาก ทำให้เกิดการอักเสบที่เกิดจากการติดเชื้อในช่องปากเพิ่มขึ้น เกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์อักเสบได้ในที่สุด³¹ รายงานการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าความยาวรอบเอวที่เพิ่มขึ้นทุก 1 เซนติเมตรจะมีค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 0.625 เท่าและค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนจะมีค่าเพิ่มขึ้น 1.036 เท่าเมื่อความยาวรอบเอวเพิ่มขึ้น 1 หน่วย²⁷ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kesim และคณะในปี ค.ศ. 2016⁴¹ ที่พบว่าความยาวรอบเอวมีความสัมพันธ์กับคราบจุลินทรีย์และอาจจะสามารถใช้ทำนายดัชนีคราบจุลินทรีย์ได้โดยเฉพาะเพศชาย แต่ความยาวรอบเอวอาจจะสามารถทำนายค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอนในฟันแท้ได้ทั้งในเพศชายและหญิงเพศ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการเป็นการศึกษาในภาคตัดขวางที่ปัจจัยและโรคที่ศึกษาเกิดพร้อมกัน จึงไม่สามารถบอกได้ว่าระหว่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วนกับการลดลงของ

จำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นก่อน และอาจจะทำให้เกิดอคติความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกันก็ได้กล่าวคือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 อาจจะมีฟันปกติที่ใช้งานได้น้อยอยู่ก่อนแล้วเพราะสูญเสียฟันจากโรคในช่องปากที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ทำให้ผู้ป่วยเปลี่ยนวิธีการเลือกชนิดของอาหารที่รับประทาน โดยเปลี่ยนมาเลือกบริโภคอาหารที่นุ่มเคี้ยวง่ายแต่มีคาร์โบไฮเดรตสูง ทำให้เสี่ยงต่อการมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและเสี่ยงต่อภาวะการขาดสารอาหารนั่นเอง¹⁴ การศึกษานี้จึงอาจจะมีจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้มากกว่าความเป็นจริงเพราะอาจจะมีฟันที่ไม่สามารถตรวจพบด้วยตาเปล่าเนื่องจากไม่ได้ใช้ผลการตรวจฟันด้วยภาพถ่ายรังสี รวมทั้งการศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลด้านบุคคล สังคมและเศรษฐกิจ เช่น พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ความถี่ในการรับประทานอาหาร ชนิดของอาหารที่บริโภคเป็นประจำ รวมทั้งยาบางชนิดที่ผู้ป่วยได้รับที่อาจจะมีผลต่อการหลั่งของน้ำลาย³¹ ถิ่นที่อยู่ กิจกรรมการออกกำลังกาย อาชีพ รายได้ และสถานภาพสมรส^{14,24} ซึ่งตัวแปรเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อผลการศึกษาและทำให้ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะอ้วนมีความเสี่ยงในการสูญเสียฟันจากโรคฟันผุและโรคปริทันต์อักเสบมากกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีดัชนีมวลกายปกติ และทำให้มีฟันปกติที่ใช้งานได้ในช่วงปากมีจำนวนลดลง¹³ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยออกแบบการศึกษาระยะยาวเพื่อยืนยันผลการศึกษาดังกล่าว

บทสรุป

กลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีดัชนีมวลกายระดับอ้วนถึงอ้วนมากจะมีจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้น้อยกว่ากลุ่มที่ดัชนีมวลกายปกติ โดยพบว่าอายุ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นเบาหวาน น้ำหนัก ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพกและค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ ซึ่งอายุและดัชนีมวลกายเป็นตัวแปรร่วมกันทำนายจำนวนฟันปกติที่ใช้งานได้ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าภาวะอ้วนอาจเป็นปัจจัยร่วมของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ส่งผลต่อการเกิดโรคในช่องปากและอาจทำให้เสี่ยงต่อการสูญเสียฟันในช่องปากได้มากกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีดัชนีมวลกายปกติ ดังนั้นควรให้ความสำคัญ และตระหนักในความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยมีแนวทางการเฝ้าระวัง ส่งเสริม ป้องกันและฟื้นฟูสภาพช่องปากแบบองค์รวมและบูรณาการแบบสหวิชาชีพเพื่อลดความเสี่ยงและคุณภาพชีวิตที่แย่ลงของผู้ป่วยเบาหวานที่อาจจะเป็นผลตามมาจากภาวะอ้วนร่วมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลเสลภูมิ ที่อนุมัติให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลการตรวจสุขภาพประจำปี พ.ศ. 2555 สำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการตรวจของหน่วยแพทย์อำเภอเสลภูมิ-ทุ่งเขาหลวง รวมถึงเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลเสลภูมิและวิชาชีพทุกท่านที่ช่วยเหลือการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้ง ดร.สมหมาย คชนาม ที่ให้คำแนะนำการใช้สถิติในการวิเคราะห์ผลการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. Aekplakorn W, editors. Thai National Health Examination Survey, NHES V (2014). 1st ed. Bangkok: Aksorn graphic and design; 2016.
2. Palapol T, Suwanao N, Ruangjiraitan. The effect of enhancing perceived self-efficacy program on food consumption and exercise behavior in adults at risk for metabolic syndrome. *J of Nursing Science Chulalongkorn University* 2017;29(1):81-91.
3. Miyarat K, Pheukhom P, Pajareeyapong P, Seni Wong na Ayutthaya P. Sentinel surveillance for metabolic syndrome risk behavior [dissertation]. Regional Health Promotion Center 4, Ratchaburi; 2011.
4. Ford ES, Williamson DF, Liu S. Weight change and diabetes incidence: findings from a national cohort of US adults. *Am J Epidemiol* 1997;146(3):214-22.
5. The Diabetes Control and Complications Research Group. Weight gain associated with intensive therapy in the diabetes control and complications trial. *Diabetes Care* 1988;11(7):567-73.
6. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature* 2006;444(7121):840-6.
7. Matczuk J, Zalewska A, Lukaszuk B, Knas M, Maciejczyk M, Garbowska M, et al. Insulin Resistance and Obesity Affect Lipid Profile in the Salivary Glands. *J Diabetes Res* 2016;2016:8163474.
8. Gray N, Picone G, Sloan F, Yashkin A. Relation between BMI and diabetes mellitus and its complications among US older adults. *South Med J* 2015;108(1):29-36.
9. Loyola-Rodriguez J, Villa-Chavez C, Patiño-Marín N, Aradillas-García C, González C, Cruz-Mendoza Edl. Association between caries, obesity and insulin resistance in Mexican adolescents. *J Clin Pediatr Dent* 2011;36(1):49-53.
10. Bailleul-Forestier I, Lopes K, Souames M, Azoguy-Levy S, Frelut ML, Boy-Lefevre ML. Caries experience in a severely obese adolescent population. *Int J Paediatr Dent* 2007;17(5):358-63.
11. Alm A, Fähræus C, Wendt L, Koch G, Andersson-Gäre B, Birkhed D. Body adiposity status in teenagers and snacking habits in early childhood in relation to approximal caries at 15 years of age. *Int J Paediatr Dent* 2008;18(3):189-96.
12. Genco RJ, Grossi SG, Ho A, Nishimura F, Murayama Y. A

- proposed model linking inflammation to obesity, diabetes, and periodontal infections. *J Periodontol* 2005;76(11 Suppl):2075-84.
13. Mohamed H, Idris S, Ahmed A, Bøe O, Mustafa K, Ibrahim S, et al. Association between oral health status and type 2 diabetes mellitus among Sudanese adults: a matched case-control study. *PLoS One* 2013;8(12):e82158.
 14. Khaliline JF, Khallilian MR, Rasaei N, Saki A. Correlation between oral health status (DMFT) and BMI index in Khuzestan Province, Iran during 2012-2013. *Iran J Public Health* 2014;43(10):1458-60.
 15. Liang J, Zhang Z, Chen Y, Mai J, Ma J, Yang W, et al. Dental caries is negatively correlated with body mass index among 7-9 years old children in Guangzhou, China. *BMC Public Health* 2016;16:638.
 16. Sadeghi M, Lynch C, Arsalan A. Is there a correlation between dental caries and body mass index-for-age among adolescents in Iran?. *Community Dent Health* 2011;28(2):174-7.
 17. Consultation WHOE. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004;363(9403):157-63.
 18. Miller S. Oral diagnosis and treatment planning. In: Miller S, editor. Philadelphia: Blakiston; 1936.
 19. Strassler HE, Tomona N, Spitznagel JK, Jr. Stabilizing periodontally compromised teeth with fiber-reinforced composite resin. *Dent Today* 2003;22(9):102-4, 6-9.
 20. Greene and Vermillion JR. The simplified oral hygiene index. *J Dental Assoc* 1964;68(1):7-13.
 21. Regezi JA, Sciubba J. Oral pathology: clinical-pathologic correlations. 2nd ed. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1993.
 22. Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Finch S, Walls AWG. The relationship between oral health status and body mass index among older people: a national survey of older people in Great Britain. *Br Dent J* 2002;192:703-6.
 23. Alswat K, Mohamed W, Wahab M, Aboelil A. The association between body mass index and dental caries: cross-sectional study. *J Clin Med Res* 2016;8(2):147-52.
 24. Jitnarin N, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Boonpradern A, Haddock KC, Poston WSC. Risk factors for overweight and obesity among Thai adults: results of the national Thai food consumption survey. *Nutrients* 2010;2(1):60-74.
 25. American Diabetes A. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2010;33 Suppl 1:S62-9.
 26. Glutinous rice [internet]. Bangkok: vcanfit.blogspot.com; 2015 [cited 2019 Sep 28]. Available from: <http://vcanfit.blogspot.com/2015/01/glutinous-rice.html>.
 27. Rabiei M, Saberi BV, Rad HM, Khazan SAB. The relationship between obesity and oral health. *Caspian J of Dent Res* 2017;6(1):36-44.
 28. Gorman A, Kaye EK, Apovian C, Fung TT, Nunn M, Garcia RI. Overweight and obesity predict time to periodontal disease progression in men. *J Clin Periodontol* 2012;39(2):107-14.
 29. Prpic J, Kuis D, Glazar I, Ribaric SP. Association of obesity with periodontitis, tooth loss and oral hygiene in non-smoking adults. *Cent Eur J Public Health* 2013;21(4):196-201.
 30. Guilherme A, Virbasius JV, Puri V, Czech MP. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2008;9(5):367-77.
 31. Choromanska K, Choromanska B, Dabrowska E, Baczek W, Mysliwiec P, Dadan J, et al. Saliva of obese patients – is it different?. *Postepy Hig Med Dosw (online)*. 2015;69:1190-5.
 32. Modéer T, Blomberg C, Wondimu B, Julihn A, Marcus C. Association between obesity, flow rate of whole saliva, and dental caries in adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18(12):2367-73.
 33. Lifshitz F, Casavalle PL, Bordonni N, Rodriguez PN, Friedman SM. Oral health in children with obesity or diabetes mellitus. *Pediatr Endocrinol Rev* 2016;14(2):159-67.
 34. Natenggamtaevee K. Personal characteristics factors, state of health, oral care attitude and oral care behaviors, influencing oral health of type 2 diabetes mellitus elderly patients in Huai Rat district, Buriram province. *Journal of the office of DPC 7 Khon Kaen* 2016;23(2):23-37.
 35. Roysakul M, Pithpornchaiyakul S, Thearmontree A. Oral health status and relationship between oral hygiene care and remaining natural tooth status of homebound elderly. *J Dent Assoc Thai* 2019;69(1):19-28.
 36. Ministry of Public Health, Department of Health, Bureau of Dental Health. Eighth Thai national oral health survey 2012. Bangkok: Sam Charoen Phanit; 2018.
 37. Laying P, editor. Economics of oral health services. 2nd ed. Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand; 2011.
 38. Laying P. Oral health inequity in Thai experience. *Thai Dent Publ Health J* 2002;22(2):78-93.
 39. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* 2007;369(9555):51-9.
 40. Moore PA, Guggenheimer J, Etzel KR, Weyant RJ, Orchard T. Type 1 diabetes mellitus, xerostomia, and salivary flow rates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92(3):281-91.
 41. Kesim S, Cicek B, Aral CA, Ozturk A, Mazicioglu MM, Kurtoglu S. Oral Health, Obesity Status and Nutritional Habits in Turkish Children and Adolescents: An Epidemiological Study. *Balkan Med J* 2016;33(2):164-72.

ดัชนีผู้แต่ง
ว.ทนต์ 69, 1 - 4, 2562

ชื่อ			ชื่อ		
เล่ม/เลขหน้า			เล่ม/เลขหน้า		
ก			พ		
กาญจนา	คันสนียวรธน์	1/83	เพ็ญศิริ	สมศรี	2/237
กรองกาญจน์	ทองรักขาว	2/185	พิชัย	วิทยากิตติพงษ์	4/431
กรกอร	อยู่เย็น	4/439	พิชานัน	ศรีสมหมาย	2/185
กฤษณ์	ขวัญเงิน	1/10	พนิดา	ธัญญศรีสังข์	2/110, 4/379
จ			พนารัตน์	ชอดแก้ว	1/10, 2/142
จักรี	องค์เทียมสัคค์	4/475	พรพัฒน์	จิโรโสภณ	3/260
ช			ภ		
ไชยรัตน์	เฉลิมรัตน์โรจน์	3/260	ภาวิไล	อารีย์วิรัชกุล	2/175
ชัยรัตน์	วิวัฒน์วรพันธ์	2/175	ม		
ไชยวัฒน์	ส่งเสริมปัญญากุล	2/142	มนัญญา	รอยสกุล	1/19
ณ			มินนา	ศุภชัย	4/439
ณัฐจิรา	สุขสุเดช	4/439	ว		
ณัฐนันท์	โกวิทวัฒนา	3/247	วรินทร์	ตรีวัฒนา	3/291
ณัฐสิทธิ์	พันสอน	4/439	ศ		
ณฤดี	ลัมปวงทิพย์	4/369	ศรัณย์พงษ์	ปานทุ่ง	2/162
ด			ศรุตดา	แสงทิพย์บวร	4/417
ดวงธิดา	ไพบุลย์วรชาติ	2/237	ศิริพร	ส่งศิริประดับบุญ	3/247
ต			ศิริวิมล	ศรีสวัสดิ์	2/162
ตุลย์	ศรีอัมพร	1/83, 3/353	ศศิมา	คำเลี้ยง	2/237
ท			ส		
ทิพย์ภา	อารีวัฒนา	4/431	สุกัญญา	เจียรวิวัฒน์	1/70, 2/209
ทรงชัย	ฐิตโสเมกุล	1/70	สุดาดวง	กฤษฎาพงษ์	2/110
เทวฤทธิ์	ชัยบ	4/475	เสมอจิต	พิชพรชัยกุล	2/209
ธ			สุปริดา	ศรีธัญรัตน์	1/1
ธิดารัตน์	อังวรารว	3/291	สุปรียา	สมบัติ	2/237
ธีรศักดิ์	นครน้อย	2/126	สุพิชชา	ตลิ่งจิตร	2/185
น			สุพัชรินทร์	พิวัฒน์	1/70
นุจรี	พาณิพย์เจริญรัตน์	2/209	สุภาชชา	ถำลิศวาที	2/237
นันทวรรณ	กระจำงดา	3/353	เสมอจิต	พิชพรชัยกุล	1/19, 1/38
นพปฎล	จันทร์ผ่องแสง	1/29	สรินพรรณ	เครืออุฒิกุล	2/237
นิยม	อรรณอนันต์สกุล	1/83, 3/353	อ		
นริกันต์	จันทกนกการ	3/291	อังคณา	เจียรมนตรี	1/19
นริษา	เจริญกิจจากร	3/291	อดิพันธ์	พรหมพันธ์ใจ	2/217
นริสา	กลิ่นเขียว	1/70	อรนาฏ	มาตังคสมบัติ	4/379
บ			อริศา	ศรีคง	1/29
บัญชา	สำรวจเบญจกุล	2/126	อรอุมา	อังวรารวงศ์	3/291
ป			อวิรุทธิ์	คล้ายศิริ	1/83, 3/353
ปิยะมาศ	เอมอัมอนันต์	4/483	อ้อยทิพย์	ชาญการคำ	1/70, 2/185, 2/237

Name	Issus/Page	Name	Issus/Page
A		K	
Adinant	Prompanjai 2/217	Kraisorn	Arsathong 3/303
Anchana	Areethamsirkul 3/361	Krit	Khwanngern 1/10
Anchana	Panichuttra 3/324	Krongkan	Thongrakkhao 2/185
Angkana	Thearmontree 1/19	M	
Arisa	Srikong 1/38	Maetawee	Angkatawanich 4/398
Aroonwan	Lam-Ubol 4/465	Mananya	Roysakul 1/19
Artit	Udomsak 3/312	Meanna	Surapolchai 4/439
Attawood	Lertpimonchai 3/312	N	
Awiruth	Klaisiri 1/83, 3/353	Nantawan	Krajangta 3/353
B		Nareekarn	Chantakanakakorn 3/291
Bancha	Samruajbenjakun 2/126	Nareerat	Thanavibul 3/324
Benjamas	Apipan 3/361	Nareudee	Limpuangthip 4/369
C		Natasit	Punsorn 4/439
Chakree	Ongthiemsak 4/475	Niracha	Chareonkitjatorn 3/291
Chanika	Sritara 3/312	Narisa	Klinkhiaw 1/70
Chairat	Charoemratrote 3/260	Nattanan	Govitvattana 3/247
Chairat	Wiwatwarapan 2/175	Nattira	Suksudaj 4/439
Chaivut	Prunkngampun 3/271	Navawan	Sophon 3/343
Chaiwat	Maneenut 1/53, 1/60	Niyom	Thamrongananskul 1/83, 3/353
Chaiwat	Songsermpanyakul 2/142	Noppadol	Chanpongsaeng 1/29
Chalernpol	Leevailoj 1/90, 2/151	Nutcharae	Panicharoenrat 2/209
Chootima	Ratisoontorn 3/324	O	
D		Oitip	Chankanka 1/70, 2/185, 2/237
Darunee	Owittayakul 4/360	Onauma	Angwaravong 3/291
Duangrat	Owattanapanich 3/302	Oranart	Matangkasombut 4/379
H		Orapin	Komin 4/450
Hom-Lay Wang	3/303	P	
J		Panarat	Kodkeaw 1/10, 2/142
Jatupon	Fuengfu 3/303	Panida	Thanyasirung 2/110, 4/379
Jatuporn	Luekiatpaisarn 1/92	Patrayu	Taebunpakul 4/465
Jiratchaya	Satitpittakul 1/46	Paweena	Hanuksornnarong 1/101
Jutarat	Phuensuriya 3/303	Paweena	Sangasaeng 3/271
K		Pawilai	Arriwiratchakun 2/175
Kajorn	Kungsadalpipob 3/303, 3/343	Pensiri	Somsri 2/237
Kakanang	Supanimitkul 3/343	Phrohphrim	Suebsawadphatthana 2/151
Kanjana	Sansaneeyawat 1/83	Phuntin	Uengkajornkul 3/334
Kanokorn	Yooyeun 4/439	Pichai	Vittayakittipong 4/431
Khemakorn	Wongkalasin 2/198	Pichanun	Srisommai 2/185
Korapin	Mahatumarat 3/334, 4/456	Pimchanok	Sutthiboonyapa 3/303
		Piyamas	Aemaimanan 4/483

Name			Name		
Issus/Page			Issus/Page		
P			S		
Pornpat	Theerasopon	3/260	Supatcha	Lamlertwathee	2/237
Prawit	Janwantanakul	1/46	Supatcharin	Piwat	1/70
R			Supitcha	Talungchit	2/185
Rapatchata	Suthasinekul	3/312	Suphot	Tamsailom	3/312
S			Supreda	Suphanantachat Srithanyarat+	1/1
Sahaprom	Namano	4/450	Supreeya	Sombut	2/237
Samerchit	Pithpornchaiyakul	1/19, 1/38, 2/209	T		
Sanutm	Mongkornkarn	3/312	Teerawut	Tangsathian	3/343
Saranpong	Pantung	2/162	Tewarit	Saeyib	4/475
Sarinpan	Klurvudthikul	2/237	Thanasak	Rakmanee	1/60
Saruta	Saengtipbovorn	4/417	Thanit	Charoenrat	2/134, 4/456
Sasima	Khamleang	2/237	Thanomsuk	Jearanaiphaisarn	1/101
Sirikarn P.	Arunyanak	3/343	Tharntip	Suwanwichit	3/343
Siriporn	Songsiripradubboon	3/247	Theerasak	Nakornnoi	2/126
Siriruk	Nakornchai	3/361, 4/398	Thidarat	Angwarawong	3/291
Siritida	Pongsupot	4/410	Thippapa	Areewattana	4/431
Sirivimol	Srisawasdi	2/162	Tool	Sriamporn	1/83, 3/353
Songchai	Thitasomakul	1/70	U		
Soontra	Panmekiate	3/334	Uraivan	Chokchanachaisakul	1/46
Sudaduang	Krisdapong	2/110	W		
Sukanya	Tianviwat	1/70, 2/209	Warinthon	Triwatana	3/291
Supanee	Sunthornlohanakul	4/410	Wilawan	Weraarchakul	3/271

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลกับผลต่อสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปาก Sugar Substitutes and Their Effects on Systemic and Oral Health

อรนาฏ มาตังคสมบัติ¹, พนิดา ธัญญศรีสังข์¹

Oranart Matangkasombut¹, Panida Thanyasrisung¹

¹ภาควิชาจุลชีววิทยาและหน่วยปฏิบัติการวิจัยจุลชีววิทยาช่องปากและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

¹Department of Microbiology and Research Unit on Oral Microbiology and Immunology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

1. สารให้ความหวานใดต่อไปนี้จัดอยู่ในกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ร่างกายดูดซึมช้าและไม่สมบูรณ์ รวมทั้งแบคทีเรียไม่สามารถนำไปใช้สร้างพลังงานได้
 - ก. ซิลิทอล
 - ข. แซ็กคาริน
 - ค. ซูคราโลส
 - ง. นีโอแทม
2. สารให้ความหวานใดต่อไปนี้ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายมากที่สุด
 - ก. แซ็กคาริน
 - ข. แอสปาร์แตม
 - ค. นีโอแทม
 - ง. แอดวานแทม
3. สารให้ความหวานใดต่อไปนี้มีการศึกษาชัดเจนว่าไม่ก่อให้เกิดฟันผุและช่วยป้องกันฟันผุได้ด้วย
 - ก. แซ็กคาริน
 - ข. ซิลิทอล
 - ค. อีริทริทอล
 - ง. นีโอแทม
4. สารให้ความหวานใดที่เชื่อสามารถนำไปใช้และสร้างกรดออกมาได้บ้าง
 - ก. ซิลิทอล
 - ข. อีริทริทอล
 - ค. ซอร์บิทอล
 - ง. แซ็กคาริน
5. สมาคมหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำให้ผู้บริโภคทดแทนเครื่องดื่มผสมน้ำตาลด้วยเครื่องดื่มใด
 - ก. เครื่องดื่มผสมซูคราโลส
 - ข. เครื่องดื่มผสมแซ็กคาริน
 - ค. น้ำผลไม้
 - ง. น้ำดื่มแต่งกลิ่นที่ไม่มีรสหวาน