



2566

ปีที่ 26 ฉบับที่ 3
กันยายน-ธันวาคม 2566

วิทยาสาร

ทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

KHON KAEN UNIVERSITY DENTAL JOURNAL



VOL. 26 NO. 3 SEP-DEC 2023
E-ISSN : 2730-1699

สารบัญ

วิทยาศาสตร์ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2566

❖ บทวิทยาการ

บทความวิจัย

- ◆ คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพในผู้ป่วยมะเร็งช่องปากภายหลังการรักษา 1
อนวัช สถิตเดชกุญชร รัชฎา ฉายจิต สุธิน จินาพรธรรม
- ◆ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์กับภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย 10
กันยสินี ขาดกิตติคุณวงศ์ กันยวัชร รัตนสุวรรณ
- ◆ ผลของการปนเปื้อนเลือดต่อความต้านทานการหลุดออกของแคลเซียมซิติลเกดซีเมนต์สามชนิดในแบบจำลองรูทะลุแก้มรากฟัน 27
อารยา คลอวุฒินันท์ ชินาลัย ปิยะชน กุลนันทน์ คำรงวุฒิ
- ◆ การทำนายเนื้อเยื่ออ่อนด้วยวิธีสามมิติ เพื่อวางแผนผ่าตัดกระดูกขากรรไกร ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3 37
ชนานนท์ เหล่ากุลดิลก พูนศักดิ์ ภิเศก เสาวลักษณ์ ลัมมณฑล อารยา ภิเศก ภัทรমন รัตนพันธุ์
- ◆ การศึกษาประสิทธิภาพการติดสีของสารสกัดจากข้าวดำในการย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน 49
อัยมัญช์ ฉันทศิริพันธุ์ ชนาภา เทตเจริญ นันทสินี หนองบัววงศ์ สุวิมล สุวรรณอรรถ วิไลรัตน์ วรภมร
- ◆ ค่าอัตราส่วนขนาดซี่ฟันในผู้ป่วยที่ได้รับการจัดฟันร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่ 58
อาทิตย์ดา ดวงตา เอกสิทธิ์ มโนสุตประสิทธิ์ รัชฎา ฉายจิต อมรรัตน์ มโนสุตประสิทธิ์
- ◆ ผลของการมีรูเปิดสกรูต่อความต้านทานการแตกหักของครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงบนรากเทียม 70
ธณิศวรร อินทรปรีชา อีรพันธ์ สอสกุล สุบิน พัวศิริ ตูลารัตน์ สุขโท พิศเพลิน ชนาเทพพร
- ◆ การประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ในผู้สูงอายุ 84
วิไลพร สุตน์ไชยนนท์ ปิยะฉัตร พัทธานฉัตร กัญญารัตน์ ศรีมงคล ขนิดา โสมอ่อน ฐาปนีย์ สิลากาการ
- ◆ การศึกษาเปรียบเทียบเจลพญาอกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนต่อการลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำลายและเชื้อมีวแทนส์ สเตร็ปโตคอคไค 93
อารียา รัตนทองคำ อรุณศรี ปรีเปรม สุภาภรณ์ ฉัตรชัยวิวัฒนา วิติวรรดา บุญเลิศ พันธไมล์ เฮงตระกูล นิโษเพีย นิเมะ
- ◆ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นกับเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานในการลดปริมาณละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมแบบเปิด 105
เฉลิมขวัญ ภู่วรรณ อิดารัตน์ สุขสวัสดิ์ กมนนัทธ์ คงคาเพชร

CONTENTS

Khon Kaen Dent J Volume 26 Number 3 September - December 2023

❖ ORIGINAL ARTICLES

Research

- ◆ Health-Related Quality of Life in Treated Oral Cancer Patients 1
Sathitdechkhunchorn A, Chaichit R, Jinaporntham S
- ◆ The Association between Periodontal Disease and Malnutrition in A Group of Elderly People in Thailand 10
Chatkittikunwong K, Rattanasuwan K
- ◆ Effect of Blood Contamination on Dislodgment Resistance of Three Calcium Silicate Cements in Furcation Perforation Models 27
Clawvuthinan A, Piyachon C, Dumrongvute K
- ◆ Accuracy Assessment of a Three-Dimensional Virtual Soft Tissue Simulation System in Predicting Surgery Outcome for Class III Patients 37
Laokuldilok T, Pisek P, Limmonthol S, Pisek A, Rattanaphan P
- ◆ The Efficacy of The Coloring Agents from Black Glutinous Rice on Dental Biofilm Staining 49
Chantasiriphan A, Tedcharoen C, Nongpiwong N, Suwannat S, Worapamorn W
- ◆ Tooth Size Proportion in Patients with First Four Premolars Extraction 58
Duangta A, Manosudprasit A, Chaichit R, Manosudprasit A
- ◆ Effect of Present a Screw Access Hole on The Fracture Resistance of High Translucent Monolithic Zirconia Crown on Dental Implant 70
Intarapreecha T, Sosakul T, Puasiri S, Sooktho T, Chanatapaporn P
- ◆ Evaluation of OralScreenKKU Prototype Application in Elderly 84
Sutanchaiyanonta W, Patcharanuchat P, Srimongkol K, Somorn C, Leelapakorn T
- ◆ Comparative Study of *Clinacanthus nutans* Gel and Povidone Iodine Mouthwash in The Reduction of Salivary Total Bacteria and *Mutans Streptococci* 93
Rattanathongkom A, Priprem A, Chatchiwiwatana S, Boonlert T, Hengtrakul P, Nimaeh N
- ◆ Comparison of Effectiveness of Portable Air Filtration and Ceiling Type Air Filtration in Reducing of Dental Aerosol in an Open Plan Dental Clinic 105
Phuvoravan C, Sooksawasdi T, Khongkaphet K

Health–Related Quality of Life in Treated Oral Cancer Patients

Sathitdechkhunchorn A* Chaichit R** Jinaporntham S***

Abstract

Previous studies revealed that oral cancer survivors could still have significant loss of oral functions as well as having social and psychological issues after cancer treatment. This study aimed 1) to investigate the Health–Related Quality of Life (HRQOL) in oral cancer patients after surgical treatment 2) for comparing the HRQOL in physical aspect with socio–emotional aspect and 3) to investigate factors related to HRQOL. This study was conducted using the Thai version of University of Washington's Quality of Life Questionnaire (UW–QOL), version 4 with 80 histologically confirmed oral squamous cell carcinoma (OSCC) patients who were treated at the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Thailand. T–stage, neck dissection, treatment modality, and type of reconstruction were the predictive factors of patient's physical function ($p < 0.05$). Interestingly, the post–treatment overall QOL of the patients was "good" (62 ± 13.0) with the HRQOL score in socio–emotional (87.86 ± 22.29) significantly higher than physical function (79.96 ± 27.42) ($p < 0.001$). Therefore, to improve post–treatment physical function, active surveillance, such as oral cancer screening in high–risk populations, and good health education regarding self–detection of early oral malignant lesion, should be implemented for early diagnosis and prompt medical treatments. Also, health care providers may need to emphasize on preserving the oral functions and facial appearance as much as possible.

Keywords: Health–related quality of life/ University of Washington quality of life questionnaire/ Oral squamous cell carcinoma

Received: May 09, 2022

Revised: Feb 22, 2023

Accepted: Mar 27, 2023

Introduction

Oral cancer is the 6th most common malignant tumor in the world and the second most common cancer in Southeast Asia.¹ In 2018, oral cancer was the 5th and 7th most newly diagnosed cancer in Thai men and women respectively,² with the most common type being squamous cell carcinoma.³ The principle of the treatment of oral squamous cell carcinoma (OSCC) is to completely eliminate the tumor in conjunction with maintaining function of the orofacial structures including chewing, swallowing, speaking, breathing and appearance as much as possible. Inevitably, the oncologic surgery will cause some degree of disability to oral functions and the aesthetic of the patient in terms of shape of the mouth and face. In addition, postoperative radiation or chemotherapy may also affect orofacial function which lead to impaired quality of life.³

Previous studies in patients with oral cancer have shown loss of oral and psychosocial function even if the patients have fully recovered and survived.^{4–7} Quality of life is therefore considered to be an important part of the clinical outcomes in oral cancer patients.^{4,5} In clinical practice, the measurement of the impact of treatment on quality of life is commonly assessed by using the term health–related quality of life (HRQOL).⁸

A questionnaire is a tool mainly used for measuring HRQOL because patients can easily understand and answer the question and it is also cost–effective.⁹ Currently, although there are many studies measuring quality of life in oral cancer patients, there are still differences in terms of outcomes and problems affecting HRQOL.^{6,7,10} A study by Kuysakorn et al.⁶ which assess the quality of life of oral cancer patients before and after treatment, found that the patients had significantly

* Resident training program in Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

lower HRQOL score after the treatment. However, limitations in this study such as drop out of subjects and limited duration of the study made it impossible to compare other important factors such as treatment modality, neck dissection and type of reconstruction that affect the quality of life of the patient.

The objective of this study was to investigate the HRQOL in oral cancer patients after surgical treatment, compare HRQOL in physical aspect with socio-emotional aspect and investigate factors related to HRQOL.

Material and methods

This cross-sectional study was conducted at the department of oral and maxillofacial surgery, faculty of dentistry, Khon Kaen university, over a period of 12 months under the approval of the Khon Kaen University Ethics Committee for Human Research. The inclusion criteria were patients who were histologically confirmed OSCC and treated with surgery as a main modality with or without additional radiotherapy or chemotherapy and have been followed up after treatment for at least 1 year. The exclusion criteria were OSCC patients who did not undergo surgery as a main modality of treatment, patients with OSCC located only within the epithelium, patient with any other histological types of oral cancer, patient who have synchronous or metachronous lesion, patient with recurrent disease and patient who previously received surgery or radiotherapy for pathology in the head and neck area. The authors conducted a pilot study and calculated the sample size for this study. The calculated sample size was 77 patients, so we have included 80 patients in this study.

We collected demographic and treatment-related data from the patient's medical records at our department. The patient's identification information is concealed by providing a newly defined reference code. Due to COVID-19 situation, the researcher sent the information sheet to the patients via postal mail. One month prior to the interview, non-investigators contacted the patients for informed consent to participate in the research verbally via telephone and interviewed subjects according to the UW-QOL questionnaire (version 4)¹¹ that has been officially translated

into Thai and has been tested for content validity and reliability.⁶ The Thai version of UW-QOL questionnaire is divided into 3 parts. Part 1 consists of 12 domains which can be grouped into two aspects, physical function (appearance, swallowing, chewing, speech, taste, and saliva) and socio-emotional function (pain, activity, recreation, shoulder, mood and anxiety). Each domain has three to five choices of answers with scores rated from 0 (worst) to 100 (best). Part 2 has only 1 question concerning the problem most affects the patient during the last week. Part 3 consists of 3 questions measuring global QOL of the patient.

Statistical analysis

The data obtained from the UW-QOL questionnaire were measured and analyzed using IBM SPSS Statistic for Windows, Version 19. The descriptive statistics was calculated for demographic variables in terms of mean $\pm$ SD and percentage. Eight factors were assessed for their impact on QOL, physical function and socio-emotional function in our patients. These include patient's sex, age, site of lesion, T-stage, neck dissection, treatment modality, type of reconstruction and follow up duration. The inferential statistic analysis was conducted by using the Mann-Whitney U test and Kruskal Wallis test to check the significance of the difference in mean QOL scores of each different group. $p < 0.05$ were considered statistically significant.

Results

Eighty patients who attended the follow up treatment regularly for at least 1 year and met the inclusion and exclusion criteria with verbal consent via telephone were recruited, consisting of 33 males (41.3%) and 47 females (58.7%), with a mean age of 66.40 ± 12.33 years. The most common site of the tumors was the alveolar ridge (30.0%), followed by tongue (28.7%) and buccal mucosa (13.7%), respectively. According to the American Joint Committee on Cancer (AJCC) staging manual eight edition,¹² it was found that most of the patients had T4 cancer, accounting for 29 patients (36.2%). A total of 71 patients (88.7%) underwent neck dissection in conjunction with resection of the tumor. The remaining 9 patients (11.3 %) underwent surgery for the

primary tumor alone. In terms of treatment modality, we found that more than half of the patients (46 patients, 57.5 %) underwent surgery with postoperative radiation therapy. As for reconstruction surgery, the majority of the surgical defects were reconstructed with loco-regional flap (28 patients, 35.0%). When classified by follow-up period, we found that the follow-up group of less than 5 years and more than or equal to 5 years follow-up were equal with 40 patients (80 %) in each group (Table 1).

Table 1 Clinical characteristics of the study participants

Variable			N (%)
Gender	Male		33 (41.3%)
	Female		47 (58.7%)
	Total		80 (100%)
Age (Mean ± SD)	35 – 95 years (66.40 ± 12.33 years)		
	Up to 66.4 years		41(51.2%)
	More than 66.4 years		39 (41.8%)
Site of lesion	Mucosal lip		9 (11.3%)
	Buccal mucosa		11 (13.7%)
	Alveolar ridge		24 (30.0%)
	Retromolar trigone		5 (6.3%)
	Floor of mouth		5 (6.3%)
	Hard palate		3 (3.7%)
	Tongue		23 (28.7%)
	T–stage	Early stage	T1
T2			22 (27.5%)
Late stage		T3	20 (25.0%)
		T4	29 (36.2%)
		Neck dissection	Yes
No			9 (11.3%)
Treatment modality	Surgery alone		28 (35.0%)
	Surgery and radiotherapy		46 (57.5%)
	Surgery and chemoradiation		6 (7.5%)
Type of reconstruction	Primary closure		14 (17.5%)
	Loco–regional flap		28 (35.0%)
	Distant flap		16 (20.0%)
	Free flap		13 (16.2%)
	Obturator		9 (11.3%)
Follow up duration	< 5 years		40 (50.0%)
	≥ 5 years		40 (50.0%)
Total number of subjects			80 (100%)

Health-Related Quality of Life

The overall HRQOL of treated patients was in good level (62±13.0) (Table 2). The study revealed that the HRQOL domains with the lowest score were chewing, saliva and shoulder, respectively, which were mostly physical function. The highest domain scores were activity, pain and recreation, respectively, which were all socio-emotional function (Table 2). The problems that affect their QOL most were chewing followed by speech and swallowing, respectively (Table 2). Chewing problems was the top rank problem of physical function (52.5%).

Comparison between physical function and socio-emotional function

The physical function score (79.96±27.42) was significantly lower than that of socio-emotional function score (87.86±22.29) ($p<0.001$). The physical function had lower HRQOL scores (Table 3).

Factors affected the HRQOL

T-stage ($p=0.014$), neck dissection ($p=0.010$), treatment modality ($p<0.001$ and $p=0.032$) and type of reconstruction ($p=0.041$) were found to significantly affect the HRQOL in terms of physical function (Table 4). We also found that the patient with early stage of the tumor (T1–T2) had a better quality of life in terms of physical function compared to the late T-stage (T3–T4). Surgery for primary lesion alone without neck dissection resulted in better quality of life in terms of physical function when compared to surgery combined with neck dissection. Regarding the treatment modality, we found that surgery alone led to better quality of life in terms of physical function than surgery combined with radiation therapy (Table 4). Moreover, the patients reconstructed with primary closure had better quality of life in terms of physical function than reconstruction with distant flap (Table 4).

Table 2 Domains scores, importance question and Global Questions in UW-QOL

			UW-QOL	N	Mean	SD	Median	Interquartile range	% best score	% of patient choosing the domain	Rank order
Domain score	Physical function	Appearance	80	77.50	18.054	75	75.00 – 100.00	27.5	25	4	
		Swallowing	80	85.50	23.755	100	70.00 – 100.00	66.3	26.25	3	
		Chewing	80	60.00	34.126	50	50.00 – 100.00	35	52.5	1	
		Speech	80	79.50	21.926	70	70.00 – 100.00	45	35	2	
		Taste	80	86.13	24.469	100	70.00 – 100.00	70	1.25	12	
		Saliva	80	73.13	30.877	70	70.00 – 100.00	45	23.75	5	
	Socio-emotional function	Pain	80	92.50	17.966	100	100.00 – 100.00	80	8.75	7	
		Activity	80	94.06	17.450	100	100.00 – 100.00	87.5	3.75	10	
		Recreation	80	92.19	22.002	100	100.00 – 100.00	86.3	3.75	11	
		Shoulder	80	76.37	25.120	80	70.00 – 100.00	40	17.5	6	
		Mood	80	86.56	23.175	100	75.00 – 100.00	68.8	7.5	8	
		Anxiety	80	85.50	22.608	100	70.00 – 100.00	65	6.25	9	
Health-related QOL compared to month before had cancer			80	77.19	17.966	75	75.00 – 75.00	97.5			
Health-related QOL during the past 7 days			80	62	13.724	60	60.00 – 60.00	90			
Overall QOL during the past 7 days			80	62	12.965	60	60.00 – 60.00	90			

Table 3 Comparison of the physical function and socio-emotional function

UW-QOL	N	Mean	SD	Median	Interquartile range	p-value
Physical function	80	76.96	27.423	75	70.00 – 100.00	< 0.001
Socio-emotional function	80	87.86	22.285	100	75.00 – 100.00	

Table 4 The factors that affect the HRQOL using Mann-Whitney U test and Kruskal Wallis test

QOL		Factor	Median	Interquartile range	p-value
Physical function	Gender	Male	73.33	62.92 – 87.08	0.056
		Female	85.83	72.50 – 90.83	
	Age	Up to 66.4 years	82.50	62.92 – 87.08	0.780
		More than 66.4 years	82.50	72.50 – 90.83	
	Site of lesion	Mucosal lip (N=9)	85.83	80.42 – 93.75	0.402
		Buccal mucosa (N=11)	87.50	77.50 – 91.67	
		Lower alveolar ridge and retromolar trigone (N=22)	73.75	62.92 – 95.21	
		Hard palate and Upper alveolar ridge (N=10)	82.5	62.71 – 91.46	
		Tongue and Floor of mouth (N=28)	75.00	65.21 – 87.50	
	Follow up duration	< 5 years	76.25	64.58 – 90.83	0.547
		≥ 5 years	82.50	69.17 – 90.63	
	T-stage	Early (T1–T2)	87.50	75.00 – 95.00	0.014
		Late (T3–T4)	77.50	63.75 – 86.67	
	Neck dissection	Yes	77.50	65.00 – 90.00	0.010
		No	91.67	84.58 – 95.83	
	Treatment modality	Surgery alone	91.67	86.88 – 95.83	< 0.001
		Surgery and radiotherapy	72.92	60.42 – 83.33	
		Surgery alone	91.67	86.88 – 95.83	0.032
		Surgery and chemoradiation	73.75	63.54 – 85.83	
	Type of reconstruction	Primary closure	87.50	83.75 – 91.88	.041
		Distant flap	67.50	59.58 – 73.13	

Discussion

HRQOL can be measured by both qualitative and quantitative methods. The qualitative method acquires information by in-depth interview on the patient's experience to the treatment. This method requires less subjects than the quantitative measurement, which uses questionnaire and needs more subjects. However, there is no consensus on what the best questionnaire for HRQOL measurement is.^{13,14}

In this study, the UW-QOL Questionnaire (version 4)¹¹ was used. This is a widely used and accepted questionnaire especially for oral cancer patients.¹⁵ This questionnaire is popular among researcher because it is brief, self-administered and low cost to implement.^{9,10} Moreover, this questionnaire has been translated into Thai version and has been tested for content validity and reliability.⁶ From the studies in 2004 and 2009, which surveyed on utilization of questionnaires to assess the quality of life of head and neck cancer patient, the authors found that the UW-QOL questionnaire was the most used questionnaire in both studies.^{16,17}

Most of the patients in this study (49, 61.2%) had late T-stage cancer (T3–T4), which is consistent with previous domestic studies and a study in Pakistan.^{6,7,18} This is contrary to studies in Germany, in which most of the cancer were in early T-stage (T1–T2).^{10,19} This may be due to the fact that the health awareness, accessibility of health system as well as socioeconomic status in developed country (Germany) differ from those in developing countries (Thailand and Pakistan). This makes the majority of cancer patients in developed country get involved early in diagnosis and treatment.

For the late T-stage cancer, we found neck dissection, multi-modality treatment and type of reconstruction are the related factors to patient's poor physical function ($p<0.05$). It implies that the more surgery and adjuvant therapy the patient received, the worse the physical function the patient will get subsequently. This is similar to previous study by Pierre et al.²⁰ which state that T-stage was one of the main predictor of QOL scores because

treatment intensity and thus treatment-related long-term complications necessarily increase with tumor stage. Moreover, the patients who have undergone surgery followed by radiation therapy will have side effect such as difficult swallowing, restricted mouth opening and dry mouth.²¹ This is consistent with the study by Bhanja et al.²² that examined factors affecting HRQOL. They found that T-stage, neck dissection and treatment modality had statistically significant affected physical function ($p<0.05$). Meier et al.¹⁰ found that an increase in size of oral cancer had a significantly reduced physical function including chewing, swallowing, and speech ($p<0.05$). They also found that the site of lesion had a statistically significant effect on quality of life. In our study, we found that number of the patients with lesion at hard palate, floor of mouth and retromolar area is very small. Therefore, the sites of lesion were regrouped by grouping the hard palate lesion with the upper alveolar ridge lesion, the retromolar lesion with the lower alveolar ridge lesion and the floor of mouth lesion grouping with the tongue lesion. Because we considered that the surgical complications in such group of lesions are likely to affect the patient's function in a similar way and to increase the reliability of statistical analysis. We found that the location of these regrouped lesions had an insignificant effect on HRQOL ($p>0.05$).

In our study, the OSCC patients show good overall QOL with the socio-emotional function significantly higher scores compared to physical function. This result was different from the study by Dzebo et al.,⁵ which found that the physical subscale scores were similar when compared to the socio-emotional subscale score (69.75 ± 29.12 and 65.11 ± 27.47). Also contrary to our study, the socio-emotional subscale score (65.2 ± 17.6) in the study by Bhanja et al.²² was significantly lower than the physical subscale scores (74.6 ± 18.2) ($p<0.05$). They explain that this may be attributed to their patient's very poor socio-economic status which cause them fear of loss of regular monthly income or economic burden of the treatment and thus resulted in depression and anxiety. When considering HRQOL in the domain score, the top two problems with the lowest quality of life scores were mood and anxiety problems in both studies

from Dzebo et al. and Bhanja et al..^{5,22} In contrast, from our study we assumed that the significantly higher socio-emotional function score may be attributed to Thailand's public health system which provide the patient free access to health care service, which help reduce the cost of the treatment. This finding is worthy of exploring in-depth by future study possibly using a qualitative inquiry.

When considering HRQOL of patients with late T-stage in our study, we found that chewing problem was the most concerned problem with the lowest score. This may be due to loss of bone and teeth from jaw resection, teeth extraction before radiation therapy or side effects from postoperative radiation such as xerostomia, dental caries and fibrosis of masticatory muscles. This finding was similar to the previous study in Thailand⁶ and the studies by Abbas et al.⁷ and Meier et al.,¹⁰ Regarding the HRQOL in the domain score, we found that the problems affected the patients the most were chewing, saliva and shoulder respectively. This finding was similar to previous study by Kuysakorn et al.,⁶ which found that the problems affected the most is chewing, taste and saliva respectively, and was consistent with the study by Abbas et al.,⁷ which reported that chewing problems were the problem with the lowest HRQOL scores and followed by saliva.

Regarding the prioritization of the problem by our subjects, chewing was the first problematic function in this study followed by speech and swallowing respectively (Table 2). This is consistent with a study by Kuysakorn et al.,⁶ which found that salivation problems were ranked as a top priority followed by chewing and swallowing respectively, and is similar to the study by Abbas et al.,⁷ which found that chewing problems were ranked as a top priority which corresponds to the HRQOL in the domain score as well.

The mean scores of overall quality of life in our patients was found to be at a good level (62 ± 13.0) which was higher than the previous study in Thailand by Kuysakorn et al.,⁶ which was found to be at a fair level (54 ± 15.2). The difference is possibly due to the different period of follow-up. In our study we selected the patients with at least one year of follow-up, while Kuysakorn et al.

collected data from patients who were within a 2-month follow-up period only. Meier et al.¹⁰ found that the QOL scores in the domain score in the group with at least 1 year of follow up were significantly higher ($p < 0.05$) than the group with 3–6 months follow up. Abbas et al.⁷ also found that quality of life in the domain score was gradually improved with longer follow-up duration. They explain that postoperative healing processes and functional restitution takes time¹⁰ and during the early stages of treatment the patients may have psychological problems and being affected by various side effects of the treatment.⁷ Moreover, Meier et al.¹⁰ found that the overall QOL were relatively stable after follow-up duration of more than one year, which may be used as a long-term indicator of HRQOL in OSCC patients. In addition, in this study there was no statistically significant difference of the HRQOL, physical function and socio-emotional function between the group with more than or equal to 5 years of follow-up duration and the group with less than 5 years of follow-up duration ($p > 0.05$), which is consistent with the study mentioned earlier and many other studies.^{23–25} Crowder et al.²⁶ found that the patients may experience the treatment-related consequences including loss of physical function and appearance, but they had learned to live with or get use to their new life after the treatment. This could be the explanation that the HRQOL after 1 year of treatment has not significantly changed.

Limitation of Study

This study is a cross-sectional analytical study which study the relationship of relevant factors during the study period only. The limitation of quantitative study is lacking in-depth information. Further study to investigate whether the Thai national health care system, which covers the expense of treatment for those cancer patients, is the contributing factor to better socio-emotional domain score in our study. In this study, telephone interview method was used, which can cause inaccuracy in communication.

Conclusion

The mean scores of overall QOL in OSCC patients in this study is at good level with significantly higher score of

socio-emotional function than the scores of physical functions. Moreover, late T-stage, neck dissection, treatment modality and type of reconstruction significantly affect the patient's physical function. Therefore, active surveillance and good health education are important for the patients to get an early access to appropriate treatments which will result in better post-treatment physical and psychological function and thus improve HRQOL. Also, the physician should consider the effect of treatment of oral cancer on patient's the quality of life especially the physical function by restoration and maintain the oral functions and facial appearance as much as possible.

Ethics

This study was conducted under the approval of the Khon Kaen University Ethics Committee for Human Research (No. HE632178).

Acknowledgment

We would like to thank the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University for permission to use data for this research.

References

1. Salian V, Dinakar C, Shetty P, Ajila V. Etiological trends in oral squamous cell carcinoma: A retrospective institutional study. *Cancer Transl Med* 2016;2(2):33.
2. Information Technology Division National Cancer Institute. Hospital Based Cancer Registry 2018. New Thammada Press (Thailand); 2019.
3. Shah JP, Patel SG, Singh B, Wong RJ. Jatin Shah's Head and neck surgery and oncology. Elsevier Health Sciences; 2020.
4. Soares JRN, Dias FL, Lima RRM de A, Toscano UB, Pontes ACP, Botinelly RD, et al. Assessment of quality of life in patients with advanced oral cancer who underwent mandibulectomy with or without bone reconstruction. *Rev Assoc Med Bras* [Internet]. 2018;64:710–6. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302018000800710&nrm=iso
5. Dzebo S, Mahmutovic J, Erkocevic H. Quality of life of patients with oral cavity cancer. *Mater Socio-Medica* [Internet]. 2017 Mar;29(1):30–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28484351>
6. Kuysakorn P, Bhalang K, Piboonratanakit P. Evaluation of health-related quality of life in a group of Thai oral cancer patients [Internet]. Chulalongkorn university; 2009. Available from: <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/16056>
7. Abbas S, Syed MUUT, Raheem A, Saeed J, Hashmi SS, Karim M, et al. Assessment of factors affecting quality of life in oral squamous cell carcinoma patients using university of washington quality of life questionnaire. *Cureus*. 2019;11(1). e3904. doi: 10.7759/cureus.3904.
8. Murphy BA, Ridner S, Wells N, Dietrich M. Quality of life research in head and neck cancer: a review of the current state of the science. *Crit Rev Oncol Hematol* 2007;62(3):251–67.
9. Rogers SN, Lowe D, Brown JS, Vaughan ED. A comparison between the University of Washington head and neck disease-specific measure and the medical short form 36, EORTC QOQ-C33 and EORTC head and neck 35. *Oral Oncol* 1998;34(5):361–72.
10. Meier JK, Schuderer JG, Zeman F, Klingelhöffer C, Hullmann M, Spanier G, et al. Health-related quality of life: A retrospective study on local vs. microvascular reconstruction in patients with oral cancer. *BMC Oral Health* 2019;19(1):62.
11. Lowe D, Rogers SN. University of Washington quality of life questionnaire (UW-QOL v4). *Pain* 2012;54(6): 31–107.
12. Amin MB, Edge SB. *AJCC Cancer Staging Manual* 8th Ed. Springer; 2017.
13. Rogers SN. Improving quality-of-life questionnaires in head and neck cancer. *Expert Rev Qual Life Cancer Care* 2016;1(1):61–71.
14. Rogers S, Ahad SA, Murphy AP. A structured review and theme analysis of papers published on 'quality of life' in head and neck cancer: 2000–2005. *Oral Oncol* 2007;43(9):843–68.

15. Ojo B, Genden EM, Teng MS, Milbury K, Misiukiewicz KJ, Badr H. A systematic review of head and neck cancer quality of life assessment instruments. *Oral Oncol* 2012;48(10):923–37.
16. Kanatas AN, Rogers SN. A national survey of health-related quality of life questionnaires in head and neck oncology. *Ann R Coll Surg Engl* [Internet]. 2004 Jan;86(1):6–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15005937>
17. Kanatas AN, Mehanna HM, Lowe D, Rogers SN. A second national survey of health-related quality of life questionnaires in head and neck oncology. *Ann R Coll Surg Engl* 2009;91(5):420–5.
18. Iamaroon A, Pattanaporn K, Pongsiriwet S, Wanachantararak S, Prapayasatok S, Jittidecharaks S, et al. Analysis of 587 cases of oral squamous cell carcinoma in northern Thailand with a focus on young people. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2004 Feb 1;33(1):84–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0901502703905030>
19. Loeffelbein D, Ritschl LM, Güll FD, Roth M, Wolff KD, Mücke T. Influence of possible predictor variables on the outcome of primary oral squamous cell carcinoma: A retrospective study of 392 consecutive cases at a single centre. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2021 Apr 10];46(4):413–21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.11.014>
20. Pierre CS, Dassonville O, Chamorey E, Poissonnet G, Ettaiche M, Santini J, et al. Long-term quality of life and its predictive factors after oncologic surgery and microvascular reconstruction in patients with oral or oropharyngeal cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014;271(4):801–7.
21. Tschudi D, Stoeckli S, Schmid S. Quality of life after different treatment modalities for carcinoma of the oropharynx. *The Laryngoscope* 2003;113(11):1949–54.
22. Bhanja A, Dsouza D, Roy C, Poddar R. Assessment of quality of life in oral cancer patients following pectoralis major myocutaneous flap reconstruction. *Int J Contemp Med Res* 2016;1(3):1366–71.
23. Schliephake H, Jamil MU. Prospective evaluation of quality of life after oncologic surgery for oral cancer. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2002 Aug 1 [cited 2021 Feb 6];31(4):427–33. Available from: <https://doi.org/10.1054/ijom.2001.0194>
24. Borggreven PA, Aaronson NK, Verdonck-de Leeuw IM, Muller MJ, Heiligers MLCH, Bree R de, et al. Quality of life after surgical treatment for oral and oropharyngeal cancer: A prospective longitudinal assessment of patients reconstructed by a microvascular flap. *Oral Oncol* [Internet]. 2007 Nov 1;43(10):1034–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1368837506003137>
25. Rogers SN, Lowe D, Brown JS, Vaughan ED. The University of Washington head and neck cancer measure as a predictor of outcome following primary surgery for oral cancer. *Head Neck* [Internet]. 1999 Aug 1 [cited 2021 Feb 6];21(5):394–401. Available from: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0347\(199908\)21:5<394::AID-HED3>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0347(199908)21:5<394::AID-HED3>3.0.CO;2-Q)
26. Crowder SL, Najam N, Sarma KP, Fiese BH, Arthur AE. Quality of life, coping strategies, and supportive care needs in head and neck cancer survivors: a qualitative study. *Support Care Cancer* [Internet]. 2021 Aug 1;29(8):4349–56. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00520-020-05981-1>

Corresponding Author

Suthin Jinaporntham

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Mueang, Khon Kaen, 40002.

Tel: +66 43 202 405 #45152

Fax: +66 43 202 862

E-mail: jsuthin@hotmail.com

คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพในผู้ป่วยมะเร็งช่องปาก ภายหลังการรักษา

อนวัช สติเดชกุญชร* รัชฎา ฉายจิต** สุทิน จินาพรธรรม***

บทคัดย่อ

ในการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าผู้ป่วยที่รอดชีวิตจากมะเร็งช่องปากจะมีปัญหาการสูญเสียหน้าที่ในการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในช่องปาก ตลอดจนปัญหาทางด้านจิตใจและสังคมภายหลังการรักษา การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของผู้ป่วยมะเร็งช่องปากภายหลังการรักษา 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพทางด้านการงานและทางด้านจิตใจและสังคมและ 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้แบบสอบถามคุณภาพชีวิต โดยมหาวิทยาลัยอชิงตัน รุ่นที่ 4 ฉบับแปลไทย กับผู้ป่วยมะเร็งช่องปากชนิดสแควมัสเซลล์ จำนวน 80 ราย ภายหลังการรักษาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าขนาดและการลุกลามของมะเร็ง การผ่าตัดและต่อมน้ำเหลืองที่คอ วิธีการรักษา และวิธีการบูรณะเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพทางด้านการงานของผู้ป่วย ($p < 0.05$) และยังพบว่าคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของผู้ป่วยหลังการรักษาอยู่ในเกณฑ์ดี (62 ± 13.0) และมีคะแนนคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพทางจิตใจและสังคม (87.86 ± 22.29) สูงกว่าด้านการงาน (79.96 ± 27.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ดังนั้น เพื่อให้คุณภาพชีวิตทางด้านการงานภายหลังการรักษาดีขึ้น ควรมีการเฝ้าระวังเชิงรุกเช่นการตรวจคัดกรองมะเร็งช่องปากในประชากรกลุ่มเสี่ยง และการให้ความรู้ในการตรวจหาโรคในช่องปากด้วยตนเอง เพื่อให้มีโอกาสตรวจพบมะเร็งช่องปากในระยะเริ่มต้นได้มากขึ้น และนำไปสู่การรักษาที่เหมาะสมได้ตั้งแต่ระยะต้นของโรค นอกจากนี้แพทย์ผู้ให้การรักษาควรคำนึงถึงการคงหน้าที่การทำงานของอวัยวะต่างๆ ในช่องปากและคงรูปร่างใบหน้าให้ได้มากที่สุด

คำใบ้รหัส : คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ/แบบสอบถามคุณภาพชีวิต โดยมหาวิทยาลัยอชิงตัน/มะเร็งช่องปากชนิดสแควมัสเซลล์

ผู้รับผิดชอบบทความ

สุทิน จินาพรธรรม

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปาก และแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 043 202 405 #45152

โทรสาร: 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: jsuthin@hotmail.com

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

The Association between Periodontal Disease and Malnutrition in A Group of Elderly People in Thailand

Chatkittikunwong K* Rattanasuwan K**

Abstract

The aim of this study was to determine the association between periodontal disease and malnutrition status in older adults. The factor(s) which are related to malnutrition in older adults with periodontal disease were investigated. Participants ≥ 60 years old with functional and cognitive independent were included in this cross-sectional study. Sociodemographic data, anthropometric measurements, self-rated chewing, periodontal status, number of teeth and functional tooth units (FTUs) were recorded. The Mini Nutritional Assessment (MNA) was used for nutritional status assessment. Eighty-two participants were included in the study. Two groups including normal nutrition group (82.9%) and at risk of malnutrition group (17.1%) were found. A significant association between periodontal disease and risk of malnutrition was not found from this study ($p=0.557$). A significant difference in nutritional status was found according to education levels ($p=0.009$). The percentage of participants with insomnia and osteoarthritis was significantly higher in the at risk of malnutrition group than in the other group ($p=0.003$ and 0.042). It was noticeable that more participants with depression were found in the at risk of malnutrition group than in the other group (14.3% vs 1.5%). Then an association between periodontitis and malnutrition in older adults was not found in this study. The current study suggests an association between insomnia, osteoarthritis and depression with risk of malnutrition. Thus, older adults with these symptoms may be at risk of malnutrition and further study is needed to answer these questions.

Keywords: Malnutrition/ Older adults/ Periodontitis

Received: Jul 28, 2022

Revised: Feb 18, 2023

Accepted: April 25, 2023

Introduction

The phenomenon of population aging due to declining fertility rate and rising life expectancy is occurring throughout the world.¹ Virtually every country in the world is experiencing growth in the number and proportion of older persons in their population.

Aging may be accompanied with an accumulation of diseases and impairments caused by physiological, socioeconomic and psychological changes. Older adults are more prone to nutritional deficiencies due to a combination of factors² such as aging, excessive polypharmacy, general health decline, poor socioeconomic status, cognitive decline, poor appetite, impaired efficacy of swallowing³⁻⁶ and limited eating ability.⁷⁻⁹ Malnutrition is one of the important problems in older adults. A previous study found that the prevalence of malnutrition was 22.8%, with considerable differences

between settings with a prevalence of 50.5% in older adults in geriatric rehabilitation, 38.7% in hospitalized elderly patients, 13.8% in nursing home settings and 5.8% in community settings.¹⁰

The European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) recommended to use Mini Nutrition Assessment (MNA) to assess nutritional status in older adults.¹¹ MNA items specifically address relevant features of the aging population that allow for early detection of malnutrition risk and enable assessors to take immediate action. Therefore, performing the MNA as a screening test is strongly recommended as the basis for nutritional evaluation in older people.¹⁰

Periodontitis and poor oral hygiene are the causes of tooth loss in older adults and affected eating behavior of

* Dental Department, Sisaket Hospital, Amphur Muang, Sisaket.

** Department of Oral Medicine and Periodontology, Faculty of Dentistry Mahidol University, Bangkok.

older adults to choose more soft diet that is easily masticated.^{12,13} Tooth mobility, number of tooth loss, number of natural teeth, functional tooth units (FTUs) and chewing ability are also associated with the quantity and quality of food intake in older adults.¹⁴⁻¹⁸ Moreover, functional and muscular impairments have an impact on the ability to perform effective self-care in older adults. These changes in older adults are significant effects in periodontal disease progression.¹⁹ Therefore, aging has been suggested to increase risk of periodontitis in older adults.²⁰ Furthermore, many studies have found that periodontitis also has a negative impact on nutritional status and quality of life in older adults.²¹⁻²⁶

In the pathogenesis pathways of periodontal disease, the first cytokines of innate immune response are tumor necrosis factor alpha (TNF- α), interleukin-1 beta (IL-1 β) and interleukin-6 (IL-6).²⁷ Interferon gamma (IF- γ) is presented at high levels in periodontal lesions and is associated with progressive or severe form of periodontitis.²⁸ The effects of aging on the immune system resulting in processes of immunosenescence, immunoactivation and inflammaging.²⁹ In inflammaging, the increased of low-grade chronic systemic pro-inflammatory cytokines such as IL-6 and TNF- α can lead to sarcopenia and frailty in older adults.³⁰

The association between periodontal disease and systemic disease through inflammatory cytokines has been reported. Periodontal disease and chronic kidney disease (CKD) share several systemic pro-inflammatory comorbidities, suggesting that chronic low-grade inflammation may play a crucial role in linking these diseases and that perhaps periodontitis is hidden comorbidity of CKD.³¹ Inflammatory bowel disease (IBD) is a chronic inflammatory condition involving the gut. Hence, IBD and periodontitis have distinct characteristics, several aetiologies and pathogenesis are quite similar. Inflammatory cytokines such as IFN- γ , IL-6 and TNF- α can be detected in both periodontal disease and IBD.³² Several studies found an association between CKD and IBD with malnutrition.³³⁻³⁶ In CKD, protein-energy malnutrition (PEM) and inflammation are common and usually concurrent

in maintenance hemodialysis patients, defined as “malnutrition-inflammation complex syndrome” (MICS).³⁷

Periodontitis is associated with diabetes mellitus (DM) in a bidirectional relationship. Meta-analysis indicates that elevated levels of inflammatory cytokines and inflammatory marker such as IL-1 β , IL-6, TNF- α , C-reactive protein (CRP) and low levels of adiponectin are strongly associated with type 2 DM.³⁸ Aging is associated both with a progressive decline in glucose tolerance and coincidentally with increasing prevalence of periodontitis.³⁹ A longitudinal study in Japan found a negative correlation of vegetable intake and a positive correlation of carbohydrate and sugar intake with periodontal disease events.⁴⁰ In 2017, a literature review found that gingival bleeding and destructive periodontal disease are sensitive markers of both abnormalities in macronutrient content (excessive carbohydrates or polyunsaturated fat intake, deficient protein intake) and micronutrient intake (e.g. vitamin C and B12).⁴¹ Thus, inflammation and dietary intake in the elderly can lead to malnutrition in patients with DM and periodontitis.

Collectively, we conclude that there is a link between periodontal disease and malnutrition via many pathways i.e., tooth loss and decrease in chewing ability, chronic inflammatory diseases such as type 2 DM, CKD, IBD and inflammaging from aging. However, the relationship between periodontal disease and malnutrition in older adults is still not clear and needs further study. The aim of this study was to determine the association between periodontal disease and malnutrition status in older adults. The factor(s) which are related to malnutrition in older adults with periodontal disease were also investigated.

Materials and Methods

Population

Prior to the study, sample size was calculated with substitution of the proportions of malnutrition participants with healthy gingiva/gingivitis ($p_1 = 0.32$) and periodontitis ($p_2 = 0.68$) from a previous study.⁴² At a 2-sided type I error probability of 0.05 and, 90% power of detection, a sample size at least 39 participants per group was required.

The study was approved by the Institutional Review Board of Faculty of Dentistry and Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Bangkok, Thailand for ethical aspects (MU-DT/PY-IRB 2019/DT087). Informed consent forms were obtained from all participants who decided to enroll in the study. This cross-sectional study was performed at Maha Chakri Sirindhorn Dental Hospital, Golden Jubilee Medical Center and Periodontology and Oral Medicine Clinic, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Thailand during January 2020 – February 2021. The inclusion criteria were 1) aged ≥ 60 years old, 2) not received periodontal treatment within the previous 6 months, 3) able to read Thai and express verbal communication, 4) functional independent older adults (score ≥ 12 points from Barthel Index for Activities of Daily Living),^{43,44} 5) cognitively functional independent older adults (score >23 points from Thai Mental State Examination).⁴⁵ Participants with a completely edentulous area or required antibiotic prophylaxis for dental examination were excluded from this study. A total 82 participants were included in this study.

Examiner calibration

An intra-examiner calibration process for probing pocket depth (PPD) and clinical attachment level (CAL) measurements was conducted. Ten randomly selected volunteer patients were examined twice at an interval of 1 week. The intraclass correlation coefficients for the intra-examiner reproducibility were 0.76-0.92 for PPD and 0.83-0.93 for CAL.

Questionnaire Survey

The questionnaire was completed through an interview with a trained interviewer.

1. Sociodemographic and health behavior characteristics

The questionnaire was used to collect sociodemographic and health behavioral information including age, gender, nationality, marital status, education, working status, income, smoking status, and alcohol consumption. Medical history of chronic diseases which were diagnosed by physicians and regular medication which had side effects as loss of appetite (metformin, metronidazole,

amphotericin B, formoterol fumarate, tiopium and hydralazine hydrochloride)^{46,47} were also recorded during the interview.

2. Anthropometric measurements

Body mass index (BMI) was calculated as the ratio of weight in kilograms to the square of height in meters (kg/m^2). Obesity was defined as individuals with body mass index 30 kg/m^2 and over.⁴⁸

3. Nutritional status assessment

The MNA was used for nutritional status assessment of older adults. It comprises 18 items and the score is calculated using an assigned weighted number for each item. Possible scores range from 0 to 30. Scores ≥ 24 were classified as having a normal nutritional status, scores from 17 to 23.5 were classified as at risk of malnutrition, and scores <17 were classified as malnutrition.⁴⁹

4. Masticatory ability assessment

Self-rated chewing ability was assessed by using 12 Thai foods that ranged from easy to difficult to chew: 1) rice porridge 2) well-cooked rice 3) noodles 4) steamed glutinous rice 5) green corn 6) papaya in papaya salad 7) fried meat balls 8) grilled meat/ pork 9) fried chicken 10) pah taung goh (a kind of Chinese flour with sweet meat) 11) grilled dry cuttlefish and 12) an ice cube. The interviewer showed photographs of food items and asked the participants which food they were able to chew. The maximum score of the chewing ability test was 12. Participants were divided into 2 groups; the poor chewing ability group scored 0-7 and the good chewing ability group scored 8-12.¹⁴

Data collection

Periodontal status, number of teeth and functional tooth units (FTUs) were also recorded by the calibrated researcher.

Periodontal parameters including mean probing pocket depth (PPD), mean clinical attachment level (CAL), bleeding on probing (BOP), and gingival index (GI) in all present teeth except third molar were collected. Plaque Index (PI) was assessed from six surfaces of selected four posterior and two anterior teeth except the third molar.

PPD and CAL were assessed using a standard periodontal probe (PCPUNC 15, Hu-FriedyTM, IL, USA). PPD and CAL were recorded at 6 sites around each tooth (mesio-buccal, mid-buccal, disto-buccal, mesio-lingual, mid-lingual and disto-lingual) and the mean of PPD and CAL were calculated for each participant.

For BOP assessment, a standard periodontal probe was used for gentle probing of six sites around each tooth. Thirty to sixty seconds later, the presence or absence of bleeding upon probing was recorded before the percentage of bleeding sites was calculated.⁵⁰

GI was measured by assessing the gingival inflammation in the mesial, distal, buccal and lingual regions of each tooth except the third molar. Based on the degree of inflammation, each site was allocated a score from 0 to 3 as follows: 0 = normal gingiva, 1 = mild gingival inflammation, 2 = moderate gingival inflammation and 3 = severe gingival inflammation.⁵¹ The mean GI for each participant was also calculated.

The simplified oral hygiene index was used to record the PI, an explorer was passed along the tooth surface to test for the presence of plaque. Four different scores were possible. A zero score indicated no plaque or stains present; 1 indicated soft plaque covering not more than one third of the examined tooth surface or the presence of extrinsic stains without plaque regardless of surface area covered; 2 represented soft plaque covering more than one third but not more than two thirds of the exposed tooth surface; 3 represented soft plaque covering more than two thirds of the exposed tooth surface.⁵²

The presence of 4 or more teeth with 1 or more sites with PPD $\geq$ 4 mm and with clinical attachment loss $\geq$ 3 mm at the same site was diagnosed as periodontitis.⁵³

The number of teeth present in each participant were recorded.⁵⁴ FTUs were defined as pairs of upper and lower opposing natural teeth (i.e., sound, restored, and functional carious teeth) or artificial teeth on fixed and removable prostheses. FTUs that involved two opposing anterior or premolar teeth were defined as one FTU, and those with two opposing molars were defined as two FTUs.⁵⁵

Statistical Analysis

The questionnaire scores were summarized in each part for each individual. The complete data was managed into a prepared database for analysis. Prevalence of nutritional status in each periodontal disease group was calculated to percent. Relative prevalence of periodontal disease between nutritional status group were computed. Descriptive analysis was carried out for each variable. Mean, standard deviation and frequency distribution were calculated for variables which were normally distributed. Median, P_{25} and P_{75} were calculated for variables which were not normally distributed. Chi-squared tests were performed to compare categorical variables such as gender, income, periodontal disease, hyperlipidemia and other systemic diseases which were not indicated in questionnaire with nutritional status. Fisher's exact tests were performed to compare categorical variables where there were fewer than five cases in the given cell such as marital status, education, work status, smoking status, alcohol consumption, Anterior functional tooth units (A-FTUs), chewing ability, systemic disease, regular medication related with loss of appetite. Two-sample *t*-test were used to compare continuous variables such as age, mean BMI with nutritional status. Mann-Whitney U tests were used to compare continuous variables followed the non-parametric distribution such as periodontal parameters, number of natural teeth, number of artificial teeth, posterior functional tooth units (P-FTUs), total functional tooth units (T-FTUs), and median chewing ability score with nutritional status. The level of significance was considered at $p < 0.05$. Statistical analyses were performed using a statistical software package for the Social Sciences 18.0 (SPSS 18.0, SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

Results

Eighty-two participants (36 males and 46 females) were recruited in this study. Although the MNA divides nutritional status into 3 groups according to the score levels, in this study we had no participants in the malnutrition group therefore only 2 nutritional status groups were present as 1) normal nutrition ($n=68$, 82.9%) and 2) at risk of malnutrition ($n=14$, 17.1%) (Table 2). As shown in Table 1, the mean ages of participants in the normal nutrition group and the at risk of malnutrition group were 66.7 ± 5.5 years and 69.1 ± 5.2 years,

respectively. The number of females was numerically higher than males in both groups ($p=0.063$). A statistically significant difference in nutritional status was found according to education levels ($p=0.009$), with the difference observed between relationship each level of education, i.e., primary school vs secondary school ($p=0.006$) and primary school vs higher education ($p=0.033$) (data not reported in the table). In addition, the BMI of participants in the normal nutrition

group was significantly higher than in the at risk of malnutrition group ($p=0.006$).

As shown in Table 2, fourteen participants (17.1%) had nutritional status in the at risk of malnutrition group. Six participants (14.6%) in the at risk of malnutrition group had healthy gingiva/gingivitis and 8 participants (19.5%) had periodontitis. A significant association between periodontal disease and risk of malnutrition was not found in this study ($p=0.557$).

Table 1 Comparison of socio-demographic, health behaviour and anthropometric characteristics between normal nutrition group and at risk of malnutrition group.

Variables	Nutritional status: n (%)		p-value
	Normal (n=68)	At risk of malnutrition (n=14)	
Age (years) ^a	66.7 ± 5.5	69.1 ± 5.2	0.140 ^b
Gender			
Male	33 (48.5)	3 (21.4)	0.063 ^c
Female	35 (51.5)	11 (78.6)	
Marital status			
Single	6 (8.8)	2 (14.3)	0.097 ^d
Marriage	55 (80.9)	8 (57.1)	
Divorce, Widow	7 (10.3)	4 (28.6)	
Education			
Primary school	2 (2.9)	4 (28.6)	0.009 ^d
Secondary school	19 (27.9)	4 (28.6)	
Higher education	47 (69.2)	6 (42.8)	
Work			
Yes	15 (22.1)	1 (7.1)	0.283 ^d
No	53 (77.9)	13 (92.9)	
Income (THB/month)			
≤ 23,700	36 (52.9)	7 (50.0)	0.841 ^c
> 23,700	32 (47.1)	7 (50.0)	
Smoking			
Non-smoker	50 (73.5)	12 (85.8)	0.157 ^d
Former-smoker	17 (25.0)	1 (7.1)	
Smoker	1 (1.5)	1 (7.1)	
Alcohol consumption			
No	44 (64.7)	10 (71.5)	1.000 ^d
≤ 1 time/month	15 (22.1)	3 (21.4)	
> 1 time/month	9 (13.2)	1 (7.1)	
BMI ^a	23.7 ± 2.8	21.3 ± 3.3	0.006 ^b

^a Mean ± SD ^b Two-sample t-test ^c Pearson Chi-square ^d Fisher's exact test

THB (Thai Baht) BMI (Body Mass Index)

Table 2 Comparison of periodontal disease between normal nutrition group and at risk of malnutrition group.

Disease (n=41 per group)	Nutritional status		p-value
	Normal n (%)	At risk of malnutrition n (%)	
Healthy gingiva/Gingivitis	35 (85.4)	6 (14.6)	0.557 ^a
Periodontitis	33 (80.5)	8 (19.5)	
Overall	68 (82.9)	14 (17.1)	

^a Pearson Chi-square

In the at risk of malnutrition group, the prevalence of participants with healthy gingiva/gingivitis was 42.9% and with periodontitis was 57.1% as shown in Table 3. The relative prevalence of periodontitis between the at risk of malnutrition and the normal nutrition groups was 1.17 and the relative prevalence of healthy gingiva/gingivitis between the at risk of malnutrition and the normal nutrition groups was 0.83.

PI, GI, BOP, mean PD and mean CAL in the at risk of malnutrition group were higher than in the normal nutrition group but the differences between the groups in this study were not statistically significant ($p>0.05$) as show in Table 4.

The number of natural teeth present in normal nutrition group was higher than in the at risk of malnutrition group [23 (20, 26) vs 21.5 (19.8, 25.3)]. On the other hand, the number of artificial teeth was higher in the at risk of malnutrition group than in the normal nutrition group [5 (1.8, 11) vs 4 (1, 7.8)], but the difference between groups was not statistically significant for both these parameters ($p>0.05$).

FTUs in the normal nutrition group was not significantly different from the at risk of malnutrition group ($p>0.05$). Most of the participants in the normal nutrition group

and the at risk of malnutrition group had 6 A-FTUs ($n=61$; 89.7% and $n=11$; 78.6% respectively). Median of P-FTUs and T-FTUs were also similar in both groups, no significant differences were found ($p>0.05$) as show in Table 5.

All participants in both nutritional status groups had good chewing ability (score 8-12). While the median chewing ability in the normal nutrition group was higher than in the at risk of malnutrition group [12.0 (11.3, 12.0) vs 11.5 (11.0, 12.0)], the difference was not statistically significant ($p=0.095$).

As shown in Table 6, this study found that almost all the participants ($n=72$, 87.8%) had systemic diseases. Of the participants in the at risk of malnutrition group, 100 % had systemic diseases. When comparing the incidence of each disease between the two groups, this study revealed that the percentage of participants with insomnia and osteoarthritis in the at risk of malnutrition group were significantly higher than in the normal nutrition group ($p=0.003$ and $p=0.042$ respectively). It was noticeable that the percentage of participants with depression in the at risk of malnutrition group was higher than in the normal nutrition group (14.3% vs 1.5%) but this difference was not statistically significant ($p=0.074$).

Table 3 Comparison of prevalence of periodontal disease between normal nutrition group and at risk of malnutrition group.

Disease	Nutritional status		Relative prevalence
	Normal ($n=68$)	At risk of malnutrition ($n=14$)	
Healthy gingiva/Gingivitis ($n=41$)	51.5 %	42.9 %	0.833
Periodontitis ($n=41$)	48.5 %	57.1 %	1.177

Table 4 Comparison of periodontal parameters between normal nutrition group and at risk of malnutrition group.

Periodontal parameters	Nutritional status: median (P_{25} , P_{75})		p-value*
	Normal ($n=68$)	At risk of malnutrition ($n=14$)	
Plaque index (PI)	1.00 (1.00,1.38)	1.33 (1.00,1.69)	0.210
Gingival index (GI)	0.60 (0.42,0.89)	0.67 (0.43,0.92)	0.702
Bleeding on probing (BOP)	22.67 (12.71,44.21)	27.92 (17.45,45.21)	0.441
Mean PD	2.27 (2.14,2.50)	2.34 (2.16,2.60)	0.438
Mean CAL	2.61 (2.13,3.17)	2.99 (2.07,3.62)	0.546

* Mann-Whitney U test

Mean PD (Mean probing depth)

Mean CAL (Mean clinical attachment level)

Table 5 Comparison of numbers of teeth, functional tooth units and chewing ability between normal nutrition group and at risk of malnutrition group.

Variables	Nutritional status: n (%)		p-value
	Normal (n=68)	At risk of malnutrition (n=14)	
Total natural teeth ^a	23 (20,26)	21.5 (19.8,25.3)	0.512 ^b
Total artificial teeth ^a	4 (1,7.8)	5 (1.8,11)	0.355 ^b
A-FTUs			
3	2 (2.9)	0	0.255 ^c
4	2 (2.9)	1 (7.1)	
5	3 (4.4)	2 (14.3)	
6	61 (89.7)	11 (78.6)	
P-FTUs ^a	10 (8,12)	10 (7.8,10)	0.283 ^b
T-FTUs ^a	16 (14,18)	15.5 (13.8,16)	0.347 ^b
Chewing ability ^a	12.0 (11.3,12.0)	11.5 (11.0,12.0)	0.095 ^b
8	1 (1.5)	0	0.198 ^c
9	2 (2.9)	0	
10	4 (5.9)	2 (1.43)	
11	10 (14.7)	5 (35.7)	
12	51 (75.0)	7 (50.0)	

^a Median (P₂₅, P₇₅)

A-FTUs (Anterior functional tooth units)

^b Mann-Whitney U test

P-FTUs (Posterior functional tooth units)

^c Fisher's exact test

T-FTUs (Total functional tooth units)

Table 6 Comparison of systemic diseases between normal nutritional group and at risk of malnutrition group.

Variables	Nutritional status: n (%)		p-value
	Normal (n=68)	At risk of malnutrition (n=14)	
Systemic diseases			
No	10 (14.7)	0	0.198 ^a
Yes	58 (85.3)	14 (100)	
Diabetes mellitus	6 (8.8)	2 (14.3)	0.619 ^a
Hypertension	21 (30.9)	6 (42.9)	0.533 ^a
Hyperlipidemia	26 (38.2)	4 (28.6)	0.494 ^b
Heart disease	3 (4.4)	0	1.000 ^a
Depression	1 (1.5)	2 (14.3)	0.074 ^a
Stress	4 (5.9)	2 (14.3)	0.271 ^a
Insomnia	3 (4.4)	5 (35.7)	0.003 ^{b*}
Osteoarthritis	5 (7.4)	4 (28.6)	0.042 ^{b*}
Migraine	1 (1.5)	0	1.000 ^a
Dyspepsia	3 (4.4)	0	1.000 ^a
Back pain	2 (2.9)	0	1.000 ^a
Lung disease	0	0	-
Kidney disease	2 (2.9)	2 (14.3)	0.133 ^a
Cancer	3 (4.4)	0	1.000 ^a
Dementia	0	1 (7.1)	0.171 ^a
Others	25 (36.8)	5 (35.7)	0.941 ^b

^a Fisher's exact test ^b Pearson Chi-square

* Statistically significant (p<0.05)

The use of regular medication which had side effects with loss of appetite was compared between the normal nutrition group and the at risk of malnutrition group. Eight participants in total took regular medication which had side effects with loss of appetite. Although the percentage of participants in the at risk of malnutrition group taking these medications was higher than in the normal nutrition group (14.3%: 8.8%), the difference between the groups was not statistically significant ($p>0.05$).

Comparison of incidence of depression, insomnia and osteoarthritis between periodontal health status groups in the at risk of malnutrition group is shown in Table 7. In the periodontitis group, the percentages of subjects with depression (25%) and insomnia (37.5%) were higher than in the healthy gingiva/gingivitis group, but not significantly different ($p>0.05$). Interestingly, the incidence of participants in the periodontitis group with osteoarthritis (50%) was more markedly greater than in the healthy gingiva/gingivitis group (0%) but even in this case the difference was not significantly different ($p=0.085$).

Table 7 Comparison of depression, insomnia and osteoarthritis between healthy gingiva/gingivitis group and periodontitis group in at risk of malnutrition group.

Variables	Periodontal status: n (%)		p-value
	Healthy gingiva/ Gingivitis (n=6)	Periodontitis (n=8)	
Depression	0	2 (25.0)	0.473
Insomnia	2 (33.3)	3 (37.5)	1.000
Osteoarthritis	0	4 (50.0)	0.085

Fisher's exact test

Discussion

In the study population of 82 independently living elderly people (41 with periodontitis and 41 with gingival health or gingivitis), there was no prevalence of malnutrition (0%) and a low prevalence of at risk of malnutrition (17.1%), determined by the MNA score.⁴⁹ While there was a slightly higher prevalence of periodontitis in participants at risk of malnutrition (57.1%) compared to those with normal nutritional status (48.5%), this study did not find a statistically

significant association between nutrition status and periodontal disease.

This study was designed based on the results obtained by Badawi et al.,⁴² who reported a significant association between poor diet and periodontal disease. The results from this study were different from the Badawi study because of differences in the assessment tools used to detect malnutrition and differences in the study populations. This study used the MNA, which is designed to detect malnutrition risk by assessing body measurements, several questions related to general health, living arrangements and dietary intake. The Badawi study used the Healthy Eating Index (HEI), which is focused on dietary intake and measurement of diet quality. The MNA and HEI measure different things, which could lead to differences in study outcomes about the incidence of periodontal disease according to nutritional status between this study and Badawi's study. About the study populations, Badawi's study was carried out in a systematic random sample of healthy adults aged between 18–70, whereas this study was carried out only in elderly.

Periodontitis increases in extent and severity across a large proportion of the human population with aging.²⁹ The results from this study found that PI, GI, BOP, mean PD and mean CAL in the at risk of malnutrition group were higher than in the normal nutrition group, but the differences were not statistically significant. These findings are similar to the study reported by Akin et al.⁵⁶ They studied the CPI (Community Periodontal Index) in 295 non-edentulous patients and reported that they could not find any difference in CPI scores between the malnutrition/malnutrition risk and normal nutritional groups.

The findings from this study were not consistent with Mesas et al., who found advanced periodontitis is related to nutritional deficit in non-institutionalized older adults in Brazil.⁵⁷ In Mesas's study, 56 from-152 participants (36.8%) had advanced periodontitis. The criteria for advanced periodontitis in the Brazilian study was PPD ≥ 6 mm which is more severe periodontitis than in the current study (the presence of 4 or more teeth with 1 or more sites with PPD ≥ 4 mm and with clinical attachment loss ≥ 3 mm at the same site).

Therefore, the periodontal disease in Mesas's study may have more progression than in this study. When comparing the number of natural teeth between studies, this study had older adults with ≥ 20 teeth 77.94% in the normal nutrition group and 78.57% in the at risk of malnutrition group, which were higher percentages than in Mesas's study (16.7% in normal nutrition group and 15.5% in nutritional deficit group). The number of older adults in the nutritional deficit group in Mesas's study was higher than this study (21.7% vs 17.1%). These features of Mesas's study may have made it more likely to identify relationships and significant factors related to nutritional status between nutrition status and periodontitis than this study.

Knowledge from previous studies showed that older individuals exhibit increased susceptibilities to several autoimmune, infectious and inflammatory diseases, including periodontitis.²⁹ Periodontitis was a risk factor for future tooth loss among older adults.⁵⁸ The loss of periodontal supporting structures had negative effects on masticatory performance and quality of life.^{23,59} In this study, the number of natural teeth, FTUs and chewing ability in the normal nutrition group was higher than in the at risk of malnutrition group although the difference was not statistically significant. Other studies have reported that dental status, number of tooth loss, number of natural teeth, functional tooth units (FTUs) and chewing ability were associated with nutritional deficiencies.¹⁴⁻¹⁸ A previous study in Thailand reported that participants with malnutrition had significantly lower numbers of teeth, less functional tooth units and decreased chewing ability than those with normal nutrition.¹⁴ Gil-Montoya et al also found that the perception of oral health status was significantly worse in the group with malnutrition/risk of malnutrition than in the group with normal nutrition.⁶⁰ Another study in 569 home-dwelling older adults concluded that older adults with fewer teeth or fewer pairs of natural teeth, especially posterior teeth, presented poorer nutritional status.⁶¹ Another systematic review with meta-analysis reported significantly higher number of teeth present, number of pairs of teeth and FTUs in the normal nutrition group than in the risk of malnutrition/malnutrition group.⁶²

Within the at risk of malnutrition group, the number of participants with periodontitis was higher than the number with healthy gingiva/gingivitis, although no significant difference was found. This may imply that older adults with periodontitis tend to be at risk of malnutrition. Thus, providing adequate dental care and disease prevention for the older population is important. Interdisciplinary and holistic treatment is also necessary.

Masticatory function was assessed by chewing tests and questionnaires or personal interviews. The chewing tests allowed the assessment of masticatory efficiency with some objectivity, whereas the questionnaires helped to evaluate a person's subjective response about chewing ability.⁶³ The test food could be various natural foods or artificial foods such as colour-changeable chewing gum which was a valid and reliable method.⁶⁴ In 2011, Samneing et al. developed the first reliable chewing ability questionnaire test.¹⁴ Because this self-rated chewing ability test uses simple Thai foods that are commonly eaten in daily life and older adults find it easy to understand by viewing photos of food, this questionnaire was used for evaluating chewing ability in this study. The problem found when using this questionnaire was that the participants misunderstood the meaning of "do not eat" versus "cannot chew". Some participants answered the questionnaire with "cannot chew" but they meant "do not eat" so the interviewer had to explain the detail of the questionnaire intensively.

The MNA, used as the nutritional assessment in this study, was set up for simple and rapid evaluation of nutritional status and validated to provide a single, rapid assessment in elderly patients in clinics, hospitals and nursing homes.^{49,65} MNA is easily carried out by health professionals to detect early risks of malnutrition.⁴ Of the 82 participants in this study, only 14 (17.1%) participants were in the at risk of malnutrition group. Similar results were found in two previous studies in community-dwelling German older adults; the first reported 11% were at risk of malnutrition and 0% had malnutrition⁶⁶ and the second reported 15.1% at risk of malnutrition and 0% had malnutrition.⁶⁷ A prospective study in home-living Swedish older adults found 14.5% were

at risk of malnutrition at baseline.⁶⁸ All studies used MNA for nutritional status assessment and reported results similar to this study, although all studies were in different populations. Therefore, MNA can be used for rapid screening of nutritional status for the patients when malnutrition is suspected.

Considering the MNA questionnaire responses from the at risk of malnutrition group in this study, it was found that all participants in periodontitis group had low-moderate protein consumption and almost of them (87.5%) did not consume dairy products every day. Dairy products may represent a valuable dietary source of calcium due to their high calcium and nutrient contents, high absorptive rate, availability and relatively low cost.⁶⁹ As a result of aging, muscle mass can reduce and lead to an imbalance of muscle reinforcement and decomposition. Therefore the supplement of dairy products has been postulated to prevent further loss of lean mass, promote muscle accretion and enhanced function.⁷⁰ Furthermore, sugar and carbohydrate intake are associated with increased risk of dental caries and gingival bleeding.⁴¹ Periodontal diseases may belong to the sugar-driven inflammatory diseases, similar to diabetes, obesity and cardiovascular disease.⁷¹ High-sugar, high-saturated fat, low-polyols, low-fiber and low-polyunsaturated fat intake causes an increased risk of periodontal diseases. Conversely, low-sugar, high-fiber and high-omega-6 to omega-3 fatty acid ratio intake reduces the risk of periodontal diseases.⁷² Therefore, healthy food consumption may help to reduce inflammation in periodontitis patients.

BMI is an index of weight-for-height that is commonly used to classify people as underweight, normal weight, overweight or obese.⁷³ In this study, the normal nutrition group had significantly higher BMI ($23.7 \pm 2.8 \text{ kg/m}^2$) than the at risk of malnutrition group ($21.3 \pm 3.3 \text{ kg/m}^2$, $p=0.006$). Bahat et al., reported that malnutrition and malnutrition risk rates were higher in the lower BMI groups.⁷⁴ Another study in geriatric outpatients also reported that patients with malnutrition had a lower BMI than patients with better nutritional status.⁶

This study showed that insomnia and osteoarthritis were significantly higher in the risk of malnutrition group than in the normal nutrition group. All participants with osteoarthritis in the risk of malnutrition group had periodontitis. The risk of malnutrition group also had higher incidence of depression than the normal nutrition group. Previous studies reported that the patients with malnutrition had more depressive symptoms and significantly higher incidence of osteoporosis than in normal nutrition group.⁶ A study of 413 Turkish older adults found that malnutrition risk showed positive correlation with the incidence of insomnia and depression.⁷⁵ Another study in 2,327 patients also showed significant association between depression and poor nutritional status; however, the result presented that there was no significant association with osteoarthritis.⁷⁶ A prospective study in Sweden found that the most important findings predicting risk of malnutrition were high age, low self-perceived health and symptoms of depression.⁶⁸ A study in Korea found that severe periodontitis was positively and significantly associated with osteoarthritis in middle-aged and older adults with type 2 diabetes.⁷⁷ A study of 330 Thai community-dwelling older adults using multivariate analysis found that osteoarthritis is one of the factors significantly associated with nutritional risk (OR:2.49, 95% CI=1.14-5.48).⁷⁸

Osteoarthritis is the most common degenerative joint disorder and the leading cause of adult disability, affecting one or several diarthrodial joints such as the hand, knee and hip joints.⁷⁹ Hand osteoarthritis is highly prevalent, and individuals with this condition frequently report symptoms of pain, functional limitations and frustration in undertaking daily physical activities.⁸⁰ Impaired hand function in older adults with this disease affected eating habit via difficulty in holding eating utensils and putting food or drink into the mouth. The quality and quantity of food intake will therefore be decreased, leading to malnutrition risk. In addition, the patient's capability to maintain adequate oral hygiene can be affected by reduced manual dexterity during routine toothbrushing and flossing. The recommendations for providing dental care to these patients include the use of an electric toothbrush, floss with handle and frequent dental appointment.⁸¹ Furthermore, both periodontitis and

osteoarthritis are mediated by proinflammatory cytokines such as IL-6 and TNF- α with low-grade inflammation. Therefore, these inflammatory cytokines could be the link between periodontitis and malnutrition in older adults with osteoarthritis.

This study and previous studies suggest an association between insomnia, osteoarthritis and depression with risk of malnutrition. Older adults with these symptoms tend to have an association with periodontitis and malnutrition but this is still not clear. Thus, we would keep in mind that older adults with these symptoms may be at risk of malnutrition and further study is needed to answer these questions.

The digestive processes of food in the elderly are changed in various aspects i.e., poor chewing of hard foods, dry mouth, swallowing difficulty, lower gastric acid, decrease of digestive enzymes, decrease of gut movement and change in gut microbiota.⁸² The interplay between gut microbiota and the host immune system appears highly relevant in the elderly. Alterations in the gut microbial population and changes in gut permeability may contribute directly to chronic low-grade infection (LGI). Inflammatory cytokines such as IL-1 β , IL-6, T-helper 17-derived interleukin-17 (Th17-derived IL-17) and interleukin-22 (IL-22) are more specific and associated with the gut microbiota.⁸³ Thus, IL-1 β and IL-6 could be the specific inflammatory cytokines that link between gut dysbiosis and periodontitis.

CKD, IBD and DM have all been linked to the association between periodontitis and malnutrition in the elderly via inflammatory processes. In this study, older adults with IBD could not participate and few older adults with CKD and DM participated in the study population. Only two participants with CKD and 2 participants with DM were in the risk of malnutrition group. A significant association between periodontitis and malnutrition in older adults with these diseases could not be found. In future, malnutrition in older adults with periodontitis and these chronic inflammatory diseases via inflammatory cytokines and dietary intake should be the subject of further investigation.

A limitation of this study was a lack of diversity of participants. Sixty four percent of participants had a higher

education than secondary school thus the participants in this study had a good basic knowledge in health education which might have contributed to their high nutritional status. More participants may have been included in the malnutrition group if more participants with varied education level had been included in the study. In addition, this study was carried out in academic dental centres which are situated in city, therefore most of the participants had easy access to health information. Therefore, the results from participants in this study were representative of the population due to low diversity of educational level of participants. In addition, these results could not apply to participants in rural areas due to the differences in educational level and the chance to access the health information from the urban population.

In this study, a significant association between periodontitis and malnutrition in older adults could not be found and the significant factors which related to malnutrition in older adults with periodontitis could not be identified from this study. The high percentage of participants with normal nutritional status (82.9 %) made it more difficult for the study to detect an effect of nutritional status with high statistical confidence.

Further studies are needed for understanding these relationships in greater detail. A multi-centre study would allow a larger sample size and broader subject population. A controlled study with selection of “malnutrition” patients for comparison with a “normal” control group would increase the probability of significant outcomes compared to the cross-sectional design used in the current study. Assessment of nutrition status could be further investigated to identify the best measure of malnutrition. Malnutrition should be included in the inclusion criteria. The Barthel Index for Activities of Daily Living (ADL) and Thai Mental State Examination (TMSE) should not be used for inclusion criteria because they may tend to exclude the malnutrition group before participating in the research. These kinds of question are included in the MNA assessment. The impact of mental health on nutrition status should be considered in designing data collection and analysis.

Conclusion

In conclusion, the significant association between periodontitis and malnutrition in older adults was not found in this study. BMI was significantly higher in the normal nutrition group than in the at risk of malnutrition group. Although the number of natural teeth, FTUs, and chewing ability were higher in the normal nutrition group than in the at risk of malnutrition group, the differences were not significant. The periodontal parameters and the number of artificial teeth were lower in the normal nutrition group than in the at risk of malnutrition group; however, these differences were also not significant. Insomnia and osteoarthritis were significantly higher in the at risk of malnutrition group than in the normal nutrition group. The at risk of malnutrition group had a higher incidence of depression than the normal nutrition group, but this difference was also not significant.

Declaration of interest

The authors report no conflict of interest.

Acknowledgment

We thank Faculty of Dentistry and Faculty of Medicine Siriraj Hospital at Mahidol University for supporting this research.

References

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2017 Revision: Key Findings and Advance Tables. New York: United Nations; 2017.
2. de Moraes C, Oliveira B, Afonso C, Lumbers M, Raats M, de Almeida MD. Nutritional risk of European elderly. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(11):1215-9.
3. Fávaro-Moreira NC, Krausch-Hofmann S, Matthys C, Vereecken C, Vanhauwaert E, Declercq A, et al. Risk factors for malnutrition in older adults: a systematic review of the literature based on longitudinal data. *Adv Nutr* 2016;7(3):507-22.
4. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature--What does it tell us? *J Nutr Health Aging*. 2006;10(6):466-85; discussion 485-7.
5. Mann T, Heuberger R, Wong H. The association between chewing and swallowing difficulties and nutritional status in older adults. *Aust Dent J* 2013;58(2):200-6.
6. van Bokhorst-de van der Schueren MA, Lonterman-Monach S, de Vries OJ, Danner SA, Kramer MH, Muller M. Prevalence and determinants for malnutrition in geriatric outpatients. *Clin Nutr* 2013;32(6):1007-11.
7. Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgrad Med J* 2006;82(963):2-8.
8. Saarela RK, Lindroos E, Soini H, Hiltunen K, Muurinen S, Suominen MH, et al. Dentition, nutritional status and adequacy of dietary intake among older residents in assisted living facilities. *Gerodontology* 2016;33(2):225-32.
9. Tamura BK, Bell CL, Masaki KH, Amella EJ. Factors associated with weight loss, low BMI, and malnutrition among nursing home patients: a systematic review of the literature. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14(9):649-55.
10. Kaiser MJ, Bauer JM, Rāmsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, et al. Frequency of malnutrition in older adults: a multinational perspective using the mini nutritional assessment. *J Am Geriatr Soc* 2010;58(9):1734-8.
11. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003;22(4):415-21.
12. Kikuchi H, Komatsuzaki A, Ono S, Sirono M, Motoi S, Iguchi A, et al. Factors affecting dietary improvements in elderly residents of long-term care institutions receiving domiciliary dental care. *Medicines (Basel)* 2021;8(11):62.
13. Hijryana M, MacDougall M, Ariani N, Kusdhany LS, Walls AWG. Impact of periodontal disease on the quality of life of older people in indonesia: a qualitative study. *JDR Clin Trans Res* 2022;7(4):360-70.

14. Samnieng P, Ueno M, Shinada K, Zaitzu T, Wright FA, Kawaguchi Y. Oral health status and chewing ability is related to mini-nutritional assessment results in an older adult population in Thailand. *J Nutr Gerontol Geriatr* 2011;30(3):291-304.
15. Schimmel M, Katsoulis J, Genton L, Müller F. Masticatory function and nutrition in old age. *Swiss Dent J* 2015;125(4):449-54.
16. Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Lowe C, Finch S, Bates CJ, et al. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *J Dent Res* 2001;80(2):408-13.
17. Srisilapanan P, Malikaew P, Sheiham A. Number of teeth and nutritional status in Thai older people. *Community Dent Health* 2002;19(4):230-6.
18. Tubtimtong P, Sinavarat P, Anunmana C. Relationship between oral health status and nutritional status in a group of older persons: number of functional units and number of teeth. *M Dent J* 2019;39(1):21-33.
19. Clark D, Kotronia E, Ramsay SE. Frailty, aging, and periodontal disease: Basic biologic considerations. *Periodontol 2000*. 2021;87(1):143-56.
20. Persson GR. Periodontal complications with age. *Periodontol 2000*. 2018;78(1):185-94.
21. Gil-Montoya JA, de Mello AL, Barrios R, Gonzalez-Moles MA, Bravo M. Oral health in the elderly patient and its impact on general well-being: a nonsystematic review. *Clin Interv Aging* 2015;10:461-7.
22. Iwasaki M, Taylor GW, Manz MC, Yoshihara A, Sato M, Muramatsu K, et al. Oral health status: relationship to nutrient and food intake among 80-year-old Japanese adults. *Community Dent Oral Epidemiol* 2014;42(5):441-50.
23. Jansson H, Wahlin Å, Johansson V, Åkerman S, Lundegren N, Isberg PE, et al. Impact of periodontal disease experience on oral health-related quality of life. *J Periodontol* 2014;85(3):438-45.
24. Kshetrimayum N, Reddy CV, Siddhana S, Manjunath M, Rudraswamy S, Sulavai S. Oral health-related quality of life and nutritional status of institutionalized elderly population aged 60 years and above in Mysore City, India. *Gerodontology* 2013;30(2):119-25.
25. Needleman I, McGrath C, Floyd P, Biddle A. Impact of oral health on the life quality of periodontal patients. *J Clin Periodontol* 2004;31(6):454-7.
26. Tada S, Ikebe K, Kamide K, Gondo Y, Inomata C, Takeshita H, et al. Relationship between atherosclerosis and occlusal support of natural teeth with mediating effect of atheroprotective nutrients: From the SONIC study. *PLoS One* 2017;12(8):e0182563.
27. Cekici A, Kantarci A, Hasturk H, Van Dyke TE. Inflammatory and immune pathways in the pathogenesis of periodontal disease. *Periodontol 2000* 2014;64(1):57-80.
28. Dutzan N, Vernal R, Hernandez M, Dezerega A, Rivera O, Silva N, et al. Levels of interferon-gamma and transcription factor T-bet in progressive periodontal lesions in patients with chronic periodontitis. *J Periodontol* 2009;80(2):290-6.
29. Ebersole JL, Graves CL, Gonzalez OA, Dawson D 3rd, Morford LA, Huja PE, et al. Aging, inflammation, immunity and periodontal disease. *Periodontol 2000*. 2016;72(1):54-75.
30. Wilson D, Jackson T, Sapey E, Lord JM. Frailty and sarcopenia: The potential role of an aged immune system. *Ageing Res Rev* 2017;36:1-10.
31. Parsegian K, Randall D, Curtis M, Ioannidou E. Association between periodontitis and chronic kidney disease. *Periodontol 2000* 2022;89(1):114-124.
32. Indriolo A, Greco S, Ravelli P, Fagioli S. What can we learn about biofilm/host interactions from the study of inflammatory bowel disease. *J Clin Periodontol* 2011;38(Suppl 11):36-43.
33. Ausavarungnirun R, Wisetsin S, Rongkiettechakorn N, Chaichalernsak S, Udampol U, Rattanasompattikul M. Association of dental and periodontal disease with chronic kidney disease in patients of a single, tertiary care centre in Thailand. *BMJ Open* 2016;6(7):e011836.
34. de Souza CM, Braosi AP, Luczyszyn SM, Olandoski M, Kotanko P, Craig RG, et al. Association among oral health parameters, periodontitis, and its treatment and mortality in patients undergoing hemodialysis. *J Periodontol* 2014;85(6):e169-78.

35. Habashneh RA, Khader YS, Alhumouz MK, Jadallah K, Ajlouni Y. The association between inflammatory bowel disease and periodontitis among Jordanians: a case-control study. *J Periodontal Res* 2012;47(3):293-8.
36. Vavricka SR, Manser CN, Hediger S, Vögelin M, Scharl M, Biedermann L, et al. Periodontitis and gingivitis in inflammatory bowel disease: a case-control study. *Inflamm Bowel Dis* 2013;19(13):2768-77.
37. Anand N, Chandrasekaran SC, Alam MN. The malnutrition inflammation complex syndrome-the missing factor in the perio-chronic kidney disease interlink. *J Clin Diagn Res* 2013;7(4):763-7.
38. Liu C, Feng X, Li Q, Wang Y, Li Q, Hua M. Adiponectin, TNF- α and inflammatory cytokines and risk of type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Cytokine* 2016;86:100-9.
39. Kocher T, König J, Borgnakke WS, Pink C, Meisel P. Periodontal complications of hyperglycemia/diabetes mellitus: Epidemiologic complexity and clinical challenge. *Periodontol* 2000 2018;78(1):59-97.
40. Yoshihara A, Watanabe R, Hanada N, Miyazaki H. A longitudinal study of the relationship between diet intake and dental caries and periodontal disease in elderly Japanese subjects. *Gerodontology* 2009;26(2):130-6.
41. Hujoel PP, Lingström P. Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. *J Clin Periodontol* 2017;44 (Suppl 18):S79-84.
42. Bawadi HA, Khader YS, Haroun TF, Al-Omari M, Tayyem RF. The association between periodontal disease, physical activity and healthy diet among adults in Jordan. *J Periodontal Res* 2011;46(1):74-81.
43. Jitapunkul S, Kamolratanakul P, Ebrahim S. The meaning of activities of daily living in a Thai elderly population: development of a new index. *Age Ageing* 1994;23(2):97-101.
44. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: The Barthel index. *Md State Med J* 1965;14:61-5.
45. Train the Brain Forum Committee. Thai Mental State Examination (TMSE). *Siriraj Hosp Gaz* 1993;45:359-74.
46. Diabetes Prevention Program Research Group. Long-term safety, tolerability, and weight loss associated with metformin in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Diabetes Care* 2012;35(4):731-7.
47. Pilgrim AL, Robinson SM, Sayer AA, Roberts HC. An overview of appetite declines in older people. *Nurs Older People* 2015;27(5):29-35.
48. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000;894:i-xii, 1-253.
49. Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev* 1996;54(1Pt 2):S59-65.
50. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975;25(4):229-35.
51. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:533-51.
52. Greene JC, Vermillion JR. The simplified oral hygiene index. *J Am Dent Assoc* 1964;68:7-13.
53. López NJ, Smith PC, Gutierrez J. Periodontal therapy may reduce the risk of preterm low birth weight in women with periodontal disease: a randomized controlled trial. *J Periodontol* 2002;73(8):911-24.
54. Hobdell M, Petersen PE, Clarkson J, Johnson N. Global goals for oral health in the year 2000. *Fédération Dentaire Internationale. Int Dent J* 1982;32(1):74-7.
55. Ueno M, Yanagisawa T, Shinada K, Ohara S, Kawaguchi Y. Masticatory ability and functional tooth units in Japanese adults. *J Oral Rehabil* 2008;35(5):337-44.
56. Akin S, Kesim S, Manav TY, Şafak Deniz E, Öztürk A, Mazicioğlu M, et al. Impact of oral health on nutritional status in community-dwelling older adults in Turkey. *Eur J Geriatric Gerontol* 2019;1(1):29-35.
57. Mesas AE, Andrade SM, Cabrera MA, Bueno VL. Oral health status and nutritional deficit in noninstitutionalized older adults in Londrina, Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2010;13(3):434-45.

58. Nilsson H, Sanmartin Berglund J, Renvert S. Longitudinal evaluation of periodontitis and tooth loss among older adults. *J Clin Periodontol* 2019;46(10):1041-9.
59. Borges Tde F, Regalo SC, Taba M Jr, Siéssere S, Mestriner W Jr, Semprini M. Changes in masticatory performance and quality of life in individuals with chronic periodontitis. *J Periodontol* 2013;84(3):325-31.
60. Gil-Montoya JA, Ponce G, Sánchez Lara I, Barrios R, Llodra JC, Bravo M. Association of the oral health impact profile with malnutrition risk in Spanish elders. *Arch Gerontol Geriatr* 2013;57(3):398-402.
61. Dantas PPA, Colussi PRG, Dezingrini KDS, Sachetti DG, Muniz FWMG. Pairs of natural teeth rather than use of dental prosthesis are associated with nutritional status in older adults: A cross-sectional study. *J Dent* 2021;108:103656.
62. Toniazzi MP, Amorim PS, Muniz FWMG, Weidlich P. Relationship of nutritional status and oral health in elderly: systematic review with meta-analysis. *Clin Nutr* 2018;37(3):824-30.
63. Boretti G, Bickel M, Geering AH. A review of masticatory ability and efficiency. *J Prosthet Dent* 1995; 74(4):400-3.
64. Tarkowska A, Katzer L, Ahlers MO. Assessment of masticatory performance by means of a color-changeable chewing gum. *J Prosthodont Res* 2017; 61(1):9-19.
65. Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, Nourhashemi F, Bennahum D, Lauque S, et al. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. *Nutrition* 1999; 15(2):116-22.
66. Kaiser MJ, Bauer JM, Uter W, Donini LM, Stange I, Volkert D, et al. Prospective validation of the modified mini nutritional assessment short-forms in the community, nursing home, and rehabilitation setting. *J Am Geriatr Soc* 2011;59(11):2124-8.
67. Bollwein J, Volkert D, Diekmann R, Kaiser MJ, Uter W, Vidal K, et al. Nutritional status according to the mini nutritional assessment (MNA[®]) and frailty in community dwelling older persons: a close relationship. *J Nutr Health Aging* 2013;17(4):351-6.
68. Johansson Y, Bachrach-Lindström M, Carstensen J, Ek AC. Malnutrition in a home-living older population: prevalence, incidence and risk factors. A prospective study. *J Clin Nurs* 2009;18(9):1354-64.
69. Rozenberg S, Body JJ, Bruyère O, Bergmann P, Brandi ML, Cooper C, et al. Effects of dairy products consumption on health: benefits and beliefs-a commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcif Tissue Int* 2016;98(1):1-17.
70. Du Y, Oh C, No J. Advantage of dairy for improving aging muscle. *J Obes Metab Syndr* 2019;28(3):167-74.
71. Nyvad B, Takahashi N. Integrated hypothesis of dental caries and periodontal diseases. *J Oral Microbiol* 2020;12(1):1710953.
72. Martinon P, Fraticelli L, Giboreau A, Dussart C, Bourgeois D, Carrouel F. Nutrition as a key modifiable factor for periodontitis and main chronic diseases. *J Clin Med* 2021;10(2)197.
73. Cook Z, Kirk S, Lawrenson S, Sandford S. Use of BMI in the assessment of undernutrition in older subjects: reflecting on practice. *Proc Nutr Soc* 2005;64(3):313-7.
74. Bahat G, Tufan F, Saka B, Akin S, Ozkaya H, Yucel N, et al. Which body mass index (BMI) is better in the elderly for functional status? *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54(1):78-81.
75. Saka B, Kaya O, Ozturk GB, Erten N, Karan MA. Malnutrition in the elderly and its relationship with other geriatric syndromes. *Clin Nutr* 2010;29(6):745-8.
76. Ülger Z, Halil M, Kalan I, Yavuz BB, Cankurtaran M, Güngör E, et al. Comprehensive assessment of malnutrition risk and related factors in a large group of community-dwelling older adults. *Clin Nutr* 2010; 29(4):507-11.
77. Kim HS, Park HM, Kim H, Lee HS, Son DH, Lee YJ. Association between the severity of periodontitis and osteoarthritis in middle-aged and older patients with type 2 diabetes mellitus: a nationwide population-based study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2022;74(3):403-409.

78. Nawai A, Phongphanngam S, Khumrunsee M, Leveille SG. Factors associated with nutrition risk among community-dwelling older adults in Thailand. *Geriatr Nurs* 2021;42(5):1048-55.
79. Martel-Pelletier J, Barr AJ, Cicuttini FM, Conaghan PG, Cooper C, Goldring MB, et al. Osteoarthritis. *Nat Rev Dis Primers* 2016;2:16072.
80. Marshall M, Watt FE, Vincent TL, Dziedzic K. Hand osteoarthritis: clinical phenotypes, molecular mechanisms and disease management. *Nat Rev Rheumatol* 2018; 14(11):641-56.
81. Tavares M, Lindefeld Calabi KA, San Martin L. Systemic diseases and oral health. *Dent Clin North Am* 2014;58(4):797-814.
82. Boland M. Human digestion--a processing perspective. *J Sci Food Agric* 2016;96(7):2275-83.
83. Schirmer M, Smeekens SP, Vlamakis H, Jaeger M, Oosting M, Franzosa EA, et al. Linking the human gut microbiome to inflammatory cytokine production capacity. *Cell* 2016;167(4):1125-36.

Corresponding Author

Kanyawat Rattanasuwan

Department of Oral Medicine and Periodontology,

Faculty of Dentistry, Mahidol University,

Bangkok 10400

Tel.: +66 22 007 841, +66 81 701 2202

Fax: +66 22 007 840

E-mail: kanyawat.rat@mahidol.edu

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์กับภาวะ ทุพโภชนาการในผู้สูงอายุกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย

กันยวีร์ ชาติกิตติคุณวงศ์* กันยวีร์ รัตนสุวรรณ**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์กับภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุ รวมถึงศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะทุพโภชนาการ การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวางในอาสาสมัครอายุ ≥ 60 ปี ที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลทั่วไป การวัดขนาดของร่างกาย และการประเมินความสามารถในการเคี้ยวอาหารด้วยตนเอง ใช้แบบบันทึกการตรวจทางคลินิกเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะปริทันต์ จำนวนซี่ฟัน และจำนวนฟันคู่สบ ร่วมกับการประเมินภาวะโภชนาการ มีอาสาสมัครเข้าร่วม 82 คน แบ่งตามภาวะโภชนาการที่พบได้ 2 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มภาวะโภชนาการปกติ (82.9%) และ 2. กลุ่มเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการ (17.1%) จากการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์กับภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุทางสถิติ ($p=0.557$) พบว่าปัจจัยเรื่องระดับการศึกษาส่งผลต่อภาวะโภชนาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.009$) และพบร้อยละของผู้สูงอายุที่เป็นโรคนอนไม่หลับและโรคข้อเสื่อมอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการมากกว่ากลุ่มภาวะโภชนาการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.003$ และ $p=0.042$) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุที่เป็นโรคซึมเศร้าอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการมากกว่าผู้สูงอายุกลุ่มอื่น (14.3% : 1.5%) จากการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์กับภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุ แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคนอนไม่หลับ โรคข้อเสื่อม และโรคซึมเศร้ากับความเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุ ดังนั้นผู้สูงอายุที่มีอาการ ในโรคดังกล่าวอาจมีความเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

คำใบ้รหัส: ภาวะทุพโภชนาการ/ ผู้สูงอายุ/ โรคปริทันต์อักเสบ

ผู้รับผิดชอบบทความ

กันยวีร์ รัตนสุวรรณ

ภาควิชาเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันต์วิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02 200 7841, 081 701 2202

โทรสาร: 02 200 7840

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: kanyawat.rat@mahidol.edu

* กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

** ภาควิชาเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันต์วิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

ผลของการปนเปื้อนเลือดต่อความต้านทานการหลุดออกของแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์สามชนิดในแบบจำลองรูทะลุง่ามรากฟัน

อารยา กลอดูนันท์* ชินาลย์ ปิยะชน** กุลนันท์ คำรงวุฒิ**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานการหลุดออกของแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์สามชนิดในสภาวะที่มีและไม่มีการปนเปื้อนเลือด ศึกษาในฟันกรามแท่งจำนวน 48 ซี่ ทำให้เกิดรูทะลุบริเวณกึ่งกลางง่ามรากฟันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 มิลลิเมตร ความลึก 2 มิลลิเมตร สุ่มแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีการปนเปื้อนเลือดและกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือด และแบ่งกลุ่มย่อย 3 กลุ่มตามชนิดของวัสดุที่ทดสอบ ได้แก่ ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ ไบโอเดนทีน และเรโทรเอ็มทีเอ แต่ละกลุ่มย่อยมีจำนวนตัวอย่าง 8 ซี่ กลุ่มที่มีการปนเปื้อนเลือดนำมาทำให้เกิดการปนเปื้อนเลือดบริเวณรูทะลุก่อนอุดวัสดุ กลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือดจะเปลี่ยนจากการใส่เลือดเป็นน้ำเกลือ เก็บตัวอย่างในสภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำมาทดสอบความแข็งแรงพันธะผลัดออกด้วยเครื่องทดสอบสากล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางและการทดสอบซีแนคที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ศึกษารูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรมกำลังขยาย 25 เท่า ผลการศึกษาพบว่าในทั้งสองสภาวะไบโอเดนทีนมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงกว่าไวท์โปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเออย่างมีนัยสำคัญ ส่วนไวท์โปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอมีความต้านทานการหลุดออกไม่แตกต่างกัน และในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดวัสดุทั้งสามชนิดมีความต้านทานการหลุดออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสภาวะที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือด พบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดแบบผสมมากที่สุด (ร้อยละ 89.58) จากการศึกษาสรุปได้ว่าการปนเปื้อนเลือดส่งผลให้ความต้านทานการหลุดออกของแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์ทั้งสามชนิดลดลง โดยไบโอเดนทีนมีค่าความต้านทานการหลุดออกมากกว่าไวท์โปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอ

คำใบ้รหัส : การปนเปื้อนเลือด/ ความต้านทานการหลุดออก/ ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ/ ไบโอเดนทีน/ เรโทรเอ็มทีเอ

Received: May 31, 2022

Revised: Mar 27, 2023

Accepted: April 07, 2023

บทนำ

รูทะลุรากฟัน (Root perforation) คือการเกิดช่องทางติดต่อระหว่างระบบคลองรากฟัน (Root canal system) และพื้นผิวภายนอกฟัน (External tooth surface)¹ เป็นสาเหตุหนึ่งของความล้มเหลวในการรักษาคอนโรกฟันและอาจนำไปสู่การถอนฟันในอนาคต² โดยเฉพาะเมื่อเกิดรูทะลุบริเวณง่ามรากฟัน (Furcation perforation) ซึ่งมักมีการพยากรณ์โรคไม่ดีเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรีย (Bacteria) ได้ง่าย อาจนำไปสู่การทำลายเนื้อเยื่อปริทันต์ (Periodontal tissues) และสูญเสียกระดูกบริเวณนั้น³ จึงควรซ่อมแซมรูทะลุบริเวณดังกล่าวด้วยวัสดุที่เหมาะสมโดยเร็ว วัสดุที่ใช้ควรมีคุณสมบัติความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ มีความคงตัว ไม่ละลายง่าย มีความทึบรังสี มีการพ่นที่ดี⁴ นอกจากนี้คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ความต้านทานการหลุดออก

(Dislodgement resistance) เพื่อวัสดุจะสามารถยึดติดกับผนังคลองรากฟันและคงอยู่ในตำแหน่งเดิมได้แม้ได้รับแรงบดเคี้ยวจากด้านบน^{5,6} โดยความแข็งแรงพันธะ (Bond strength) ระหว่างวัสดุซ่อมรูทะลุรากฟันและเนื้อฟันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้วัสดุมีความต้านทานการหลุดออกเมื่อได้รับแรงกระทำ

มินอรัลไตรออกไซด์แอ็กเกรเกทหรือเอ็มทีเอ (Mineral trioxide aggregate; MTA) เป็นวัสดุในกลุ่มแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์ (Calcium silicate cement) ปัจจุบันวางจำหน่ายในชื่อไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (White ProRoot® MTA, Dentsply Tulsa, OK, USA) มีคุณสมบัติที่หลายประการเหมาะสำหรับการซ่อมรูทะลุรากฟันทั้งความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (Biocompatibility) สูง ไม่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ มีความสามารถในการพ่น (Sealing ability) ที่ดี^{7,8} นอกจากนี้ยังพบว่า การซ่อมรูทะลุ

* นิสิตปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตคลินิก (วิทยาเอ็นโดคอนด์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ

รากฟันด้วยเอมทิโอประสบความสำเร็จในการรักษาสูง⁹ นับว่าเอมทิโอเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการซ่อมรูทะลุรากฟัน

ถึงแม้ว่าเอมทิโอจะเป็นวัสดุทางเลือกในการซ่อมรูทะลุรากฟันแต่มีข้อด้อย คือ ระยะเวลาการก่อตัว (Setting time) นาน ใช้งานยาก และใช้บิสมีทออกไซด์ (Bismuth oxide) ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน^{10,11} เป็นสารที่บร้งสี ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุในกลุ่มแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์เพื่อปรับปรุงข้อด้อยดังกล่าวโดยยังคงคุณสมบัติที่ดีของเอมทิโอไว้ ได้แก่ ไบโอเดนทีน (Biodentine[®], Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France) ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคล้ายกับเอมทิโอแต่ในส่วนเหลวมีแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและมีโพลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ (Hydrosoluble polymer) ซึ่งช่วยลดปริมาณน้ำในระหว่างเกิดปฏิกิริยาทำให้ไบโอเดนทีนมีระยะเวลาการก่อตัวเร็วประมาณ 10-12 นาที¹² และยังใช้สารที่บร้งสีเป็นเป็นเซอร์โคเนียมออกไซด์ (Zirconium oxide) ซึ่งไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน¹¹ เรโทรเอมทิโอ (RetroMTA[®], BioMTA, Seoul, Korea) มีส่วนประกอบหลักคือ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) ซึ่งมีอนุภาคนาขนาดเล็กทำให้เกิดปฏิกิริยากับส่วนของน้ำได้งาขมพูนทั้งแคลเซียมคาร์บอเนตยังทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอีกทางหนึ่ง จึงทำให้เรโทรเอมทิโอมีระยะเวลาการก่อตัวสั้นเพียง 180 วินาที¹² และใช้สารประกอบแคลเซียมเซอร์โคเนีย (Calcium zirconia complex) เป็นสารที่บร้งสีจึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน¹³ วัสดุเหล่านี้อาจเป็นวัสดุทางเลือกหนึ่งที่ใช้ซ่อมรูทะลุรากฟันนอกเหนือจากเอมทิโอ

อย่างไรก็ตามในระหว่างการซ่อมรูทะลุรากฟันอาจมีการปนเปื้อนเลือดได้ ซึ่งการปนเปื้อนเลือดอาจส่งผลให้ความต้านทานการหลุดออกของวัสดุลดลง Vanderweel และคณะ¹⁴ และ Rahimi และคณะ¹⁵ พบว่าเมื่อใช้เอมทิโอเป็นวัสดุซ่อมรูทะลุรากฟันในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดขณะอุดวัสดุจะส่งผลทำให้ความต้านทานการหลุดออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ Adl และคณะ¹⁶ กล่าวว่าในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดจะทำให้ความต้านทานการหลุดออกของไบโอเดนทีนลดลง แต่ Aggarwal และคณะ¹⁷ พบว่าความต้านทานการหลุดออกของเอมทิโอและไบโอเดนทีนในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดและไม่มีการปนเปื้อนเลือดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึง Singla และคณะ¹⁸ ที่พบว่าการปนเปื้อนเลือดส่งผลให้ไบโอเดนทีนมีความต้านทานการหลุดออกเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่สามารถสรุปได้ว่าการปนเปื้อนเลือดของวัสดุในกลุ่มแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์ขณะอุดซ่อมรูทะลุรากฟันส่งผลให้ความต้านทานการหลุดออกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยยังมีผลที่ขัดแย้งกันและมีการศึกษาไม่มาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปนเปื้อนเลือดต่อความต้านทานการหลุดออกของแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์สามชนิด ได้แก่ เอมทิโอ ไบโอเดนทีน และเรโทรเอมทิโอเมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุซ่อมรูทะลุรากฟัน โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการเลือกวัสดุซ่อมรูทะลุรากฟันเพื่อการใช้งานทางคลินิกต่อไป ซึ่งผลการศึกษายังสามารถนำไปเทียบเคียงกับการเกิดรูทะลุบริเวณอื่นได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

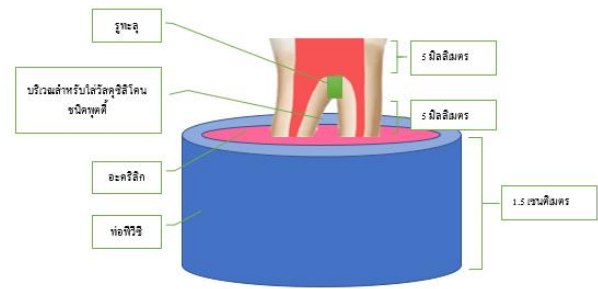
คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*power เวอร์ชัน 3.1.9.4 โดยใช้ขนาดอิทธิพล (Effect size) อ้างอิงจาก Adl และคณะ¹⁶ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 8 โดยการศึกษาได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง SWUEC-335/2564X ทำการเตรียมฟันกรามแท้ของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 48 ซี่ โดยคัดเลือกฟันที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์และมีรากแยก ไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ไม่มีรอยผุ และไม่เป็นฟันที่ได้รับการรักษารากฟันมาก่อนโดยใช้ทั้งฟันกรามบนและฟันกรามล่างที่มีทั้งรากแยกสองและสามราก (Bifurcation, Trifurcation) ซึ่งก่อนนำมาศึกษาจะทำการถ่ายภาพรังสีของฟันแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น และคัดเลือกฟันที่มีความหนาบริเวณง่ามรากฟันอยู่ในช่วง 2-3 มิลลิเมตร

ทำการเปิดทางเข้าสู่โพรงฟันและกรอตัดส่วนของตัวฟันบางส่วนออกโดยตัดที่บริเวณเหนือต่อฟันโพรงฟัน 5 มิลลิเมตร ผสมวัสดุซิลิโคนชนิดพุดดี (Silicone putty; I-Sil, Spident, Incheon, Korea) พิมพ์ลงในบริเวณง่ามรากฟันโดยมีขอบเขตไม่เกินระยะ 5 มิลลิเมตร วัดจากง่ามรากฟัน เตรียมท่อพีวีซีขนาด 3/4 นิ้ว ตัดให้มีความสูง 1.5 เซนติเมตร จำนวน 48 ชิ้น ผสมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเองใส่ในท่อพีวีซีที่เตรียมไว้ จากนั้นนำฟันที่มีวัสดุซิลิโคนชนิดพุดดีฝังลงในอะคริลิกโดยฝังบางส่วนของรากฟันให้จมลงในอะคริลิกและเหลือพื้นที่ระหว่างง่ามรากฟันและอะคริลิกเอาไว้ 5 มิลลิเมตร และปรับให้ฟันโพรงฟันขนานกับพื้น นำวัสดุซิลิโคนชนิดพุดดีออกมาและเก็บไว้ใช้ในขั้นตอนต่อไปโดยจะใช้วัสดุพิมพ์หนึ่งชิ้นต่อฟันหนึ่งซี่

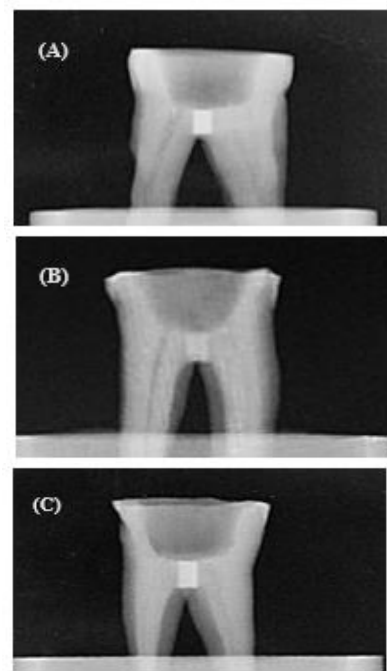
สร้างรูทะลุบริเวณกึ่งกลางง่ามรากฟันด้วยหัวกรอกเกล็ดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กรอแต่งให้รูทะลุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรอกเกล็ดกลัดเดน (Gates Glidden drill) เบอร์ 5 วัดความลึกของรูทะลุด้วยเครื่องมือตรวจปริทันต์ (Periodontal probe) ควบคุมความลึกให้อยู่ที่ 2 มิลลิเมตร โดยตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม (Dental operating microscope; Zeiss, Carl Zeiss Meditec AG, Oberkochen, Germany) หากบริเวณใดที่มีความหนาเกินจะถูกกรอแต่งให้มีความลึกตามที่กำหนดไว้ แต่ถ้ามีบริเวณใดที่มีความลึกไม่ถึง 2 มิลลิเมตร พื้นซึ่งนั้นจะถูกตัดออกจากการทดลอง แบบจำลอง (รูปที่ 1) จากนั้นล้างทำความสะอาดรูทะลุด้วยน้ำเกลือ (Normal saline) 5 มิลลิตร ก่อนทำการทดลองขั้นต่อไป

แบบจำลองฟันที่เตรียมได้จะถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 ซี่ คือ กลุ่มที่มีการปนเปื้อนเลือดและกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือด และแบ่งแต่ละกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ซี่ ได้แก่ กลุ่มที่อุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟันด้วยไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (White ProRoot® MTA, Dentsply Tulsa, OK, USA) เรโทรเอ็มทีเอ (RetroMTA®, BioMTA, Seoul, Korea) และไบโอเดนทีน (Biodentine®, Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France) เตรียมการปนเปื้อนเลือดในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนเลือดโดยใช้กระบอกฉีดขนาด 1 มิลลิตร ร่วมกับเข็มฉีดยาขนาด 25 หยดเลือดปริมาตร 0.1 มิลลิตร ให้ไหลผ่านบริเวณที่ทำรูทะลุเตรียมไว้ โดยใช้เลือดมนุษย์ที่เตรียมจากเลือดของผู้วิจัย จากนั้นใช้ยางเป่าลม (Rubber blower) เป่าเลือดออกจากรูทะลุหนึ่งครั้ง สังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรมจะเห็นเลือดเคลือบอยู่บริเวณผนังโดยรอบของรูทะลุ ถ้าเคลือบไม่สม่ำเสมอจะล้างและทำซ้ำจนเห็นเลือดเคลือบอยู่โดยรอบ สอดวัสดุซิลิโคนชนิดพุดดีที่เตรียมไว้ในช่องว่างระหว่างง่ามรากฟันและอะคริลิก จากนั้นผสมวัสดุตามอัตราส่วนที่บริษัทกำหนด นำวัสดุใส่ลงบริเวณรูทะลุด้วยเครื่องนำอะมัลกัม (Amalgam carrier) แล้วใช้เอ็นโดคอนดักพ러그เกอร์ (Endodontic plugger) กดวัสดุให้แน่นเต็ม และใช้สำลึชุบน้ำหมาดวางบนพื้นผิวด้านบนของวัสดุอุดหลังจากอุดเสร็จ กลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือดให้ทำขั้นตอนเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเลือดเป็นน้ำเกลือแทน

นำตัวอย่างไปถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบคุณภาพการอุดว่าแน่นเต็ม (รูปที่ 2) จากนั้นนำวัสดุซิลิโคนชนิดพุดดีออกและห่อตัวอย่างด้วยผ้าก๊อซ (Gauze) ชุบน้ำหมาดก่อนนำไปบ่มไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Degree Celsius) ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน



รูปที่ 1 ลักษณะของแบบจำลอง
Figure 1 The furcation perforation model



รูปที่ 2 ภาพรังสีภายหลังการอุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟัน
(A) ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (B) ไบโอเดนทีน (C) เรโทรเอ็มทีเอ
Figure 2 Radiographic images after furcation perforation repaired
(A) White ProRoot MTA (B) Biodentine (C) Retro MTA

ประเมินความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ โดยใช้การทดสอบความแข็งแรงพันธะผลึกออก (Push-out bond strength test) ด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine; EZ-test, Shimadzu, Kyoto, Japan) ใช้หัวกดทดสอบรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กดลงบนวัสดุทิศทางไปยังปลายรากฟัน (Apical) ด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกว่าวัสดุจะหลุดออกจากรูทง่ามรากฟัน (รูปที่ 3) บันทึกค่าแรงที่มากที่สุดก่อนวัสดุจะหลุดออกจากรูทง่ามรากฟัน และนำมาคำนวณค่าความแข็งแรงพันธะผลึกออกในหน่วยเมกะปาสกาล (Megapascal; MPa) ดังสมการ

$$\text{ค่าความแข็งแรงพันธะผลึกออก (MPa)} = \frac{\text{ค่าแรงที่บันทึก (N)}}{\text{พื้นที่ที่เกิดพันธะ (mm}^2\text{)}}$$



รูปที่ 3 การทดสอบความแข็งแรงพันธะผลึกออกโดยใช้เครื่องทดสอบสากล
Figure 3 Push-out bond strength test by using universal testing machine

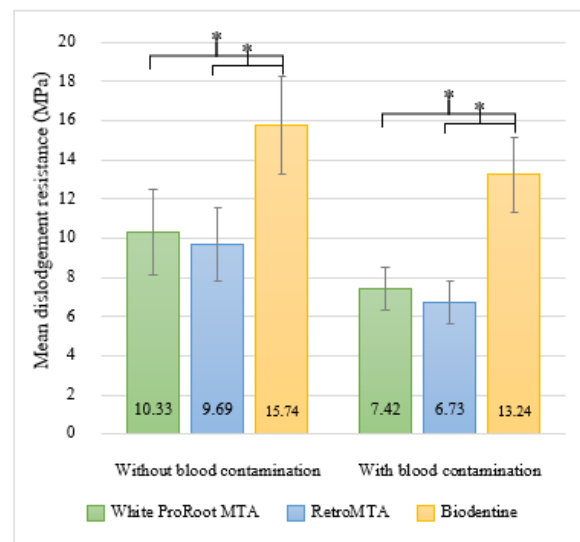
ศึกษารูปแบบความล้มเหลวของการยึดติด (Failure patterns) นำตัวฟันออกจากอะคริลิกและวาดเส้นเพื่อกำหนดตำแหน่งการตัดลงบนตัวฟันโดยให้เส้นนั้นแบ่งชิ้นตัวอย่างออกเป็นสองส่วนในแนวตั้งฉากกับพื้นโพรงฟันและให้ขาดผ่านบริเวณรูทุดัดตัวฟันออกเป็นสองส่วนด้วยคาร์บอนดำติดสีกตามเส้นที่วาด สังเกตบริเวณพื้นผิวรอยต่อของผนังรากฟันกับวัสดุภายในได้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรมกำลังขยาย 25 เท่า บันทึกรูปแบบความล้มเหลวที่พบเป็นความล้มเหลวแบบยึดติด (Adhesive failure), ความล้มเหลวแบบเชื่อมแน่น (Cohesive failure) และความล้มเหลวแบบผสม (Mixed failure)

นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยการทดสอบชาไฟโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk Test) จากนั้นเปรียบเทียบค่าความต้านทานการหลุดของแต่ละกลุ่มทดลอง

ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) และการทดสอบซิดาค (Sidak test) โดยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

ผล

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางพบว่าทั้งชนิดของวัสดุที่ต่างกันและสถานะที่มีหรือไม่มีกรปนเปื้อนเลือดมีผลต่อค่าความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ โดยเมื่อพิจารณาจากชนิดของวัสดุที่ดูภายใต้สภาวะเดียวกันพบว่าในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดไบโอเดนทินมีค่าความต้านทานการหลุดออก (13.24 ± 1.92 เมกะปาสกาล) สูงกว่าไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (7.42 ± 1.09 เมกะปาสกาล) และเรโทรเอ็มทีเอ (6.73 ± 1.08 เมกะปาสกาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไวท์โปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอมีค่าความต้านทานการหลุดออกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในสภาวะที่ไม่มีกรปนเปื้อนเลือดผลการศึกษาก้าวไปทางเดียวกันกับสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดโดยไบโอเดนทินมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงที่สุด (15.74 ± 2.49 เมกะปาสกาล) ตามด้วยไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (10.33 ± 2.17 เมกะปาสกาล) และเรโทรเอ็มทีเอ (9.69 ± 1.87 เมกะปาสกาล) ซึ่งไวท์โปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4, ตารางที่ 1)



* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

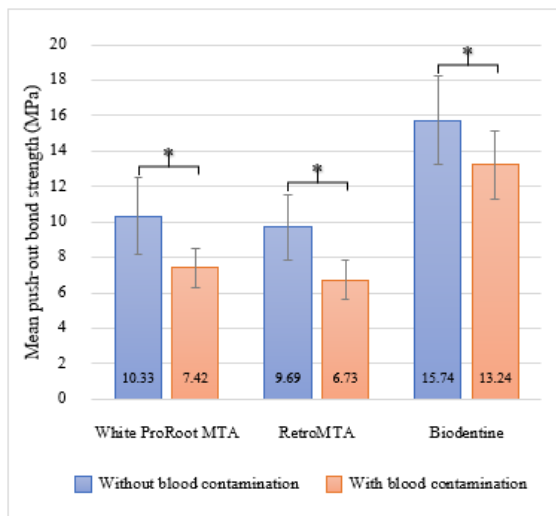
* Statistically significant difference ($p < 0.05$)

รูปที่ 4 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงพันธะผลึกออกจำแนกตามการมีหรือไม่มีกรปนเปื้อนเลือด

Figure 4 Bar chart shows the means push-out bond strength classified by presence or absence of blood contamination

เมื่อพิจารณาจากสภาวะที่มีหรือไม่มีการปนเปื้อนเลือดเมื่ออุดด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน พบว่าในสภาวะที่มีการปนเปื้อนเลือดความต้านทานการหลุดออกของวัสดุทั้งสามชนิดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสภาวะที่ไม่มีการปนเปื้อนเลือด (รูปที่ 5, ตารางที่ 1)

พบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดแบบผสมคิดเป็นร้อยละ 89.58 ความล้มเหลวแบบเชื่อมแน่นคิดเป็นร้อยละ 10.42 และไม่พบความล้มเหลวแบบยึดติดในทุกกลุ่มการทดลอง (รูปที่ 6)

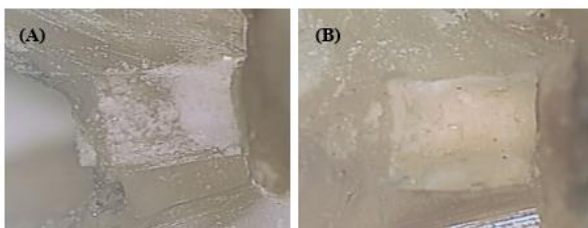


* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* Statistically significant difference ($p < 0.05$)

รูปที่ 5 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงพันธะผลัดออกของวัสดุจำแนกตามชนิดของวัสดุ

Figure 5 Bar chart shows the means push-out bond strength classified by types of material



รูปที่ 6 รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติด (A) ความล้มเหลวแบบเชื่อมแน่น (B) ความล้มเหลวแบบผสม

Figure 6 Failure patterns (A) Mixed failure (B) Cohesive failure

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงพันธะผลัดออก (เมกะปาสกาล) สำหรับไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ เรโทรเอ็มทีเอ และไบโอเดนทีน ที่มีและไม่มี การปนเปื้อนเลือด

Table 1 Mean and standard deviations of push-out bond strength (MPa) for White ProRoot MTA, Retro MTA, and Biodentine with and without blood contamination

Material	Mean push-out bond strength $\pm$ S.D. (MPa)	
	Without blood contamination	With blood contamination
White ProRoot MTA	10.33 $\pm$ 2.17 ^{Aa}	7.42 $\pm$ 1.09 ^{Ab}
RetroMTA	9.69 $\pm$ 1.87 ^{Aa}	6.73 $\pm$ 1.08 ^{Ab}
Biodentine	15.74 $\pm$ 2.49 ^{Ba}	13.24 $\pm$ 1.92 ^{Bb}

- อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ($p < 0.05$)
- อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ($p < 0.05$)
- Different superscript uppercase letters indicate intracolumn significant difference by two-way ANOVA ($p < 0.05$).
- Different superscript lowercase letters indicate intrarow significant difference by two-way ANOVA ($p < 0.05$).

บทวิจารณ์

การศึกษานี้พบว่าไบโอเดนทีนมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงสุดทั้งในสภาวะมีและไม่มี การปนเปื้อนเลือด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Adl และคณะ¹⁶ Aggarwal และคณะ¹⁷ Guneser และคณะ¹⁹ และ Akcay และคณะ²⁰ ที่พบว่าไบโอเดนทีนมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงกว่าโปรรูทเอ็มทีเอ อาจเนื่องมาจาก ไบโอเดนทีนมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอ โดยอนุภาคส่วนใหญ่ของไบโอเดนทีนมีขนาดเล็กกว่า 7.51 ไมโครเมตร ส่วนโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอมีขนาดอนุภาคส่วนใหญ่เล็กกว่า 19.386 ไมโครเมตร และ 24.948 ไมโครเมตรตามลำดับ²¹ อนุภาคที่เล็กของไบโอเดนทีนทำให้ซีเมนต์สามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ดีกว่าและเกิดโครงสร้างแบบแท็ก (Tag-like structure) ซึ่งช่วยเพิ่มการยึดติดเชิงกลขนาดเล็ก (Micromechanical retention)^{19, 22} ระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟันทำให้ไบโอเดนทีนมีค่าความต้านทานการหลุดออกมากกว่าโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอ นอกจากนี้ยังพบว่าไบโอเดนทีนสามารถปลดปล่อยแคลเซียมได้มากกว่าโปรรูทเอ็มทีเอ²³ เมื่อแคลเซียมที่ปลดปล่อยออกมาสัมผัสกับของเหลวในเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบของฟอสเฟตจะเกิดการสร้างผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) ช่วยเสริมการยึดติด

ระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟัน^{20, 24} จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไบโอเดนทินมีความต้านทานการหลุดออกมากกว่าโปรรูทเอ็มทีเอ

แต่ผลการศึกษานี้ขัดแย้งกับการศึกษาของ Üstün และคณะ²⁵ ซึ่งพบว่าไบโอเดนทินมีค่าความต้านทานการหลุดออกน้อยกว่าโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอ โดยการศึกษาดังกล่าวเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนนำมาทดสอบความแข็งแรงพันธะผลึกออกซึ่งเป็นเวลานานกว่าการศึกษานี้ การเก็บตัวอย่างไว้นานอาจช่วยเพิ่มความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ เนื่องจากแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์จะยังมีปฏิกิริยาการก่อตัวต่อเนื่องได้แม้ผ่านช่วงเวลาที่วัสดุก่อตัวสมบูรณ์แล้ว ทำให้วัสดุมีความต้านทานการหลุดออกเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป^{26, 27} แม้ในช่วงแรกไบโอเดนทินจะมีความต้านทานการหลุดออกสูงเนื่องจากมีอนุภาคเล็กสามารถแทรกเข้าไปในช่องเนื้อฟันได้มากทำให้มีการยึดติดที่ดี แต่เมื่อเวลาผ่านไปโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอต่างก็มีปฏิกิริยาการก่อตัวเกิดขึ้นต่อเนื่องส่งผลให้ความต้านทานการหลุดออกเพิ่มขึ้นตามเวลาดังนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างไว้นานขึ้นมากกว่า 1 สัปดาห์จากการศึกษานี้ ความต้านทานการหลุดออกของโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอจึงอาจสูงขึ้นจนเทียบเท่าหรือมากกว่าไบโอเดนทินได้

การศึกษานี้ยังพบว่าไวก์โปรรูทเอ็มทีเอมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงกว่าเรโทรเอ็มทีเอเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในสภาวะมีและไม่มี การปนเปื้อนเลือด สอดคล้องกับการศึกษาของ Üstün และคณะ²⁵ ซึ่งอาจเนื่องมาจากขนาดอนุภาคของโปรรูทเอ็มทีเอและเรโทรเอ็มทีเอมีขนาดใกล้เคียงกัน²¹ อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับเรโทรเอ็มทีเอยังมีน้อยและต้องการ การศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

การศึกษานี้พบว่าการปนเปื้อนเลือดทำให้ความต้านทานการหลุดออกของวัสดุทั้งสามชนิดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Vanderweele และคณะ¹⁴ Rahimi และคณะ¹⁵ และ Adl และคณะ¹⁶ แต่ขัดแย้งกับ Aggarwal และคณะ¹⁷ และ Üstün และคณะ²⁵ ที่พบว่าการปนเปื้อนเลือดไม่ได้ทำให้ความต้านทานการหลุดออกของวัสดุเปลี่ยนไป และ Singla และคณะ¹⁸ ที่พบว่าการปนเปื้อนเลือดส่งผลให้ไบโอเดนทินมีความต้านทานการหลุดออกเพิ่มขึ้น

เลือดมีส่วนประกอบที่เป็นเซลล์เม็ดเลือดและโปรตีนซึ่งจะไปอุดปิดช่องเนื้อฟันและทำให้เกิดช่องว่างระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟัน ขัดขวางการเกิดพันธะเชิงกลและ

เชิงเคมีระหว่างวัสดุกับเนื้อฟันจนทำให้ความต้านทานการหลุดออกของวัสดุลดลง^{15, 28} แต่อาจเกิดขึ้นเพียงบางส่วนวัสดุ จึงยังคงยึดติดกับเนื้อฟันได้อยู่ นอกจากนี้เลือดยังขัดขวางปฏิกิริยาการก่อตัวของวัสดุทำให้วัสดุก่อตัวไม่สมบูรณ์²⁹ Marquezan และคณะ²⁸ กล่าวว่าในระหว่างการก่อตัวอาจเกิดการรวมตัวของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (Calcium silicate hydrate; C-S-H) และเลือดเกิดเป็นสารประกอบ C-S-H-blood ส่งผลต่อการก่อตัวของซีเมนต์และการเกิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้การก่อตัวของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ลดลง³⁰ และส่งผลเสียต่อความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ

การศึกษานี้พบว่ารูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดของวัสดุทั้งในสภาวะมีและไม่มี การปนเปื้อนเลือดส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวแบบผสมและไม่พบรูปแบบความล้มเหลวแบบยึดติดในทุกกลุ่มการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของ Rahimi และคณะ¹⁵ และ Adl และคณะ¹⁶ ที่พบว่ารูปแบบความล้มเหลวส่วนใหญ่ของโปรรูทเอ็มทีเอและไบโอเดนทินทั้งในสภาวะที่มีและไม่มี การปนเปื้อนเลือดเป็นแบบผสม ซึ่งความล้มเหลวแบบผสมแสดงให้เห็นว่าวัสดุเองยังสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีในบางบริเวณ³¹ และการไม่พบรูปแบบความล้มเหลวแบบยึดติดในทุกกลุ่ม รวมถึงการพบรูปแบบความล้มเหลวแบบเชื่อมแน่นซึ่งเป็นความล้มเหลวที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุ แสดงให้เห็นว่าวัสดุทั้งสามชนิดค่อนข้างมีการยึดติดกับเนื้อฟันที่ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Han และ Okiji²⁴ ซึ่งศึกษาลักษณะบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุไบโอเดนทินและเอ็มทีเอพบโครงสร้างเป็นแท่งบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุซึ่งเป็นตัวช่วยส่งเสริมการยึดติด

การศึกษานี้ประเมินค่าความต้านทานการหลุดออกของวัสดุโดยใช้การทดสอบความแข็งแรงพันธะผลึกออกซึ่งเป็นการทดสอบหนึ่งที่สามารถใช้ประเมินความแข็งแรงพันธะระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุ ซึ่งค่าความแข็งแรงพันธะที่ได้จะแสดงถึงความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ โดยเลือกทดสอบวัสดุหลังผสม 7 วัน เนื่องจากค่าความแข็งแรงพันธะของโปรรูทเอ็มทีเอและไบโอเดนทินหลังผสมในวันที่ 7 มากกว่าวันแรกอย่างมีนัยสำคัญ^{14, 15, 17} และหลายการศึกษาแนะนำให้บูรณะวัสดุภายในวันที่ 7 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่วัสดุมีความต้านทานการหลุดออกสูง^{14, 17} เนื่องจากคุณสมบัติของแคลเซียมซิลิเกตซีเมนต์ที่ความต้านทานการหลุดออกสามารถเพิ่มขึ้นได้เมื่อเวลาผ่านไป^{26, 27}

การทดสอบความแข็งแรงพันธะผลึกออกควรมีการเลือกขนาดหัวกดทดสอบที่เหมาะสม Pane และคณะ³² แนะนำว่าหัวกดทดสอบควรมีขนาดขนาดอยู่ระหว่างร้อยละ 50-90 ของเส้นผ่านศูนย์กลางคลองรากฟัน Chen และคณะ³³ แนะนำว่าหัวกดทดสอบควรมีขนาดไม่เกินร้อยละ 85 ของเส้นผ่านศูนย์กลางคลองรากฟัน การศึกษานี้จึงใช้หัวกดทดสอบขนาด 1 มิลลิเมตร กับเส้นผ่านศูนย์กลางรูทะลุขนาด 1.3 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 77 ของเส้นผ่านศูนย์กลางรูทะลุ สำหรับการความลึกของรูทะลุ Deutsch และ Musikan³⁴ พบว่าความหนาเฉลี่ยของเนื้อฟันบริเวณง่ามรากฟันในฟันกรามคือ 2.96 ± 0.78 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงเตรียมความลึกของรูทะลุเท่ากับ 2 มิลลิเมตร เทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้^{15-17, 25} ทำให้สามารถเปรียบเทียบค่าได้ การศึกษานี้ใช้ทั้งฟันกรามบนและฟันกรามล่างโดยมีทั้งรากแยกสองและสามราก โดย Singla และคณะ¹⁸ พบว่าการใช้ฟันทั้งสองแบบไม่มีผลต่อผลการทดลอง

การศึกษานี้ใช้น้ำเกลือในการล้างทำความสะอาดรูทะลุก่อนอุด เนื่องจากต้องการลดผลกระทบจากชนิดของน้ำยาล้างคลองรากฟันต่อค่าความต้านทานการหลุดออกของวัสดุ เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) ซึ่ง Alsubait³⁵ พบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์ส่งผลให้ความแข็งแรงพันธะระหว่างโปรรูทเอมทิเอและเนื้อฟันเพิ่มขึ้นแต่ทำให้ความแข็งแรงพันธะของไบโอเดนตินลดลง คลอร์เฮกซิดีน (Chlorhexidine) เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันอีกชนิดที่มีการแนะนำให้ใช้ทางคลินิกในกรณีที่เกิดรูทะลุ Singh และคณะ³⁶ พบว่าคลอร์เฮกซิดีนส่งผลเสียต่อความแข็งแรงพันธะของเอมทิเอแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงพันธะของไบโอเดนติน

ในการศึกษานี้มีการนำวัสดุซิลิโคนชนิดพุดต้ออกก่อนนำตัวอย่างไปบ่มไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิซึ่งวัสดุอาจยังก่อตัวไม่เต็มที่โดยเฉพาะกับโปรรูทเอมทิเอที่มีระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (Initial setting time) อยู่ที่ 70-74 นาที และระยะเวลาการก่อตัวสุดท้าย (Final setting time) อยู่ที่ 210-320 นาที¹² ซึ่งกรณีนี้อาจไม่ได้ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงพันธะระหว่างวัสดุกับตัวฟัน เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงพันธะมีส่วนใหญ่มาจากการที่มีสิ่งขัดขวางไม่ให้วัสดุเกิดพันธะกับตัวฟัน¹⁵ หรือมีสิ่งขัดขวางปฏิกิริยาการก่อตัวของวัสดุ²⁸ โดยขั้นตอนการนำวัสดุซิลิโคนชนิดพุดต้ออกมาได้ทำอย่างระมัดระวัง รวมถึงมีการตรวจความสมบูรณ์ของวัสดุก่อนนำเข้าสู่ควบคุมอุณหภูมิ

อย่างไรก็ตามควรหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนเลือดในขณะอุดซ่อมรูทะลุเพื่อให้ความต้านทานการหลุดออกรวมถึงคุณสมบัติด้านอื่นของวัสดุอยู่ในสถานะดีที่สุด แต่ในกรณีที่เกิดเลือดไม่ได้จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไบโอเดนตินมีค่าความต้านทานการหลุดออกสูงที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะปนเปื้อนเลือด ดังนั้นจึงอาจเป็นตัวเลือกหนึ่งสำหรับใช้อุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟันเมื่อไม่สามารถเลี่ยงการปนเปื้อนเลือดได้และจำเป็นต้องบูรณะด้านบนด้วยวัสดุที่ต้องใช้แรงกดสูง แม้ว่าความต้านทานการหลุดออกของวัสดุจะเป็นคุณสมบัติสำคัญในการพิจารณาเลือกวัสดุอุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟัน แต่ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านอื่นของวัสดุด้วย เช่น ความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ ความคงตัว การละลายตัว การเปลี่ยนสีฟัน และการฉีกของวัสดุ เป็นต้น

บทสรุป

ภายใต้การศึกษานี้พบว่าไบโอเดนตินมีความต้านทานการหลุดออกสูงที่สุดในสภาวะมีและไม่มี การปนเปื้อนเลือดเมื่อใช้เป็นวัสดุอุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟัน รองลงมาคือไวท์โปรรูทเอมทิเอและเรโทรเอมทิเอ ซึ่งไวท์โปรรูทเอมทิเอและเรโทรเอมทิเอมีความต้านทานการหลุดออกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองสภาวะ และพบว่าการปนเปื้อนเลือดในขณะอุดซ่อมรูทะลุง่ามรากฟันส่งผลให้ความต้านทานการหลุดออกของไบโอเดนติน ไวท์โปรรูทเอมทิเอ และเรโทรเอมทิเอลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges Á H. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res* 2018;32(suppl 1):e73.
- Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *J Endod* 2011;37(11):1512-5.
- Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12(6):255-64.
- Kakani AK, Veeramachaneni C, Majeti C, Tummala M, Khiyani L. A review on perforation repair materials. *J Clin Diagn Res* 2015;9(9):09-13.

5. Hashem AA, Wanees Amin SA. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an *in vitro* comparative study. J Endod 2012;38(2):245-9.
6. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. J Endod 2010; 36(1):16-27.
7. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. J Endod 1993;19(11):541-4.
8. Yildirim T, Gençoğlu N, Firat I, Perk C, Guzel O. Histologic study of furcation perforations treated with MTA or Super EBA in dogs' teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;100(1):120-4.
9. Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results. J Endod 2014;40(6):790-6.
10. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. J Endod 2014;40(8):1235-40.
11. Vallés M, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. J Endod 2013;39(4):525-8.
12. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. Int Endod J 2018;51(2):177-205.
13. Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, et al. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate-based materials: an *ex vivo* study. J Endod 2015;41(5):737-41.
14. Vanderweele RA, Schwartz SA, Beeson TJ. Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. J Endod 2006;32(5):421-4.
15. Rahimi S, Ghasemi N, Shahi S, Lotfi M, Froughreyhani M, Milani AS, et al. Effect of blood contamination on the retention characteristics of two endodontic biomaterials in simulated furcation perforations. J Endod 2013;39(5):697-700.
16. Adl A, Sadat Shojae N, Pourhatami N. Evaluation of the Dislodgement Resistance of a New Pozzolan-Based Cement (EndoSeal MTA) Compared to ProRoot MTA and Biodentine in the Presence and Absence of Blood. Scanning 2019;2019:3863069.
17. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. J Conserv Dent 2013;16(5):462-5.
18. Singla M, Verma KG, Goyal V, Jusuja P, Kakkar A, Ahuja L. Comparison of push-out bond strength of furcation perforation repair materials - glass ionomer cement type II, hydroxyapatite, mineral trioxide aggregate, and biodentine: an *in vitro* study. Contemp Clin Dent 2018;9(3):410-4.
19. Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. J Endod 2013;39(3): 380-4.
20. Akcay H, Arslan H, Akcay M, Mese M, Sahin NN. Evaluation of the bond strength of root-end placed mineral trioxide aggregate and Biodentine in the absence/presence of blood contamination. Eur J Dent 2016;10(3):370-5.
21. Ha WN, Bentz DP, Kahler B, Walsh LJ. D90: The strongest contributor to setting time in mineral trioxide aggregate and portland cement. J Endod 2015;41(7): 1146-50.
22. Saghir MA, Garcia-Godoy F, Gutmann JL, Lotfi M, Asatourian A, Ahmadi H. Push-out bond strength of a nano-modified mineral trioxide aggregate. Dental traumatology 2013;29(4):323-7.
23. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. Int Endod J 2013; 46(9):808-14.

24. Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J* 2011;44(12):1081-7.
25. Üstün Y, Topçuo lu HS, Akpek F, Aslan T. The effect of blood contamination on dislocation resistance of different endodontic reparative materials. *J Oral Sci* 2015;57(3):185-90.
26. Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod* 2006;32(9):894-6.
27. Chedella SC, Berzins DW. A differential scanning calorimetry study of the setting reaction of MTA. *Int Endod J* 2010;43(6):509-18.
28. Marquezan FK, Kopper PMP, Dullius AIdS, Ardenghi DM, Graziotin-Soares R. Effect of blood contamination on the push-out bond strength of calcium silicate cements. *Braz Dent J* 2018;29:189-94.
29. Nekoofar MH, Davies TE, Stone D, Basturk FB, Dummer PM. Microstructure and chemical analysis of blood-contaminated mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2011;44(11):1011-8.
30. Thanavibul N PA, Ratisoontorn C. Effects of blood contamination on apatite formation, pH and ion release of three calcium silicate-based materials. *J Dent Assoc Thai* 2019;69(3):324-33.
31. Kadić S, Baraba A, Miletić I, Ionescu A, Brambilla E, Ivanišević Malčić A, et al. Push-out bond strength of three different calcium silicate-based root-end filling materials after ultrasonic retrograde cavity preparation. *Clin Oral Investig* 2018;22(3): 1559-65.
32. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod* 2013;39(5):669-73.
33. Chen WP, Chen YY, Huang SH, Lin CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *J Endod* 2013;39(2):283-7.
34. Deutsch AS, Musikant BL. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod* 2004;30(6):388-90.
35. Alsubait SA. Effect of sodium hypochlorite on push-out bond strength of four calcium silicate-based endodontic materials when used for repairing perforations on human dentin: an *in vitro* evaluation. *J Contemp Dent Pract* 2017;18(4): 289-94.
36. Singh S PR, Dadu S, Kulkarni G, Vivrekar S, Babel S. An *in vitro* comparison of push-out bond strength of biodentine and mineral trioxide aggregate in the presence of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Endodontology* 2016;28:42-5.

ผู้รับผิดชอบบทความ

กุลนันท์ คำรงวุฒิ

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ : 02 649 5000

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : kunlanun_d@hotmail.com

Effect of Blood Contamination on Dislodgment Resistance of Three Calcium Silicate Cements in Furcation Perforation Models

Clawvuthinan A* Piyachon C** Dumrongvute K**

Abstract

The objective of this study is to compare the dislodgement resistance of three calcium silicate cements in the presence and absence of blood contamination. The study was performed on 48 human permanent molar teeth by creating a furcation perforation in the center of the pulpal floor with a diameter of 1.3 mm and a depth of 2 mm. The samples were randomly divided into two groups: the blood-contaminated and the uncontaminated groups. Each group was divided into three subgroups according to the type of material tested: White ProRoot MTA, Biodentine, and Retro MTA. Each subgroup included eight samples. In the blood-contaminated group, the walls of the perforated area were contaminated with blood before being filled with material, while the uncontaminated group was rinsed with saline. The samples were kept in an incubator at 37°C with 100% relative humidity for seven days before testing. The push-out bond strength was determined with a universal testing machine. Data were analyzed using two-way ANOVA and post-hoc Sidak test ($p < 0.05$). A failure pattern was examined using a dental operating microscope at 25x magnification. The results showed that the dislodgement resistance of Biodentine, in the presence and absence of blood contamination, was significantly higher than White ProRoot MTA and Retro MTA. White ProRoot MTA and Retro MTA showed no significant difference in terms of dislodgement resistance. In the presence of blood contamination, the dislodgement resistance of three materials was significantly lower compared to the absence of blood contamination. Most failure patterns were mixed failures (89.58%). This study concluded that blood contamination reduced the dislodgement resistance of three calcium silicate cements. Biodentine had higher dislodgement resistance than White ProRoot MTA and Retro MTA.

Keywords: Blood contamination/ Dislodgement resistance/ White ProRoot MTA/ Biodentine/ Retro MTA

Corresponding Author

Kunlanun Dumrongvute

Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University,

Bangkok 10110

Tel.: +66 2 649 5000

Email: kunlanun_d@hotmail.com

* Graduate student, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok.

** Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok.

Accuracy Assessment of a Three-Dimensional Virtual Soft Tissue Simulation System in Predicting Surgery Outcome for Class III Patients

Laokuldilok T* Pisek P** Limmonthol S*** Pisek A**** Rattanaphan P***

Abstract

Current orthodontic theory and practice are primarily based on improving facial esthetic appearance. Patients with exaggerated soft tissue features originating from severe skeletal discrepancies are appropriate candidates for surgical-orthodontic treatment. Three-dimensional simulation of soft tissue changes prior to actual operation is available as a prediction method to estimate possible treatment outcomes, although the accuracy of such methods remains ambiguous. The objective of this study was to assess the accuracy of virtual soft tissue simulation performed using a 3D system. Fifteen patients with skeletal class III relationship were included in the study. Pre-surgical records (CBCT, model scan, 3D face) were gathered within 1 month before surgery in order to set up the simulation model (T_1). Three months after surgery, post-surgical records (CBCT, 3D face) were collected to create the actual model (T_2). Distances and angular variables were measured on both models, and the differences between T_1 and T_2 were then analyzed. The results showed statistically significant differences ($P < 0.05$) in terms of frontonasal angle, nose length, nasolabial angle, upper alar width, lip-chin-throat angle, lower lip length, soft tissue chin thickness, and throat length. The ability of Dolphin 3D software to simulate soft tissue features in class III surgery cases differed depending on the area of the face. Highly accurate areas were midface, upper lip, lower lip, and the lower part of the nose. Soft tissue chin thickness was found to be moderately accurate. However, simulations of the upper part of the nose should be considered with caution. The most inaccurate simulations were of the nasolabial angle, lip-chin-throat angle, and throat length.

Keywords: Dolphin 3D software/ Soft tissue simulation/ Orthognathic surgery

Received: Sep 26, 2022

Revised: Aug 07, 2023

Accepted: Aug 07, 2023

Introduction

Current orthodontic theory and practice is primarily based on improving facial esthetic appearance. Patients with exaggerated soft tissue features originating from severe skeletal discrepancies are appropriate candidates for surgical-orthodontic treatment.¹⁻² However, one limitation of orthognathic surgery is that soft tissue cannot be directly controlled. Surgeons are only able to move hard tissue. Soft tissue subsequently modifies itself following skeletal movement.³ Soft tissue response is represented by movement of various bony landmarks rather than one skeletal reference point.⁴ Therefore, predicting soft tissue profiles remains a challenge for orthodontists and surgeons.

Conventional methods for estimating treatment outcomes have evolved since the 1970s to estimate soft tissue change using specialized equipment combined with clinician's experience.⁵ Previous methods were sensitive to error due to head positioning and geometric errors related to overlapping of the facial structures affecting landmark identification.⁶ In 1985, Wolford et al. introduced the surgical treatment objective (STO), which involved manipulation of hard and soft tissue prediction ratios integrated with template methods used in different types of surgical procedures.⁷ Development of computerized and three-dimensional software has since helped to overcome drawbacks of previous methods.

* Master's degree student, Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

**** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

3D simulation is performed by integrating digital data with the aid of computer software. The latest fusion method to be used is the voxel-based superimposition, introduced by Cevdanes et al.⁸ Dolphin 3D software (Dolphin Imaging and Management Solutions Chatsworth, Calif) has become the most commonly used software.⁹ Applying 3D facial soft tissue has become a new technique in virtual simulation. Three-dimensional simulation of soft tissue change is available as a prediction method to estimate possible treatment results prior to actual operation, although the accuracy of the system remains obscure. The objective of this study was to assess the accuracy of virtual soft tissue simulation by Dolphin 3D Software in cases of skeletal class III patients who undergone orthodontic treatment with two-jaw orthognathic surgery.

Materials and Methods

This study was carried out under the Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry in partnership with the Department of Oral and Maxillofacial

Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Thailand. The study population consisted of patients with skeletal class III relationship participating in surgical-orthodontic treatment and scheduled for double-jaw surgery between June 2020 and January 2021. Patients over 18 years of age and categorized under ASA Physical Status Class I were included in the study. Exclusion criteria eliminated patients categorized under ASA Physical Status Class II or higher, patients with craniofacial anomaly, intraoperative complications limiting surgical plan transfer, or postoperative complications affecting wound healing, those requiring additional intraoperative surgical procedures, and those having a history of physical trauma in the head or neck region or skeletal relapse from previous orthognathic surgery. The sample size was calculated according to precedent set by a 2017 study by Resnick et al. on the accuracy of 3D soft tissue prediction following LeFort I osteotomy.¹⁰ It was determined that for the present study, 12 subjects would be required, anticipating a 20% drop-out rate. (Figure 1)

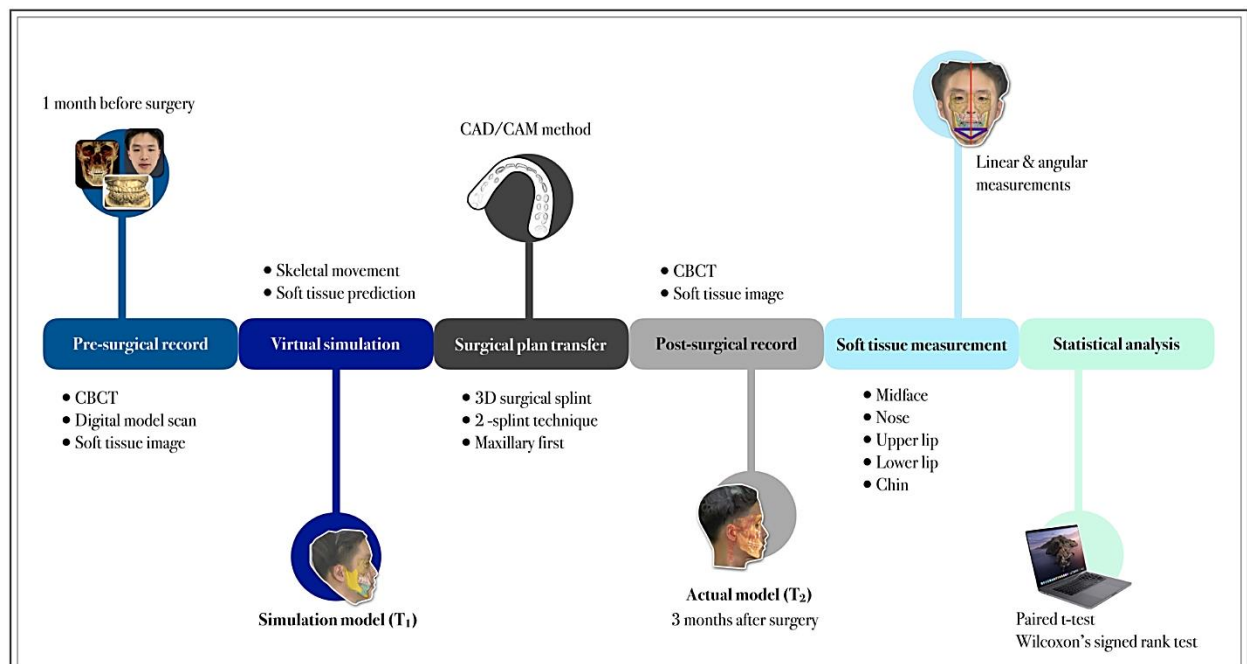


Figure 1 Overall workflow used in 3D protocol

Pre-surgical record: A set of 3D data was collected after completion of the pre-surgical orthodontic phase in order to carry out virtual planning using 3D software. The orthognathic triad consisted of skeletal, dental, and soft tissue components.¹¹ Data on skeletal structures were captured using CBCT (WhiteFox[®], Ateon group, Merignac, France), digital arch models were scanned using a 3shape E2 scanner (3shape, Copenhagen, Denmark), and extraoral soft tissue features were scanned using a Bellus 3D Dental Pro application (Bellus 3D Inc, Campbell, CA), compatible with the TrueDepth camera embedded in an iPhone 11 Pro (Apple Inc, Cupertino, Calif). This step of the process was completed within 1 month prior to surgery.

Virtual simulation: Full 3D features were merged together in Dolphin 3D software (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif). A surgical simulation was performed for each subject, and soft tissue modification was subsequently simulated after skeletal movement. The simulation model is referred to as T_1 .

Surgical plan transfer: The virtual plan was transferred to the subject using maxillary first- and two-splint techniques with CAD/CAM surgical splint, which was designed within the software.

Post-surgical record: Three months after surgery, skeletal and soft tissue components were gathered using methods identical to those used in collecting pre-surgical records. Post-operative data were merged in Dolphin 3D software, and the actual model (T_2) was created.

Soft tissue measurement: External reference planes (Figure 2), including the coronal plane, horizontal plane, and midsagittal plane, were located on the stable structures of the 3D models (Table 1). The planes were perpendicular to each other and not altered by surgery.¹² Sixteen linear and five angular variables at midface, nose, upper lip, lower lip, and chin were measured twice on both T_1 and T_2 by the same observer. Localization of soft tissue landmarks was done by the researcher and the software automatically measured the variable. Soft tissue landmarks and measurements are reported in Tables 2 and 3. Figure 2 shows the 3D analysis carried out by this study.

Statistical analysis: The differences of the measurements between T_1 and T_2 were analyzed using IBM SPSS statistics (Statistical Package for Social Sciences) version 20. Data distribution was evaluated using the Shapiro-Wilk test, and statistically significant values were determined using the parametric dependent paired t-test and the non-parametric Wilcoxon signed-rank test. A P-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

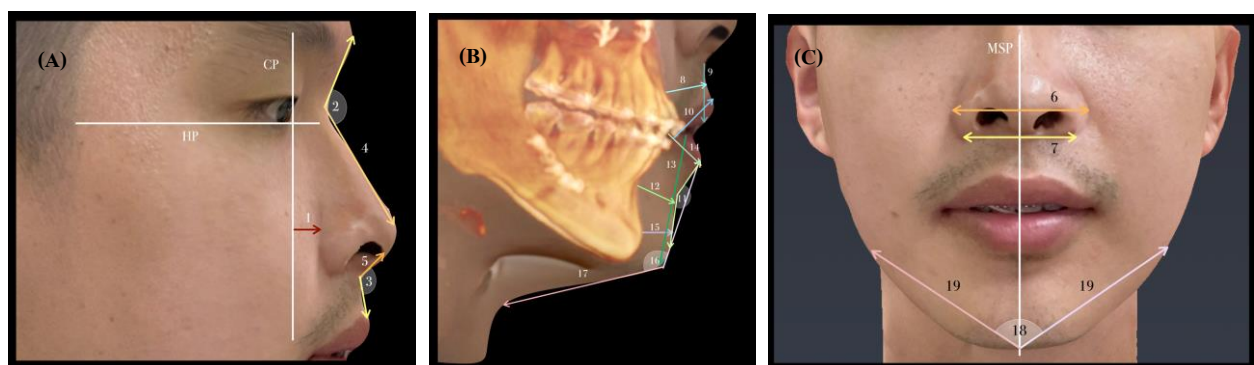


Figure 2 (A-C) 3D analysis. HP = Horizontal plane, CP = Coronal plane, MSP = Midsagittal plane.

1) Midface depth, 2) Frontonasal angle, 3) Nasolabial angle, 4) Nose length, 5) Columella length, 6) Upper alar width, 7) Outer alar width, 8) A-A' width, 9) Upper lip length, 10) Upper lip thickness, 11) Mentolabial angle, 12) B-B' width, 13) Lower lip length, 14) Lower lip thickness, 15) Soft tissue chin thickness, 16) Lip chin throat angle, 17) Throat length, 18) V angle, 19) V line distance

Table 1 External reference planes

Reference plane	Definition
Midsagittal plane (MSP)	A line drawn between G' and the philtrum
Horizontal plane (HP)	A line drawn between the most inferior point of each eyeball
Coronal plane (CP)	A vertical line passing through the most anterior point of the eyeball and perpendicular to the HP

Table 2 Soft tissue landmarks

Soft tissue landmark	Definition
G' (Soft tissue glabella)	The most anterior point of the superior orbital ridge
Ze (Zygomatic eminence)	The most anterior point of the convexity of the cheek
N' (Soft tissue nasion)	The deepest point of the concavity of the base of the nasal root at frontonasal suture
Cm (Columella point)	The most anterior, superior point of the columella
Prn (Pronasale)	The most anterior point of the nose
UAl (Upper alare)	The upper part of the most lateral point of the external nose
LAl (Lower alare)	The lower part of the most lateral point of the external nose at labial commissures
Sn (Subnasale)	The junction between the lower border of the nose and the upper lip
A' (Soft tissue point A)	The deepest point of the concavity between the subnasale and the labrale superius
Ls (Labrale superius)	The most anterior point of the upper membranous lip
Sts (Stomion superius)	The most inferior point of the upper lip
Sti (Stomion inferius)	The most superior point of the lower lip
Li (Labrale inferius)	The most anterior point of the lower lip
B' (Soft tissue point B)	The deepest point of the concavity between the labrale inferius and soft tissue pogonion
Pog' (Soft tissue pogonion)	The most anterior point of the soft-tissue chin
Soft tissue menton (Me')	The most inferior point of the soft-tissue chin
C (Cervical point)	The junction between the chin and neck
Go' (Soft tissue gonion)	The most lateral point on the soft-tissue contour of each mandibular angle

Table 3 Soft tissue measurements

Measurement	Reference points	Definition
Midface		
Midface depth	Ze - CP	Distance between right / left Ze and CP
Nose		
Frontonasal angle	G' - N' - Prn	Angle formed by the intersection of G' and Prn at N'
Nasolabial angle	Cm - Sn - Ls	Angle formed by the intersection of Cm and Ls at Sn
Nose length	N' - Prn	Distance from N' to Prn
Columella length	Prn - Sn	Distance from Prn to Sn
Upper alar width	UAl right - UAl left	Width of upper part of the most lateral point of external nose
Lower alar width	LAl right - LAl left	Width of lower part of the most lateral point of external nose
Upper lip		
A to A' width	A - A'	Distance from A to A'
Upper lip length	Sn - Sts	Distance from Sn to Sts
Upper lip thickness	Isi - Ls	Distance from Isi to Ls
Lower lip		
B to B' width	B - B'	Distance from B to B'
Lower lip length	Sti - Me'	Distance between Sti and Me'
Lower lip thickness	Ii - Li	Distance from incisal edge of lower central incisors to Li
Chin		
Chin thickness	Pog - Pog'	Distance from Pog to Pog'
Mentolabial angle	Li - ILS - Pog'	Angle formed by the intersection of Li and Pog' at inferior labial sulcus
Lip-chin-throat angle	Li - Pog' / Me' - C	Angle formed by the line drawn from Li to Pog', tangent to the line drawn from Me' to C
V angle (soft tissue)	Go' - Me' - Go'	Angle formed by the intersection of Go' and Me' on either side
V line distance	Me' - Go'	Distance from Me' to Go' on each side
Throat length	Me' - C	Distance from Me' to C

Results

This study was performed on 15 subjects, including 7 males (46.7%) and 8 females (53.3%). The age range prior to surgery was 18 to 37 years. The mean age of the subjects was 24.69. All subjects were diagnosed as skeletal class III. Bimaxillary surgery, including LeFort I osteotomy and bilateral sagittal split ramus osteotomy, was performed on every subject to advance the maxilla and achieve mandible setback. General characteristics and surgical details are presented in Table 4.

The examiner appraisalment of the validity of landmark identification and variable measurements was done

by allegorizing with the expert. 10% of the sample size were randomized. Measurements of all angular and linear value were done by both the examiner and the expert. The intra-examiner assessment of the repeatability of anatomical landmarks localization and variable measurements were done in every subject from the sample group. The measurement of all variables was done twice by single reviewer. The validity and repeatability assessment were done by using intraclass correlation coefficient. The results of ICC values were 0.92-1.00 which represented a high validity and reliability of the measurements.

Table 4 General characteristics and surgical correction performed on each subject

Subject	Gender	Age	Maxillary surgery	Mandibular surgery
1	Female	18	Advance 1.5 mm Impact 1 mm	Setback 3.5 mm
2	Female	22	Advance 1.5 mm Impact 1 mm	Setback 4 mm
3	Female	22	Advance 4.5 mm Impact 2 mm	Setback 5.5 mm
4	Female	22	Advance 2 mm Impact 2 mm	Setback 9.5 mm
5	Male	23	Advance 3 mm Impact 4 mm	Setback 7 mm
6	Male	27	Advance 2.5 mm Impact 2 mm	Setback 8 mm
7	Female	20	Advance 3 mm Impact 1 mm	Setback 6 mm
8	Female	26	Advance 2 mm Impact 2 mm	Setback 1.5 mm
9	Female	37	Advance 2 mm Down 0.5 mm	Setback 6 mm
10	Male	19	Advance 5 mm Impact 4 mm	Setback 11 mm
11	Female	23	Advance 4 mm	Setback 4.5 mm
12	Male	22	Advance 3 mm Impact 1 mm	Setback 12 mm
13	Male	30	Advance 2.5 mm Down 1.5 mm	Setback 13 mm
14	Male	27	Advance 3 mm Impact 2 mm	Setback 10.5 mm
15	Male	25	Advance 4.5 mm Impact 1 mm	Setback 10.5 mm

Findings from the statistical analyses are presented in Tables 5 and 6. The midface analysis showed no statistically significant differences between T_1 and T_2 for midface depth on either side; however, there were statistically significant differences in the nose area. The nasal analysis showed no statistically significant differences between T_1 and T_2 for columella length or lower alar width. On the other hand, statistically significant differences were found for nose length ($P=0.01$) and upper alar width ($P=0.00$). The upper lip analysis found no statistically significant differences for any of the measurements, whether upper lip length, upper lip thickness, or point A to soft tissue point A.

The lower lip analysis revealed no statistically significant differences between T_1 and T_2 in terms of lower

lip thickness or point B to soft tissue point B, whereas a marginal significance was found in terms of lower lip length. Soft tissue chin measurements exhibited no statistically significant differences between T_1 and T_2 for V angle or V line distance on either side. Differences in soft tissue chin thickness were found to be marginally significant with an average mean difference of 0.75 mm. Regarding throat length, statistically significant differences were found with a $P=0.00$.

This study measured linear and angular variables. Most of the differences in angular measurements of T_1 and T_2 were shown to be statistically significant, including the frontonasal angle ($P=0.02$), the nasolabial angle ($P=0.00$), and the lip-chin-throat angle ($P=0.00$).

Table 5 Differences between T_1 and T_2 revealing accuracy of middle face soft tissue simulation

Measurement (mm, degree)	T ₁	T ₂	T ₂ – T ₁	95% CI		P-value
	Mean±SD	Mean±SD	Mean difference±SD	Lower	Upper	
Midface						
Midface depth (Right)	7.83±2.73	6.55±2.65	-1.28±2.82	-2.78	0.22	0.09
Midface depth (Left)	7.01±2.30	6.08±2.66	-0.93±2.67	-2.35	0.49	0.18
Nose						
Frontonasal angle	139.90±6.91	138.27±7.90	-1.63±2.73	-3.08	-0.17	0.02*
Nasolabial angle	92.95±10.20	110.61±6.95	17.66±10.08	12.29	23.03	0.00*
Nose length	41.87±3.64	40.44±3.03	-1.43±1.67	-2.32	-0.54	0.01*
Upper alar width	39.74±3.99	42.12±3.51	2.39±2.36	1.13	3.64	0.00*
Columella length	9.29±1.57	9.39±1.45	0.10±1.05	-0.46	0.66	0.71
Lower alar width	31.73±3.50	31.13±4.27	-0.61±3.14	-2.28	1.06	0.91
Upper lip						
A to A' width	14.08±2.90	14.12±2.26	0.04±1.84	-0.94	1.02	0.93
Upper lip length	20.46±2.50	20.59±2.61	0.13±1.18	-0.50	0.76	0.67
Upper lip thickness	17.45±3.02	16.98±1.82	-0.47±1.97	-1.5	0.58	0.5

*Statistically significant at $P<0.05$. Differences tested using Paired T-test and Wilcoxon signed-rank test. T_1 = Simulation model, T_2 = Actual model

Table 6 Differences between T_1 and T_2 revealing accuracy of lower face soft tissue simulation

Measurement (mm, degree)	T ₁	T ₂	T ₂ - T ₁	95% CI		P-value
	Mean±SD	Mean±SD	Mean difference±SD	Lower	Upper	
Lower lip						
B to B' width	12.06±1.59	12.60±1.24	0.54±1.29	-0.15	1.23	0.12
Lower lip length	43.72±3.51	43.03±4.26	-0.69±1.14	-1.30	-0.08	0.04*
Lower lip thickness	16.25±2.86	16.16±2.48	-0.10±2.06	-1.19	1.00	0.60
Chin						
Soft tissue chin thickness	11.81±0.50	12.56±2.47	0.75±1.34	0.04	1.46	0.04*
Mentolabial angle	131.97±15.75	139.56±10.94	7.58±15.98	-0.93	16.10	0.08
V angle (soft tissue)	117.05±4.15	116.37±4.58	-0.67±1.52	-1.49	0.14	0.10
V line distance (Right)	66.83±5.57	66.31±5.48	-0.52±1.77	-1.46	0.42	0.70
V line distance (Left)	66.49±5.90	65.50±5.27	-0.99±1.26	-1.66	-0.32	0.42
Lip chin throat angle	102.95±15.21	121.17±10.40	18.22±14.06	10.73	25.71	0.00*
Throat length	34.70±10.21	46.56±8.73	11.87±10.74	6.15	17.59	0.00*

*Statistically significant at $P<0.05$. Differences tested using Paired T-test and Wilcoxon signed-rank test. T_1 = Simulation model, T_2 = Actual model

Discussion

This study aims to investigate the accuracy of prediction method performed in Dolphin 3D Software. The objective of virtual soft tissue simulation is to approximate post-operative soft tissue changes.¹³ Patients' perceptions and satisfaction can be influenced by their soft tissue profile. While predicting final treatment outcomes is challenging, doing so accurately prevents patients from expecting too much.¹⁴ In this study, CBCT scans were used to represent skeletal components. Skeletal movement during surgery plays an important role in altering soft tissue features. 3D simulation facilitates visualization of each treatment plan and evaluation of surgical effects upon soft tissue, including limitations of the treatment.¹⁵ In our study, external reference planes used in 3D analysis were based on soft tissue structures. Various previous studies have used extraoral soft tissue images obtained from CBCT, but these were said to be untextured and unrealistic.¹⁶⁻¹⁷ Therefore, additional facial scans merged with other components are crucial to performing accurate virtual simulation.

Maxillary advancement and impaction with mandibular setback were performed in all subjects. Moving maxillary downward was done in 2 subjects. According to Sun et al. the most problematic direction was vertical plane.¹⁸ The accuracy of the vertical movement did not depend on digital splint. Therefore, the surgical procedure and surgeon's intraoperative decision played an important role to skeletal movement on vertical plane, which could affect soft tissue changes.¹⁸ However, surgical operations were done by surgeons with more than 10 years of experience. Regarding to the operation notes of each subject, surgeons completed the surgery without any complications, and no different surgical procedures were observed. Moreover, orthodontic diagnosis was done under the same analysis, and pre-surgical orthodontic preparation was performed in all of the cases under the same principle.

In 2007, Kau et al. revealed that postoperative swelling reduced substantially within the following months after orthognathic surgery.¹⁹ Approximately 60% of the

swelling reduced after 1 month for both single and double jaw surgery, and facial morphology recovered to more than 83% within 3 months. Finally, soft tissue completely healed within 6 months. In our study, 3D facial soft tissue was scanned 3 months after surgery because greatest improvement of soft tissue healing was occurred, and to avoid soft tissue changes altered by post-surgical orthodontic tooth movement.

According to Bushchang et al. in 2005, soft tissue changes tend to differ according to ethnicity.²⁰ They also mentioned that soft tissue alteration as a result of surgical procedures vary across ethnic groups. Skeletal class III relationship prevalence has been shown to be highest among Asian populations.²¹ Esthetic impairment in patients is primarily identified to be a result of skeletal class III malocclusion due to mandibular protrusion and midface deficiency. Among the different skeletal relationships, class III leads to the highest need for orthognathic surgery.²²⁻²³ Therefore, this study specifically included skeletal class III patients to evaluate soft tissue features after mandibular setback and maxillary advancement.

According to Han and Lee, differences of soft tissue change larger than 2 mm affect the predicted profile and the patient's perceptions.⁴ Hsu and Zhang et al. also found that different greater than 4 degrees would be considered clinically significant.²⁴⁻²⁵ This indicates that prediction differences of linear measurement between 0-2 mm, and angular measurement between 0-4 degrees are clinically acceptable. Given this, prediction of nose length, lower lip length, soft tissue chin thickness, and frontonasal angle in the present study were found to be clinically acceptable, as their mean differences were less than 2 mm and 4 degrees accordingly.

Previous findings on the accuracy of virtual simulation prediction of soft tissue changes have varied. Nadmni et al. (2013) concluded that the chin region was predicted inaccurately in their study,²⁶ a finding consistent with our research, in which throat length and lip-chin-throat angle were found to be inaccurate. Throat length simulation was regularly shorter than the actual length. The mean

difference between predicted and actual throat length was approximately 18 mm, which was extremely high, indicating severe distortion of the simulation model. Prediction of soft tissue chin thickness versus actual thickness was shown to have marginally significant differences, but the mean difference was just 0.75 mm, having only minimal effects on the predicted profile's accuracy. However, transverse analysis of soft tissue in the chin, including V angle and V line distances, were simulated more precisely with mean differences of less than 1 degree and 1 mm, respectively. Meanwhile, in 2016, Peterman et al. found that the most inaccurate area was the lower lip. This is not in line with our study.¹⁴ Although our statistical analysis showed marginally significant differences ($p=0.04$) between simulated and actual lower lip length, the difference of only 0.69 mm was clinically insignificant. A study by Resnick et al. reported nasolabial angle as the area that was most inaccurately predicted, which corresponded to our findings.¹⁰ Nasolabial angle was consistently simulated to be more acute than the actual outcome. Recently in 2019, Elshebiny et al. discovered that upper lip and subalar area were estimated inaccurately.¹⁷ Their results differed from ours. Upper lip measurements were found to be extremely accurate with a mean difference between simulated and actual distance of less than 0.5 mm. Nadmni et al., Peterman et al., and Resnick et al. studied about skeletal class III surgery in Caucasian population, whereas Elshebiny evaluate orthognathic surgery in skeletal class III Egyptian. Regarding the variance in the studies mentioned above, differences in race or ethnicity of the subjects could be one explanation. Another possibility is differences in the quality of soft tissue images used in each study. Surface soft tissue images from CBCT are untextured and less accurate.

As concluded by Han and Lee, horizontal soft tissue changes were more predictable relative to those in other directions.⁴ The present study also found that most of the inaccurate variables were angular measurements taken in the vertical direction, including frontonasal angle, nasolabial angle, mentolabial angle, and lip-chin-throat angle. The mean differences of nasolabial and lip-chin-throat angle in particular were 17.5 and 18 degrees, respectively, causing soft

tissue simulation to deviate significantly from actual soft tissue features. Linear measurements were revealed to be more accurate than angular measurements.

Facial soft tissue was classified into 5 categories: midface, nose, upper lip, lower lip, and chin. Midface analysis on both sides showed accurate simulation by the software, while analysis of the nose revealed less accurate prediction. Simulation of the upper nose (supra columella area) - including the frontonasal angle, nose length, and upper alar width - did not conform well with actual outcomes, whereas simulation of the lower nose (sub columella area) - columella length and lower alar width - were more correctly predicted. Upper lip measurements, including upper lip length, upper lip thickness, and A to A' width, were extremely accurate. Lower lip analysis, including lower lip thickness and B to B' width, was accurate, while lower lip length showed differences that were marginally significant. However, the mean difference was less than 1 mm, small enough not to affect clinical practice. Finally, every measurement of the chin region, apart from throat length, was shown to be accurately predicted. The capacity for Dolphin 3D software to predict surgical outcomes is summarized and shown in Figure 3. The high-accuracy areas consisted of the midface, lower nose, upper lip, and lower lip. Soft-tissue chin thickness was found to be moderately accurate. However, prediction for the upper part of the nose was found to be unacceptable.

When using virtual simulation methods, clinicians should be reminded that prediction is only an estimation for which precision cannot be guaranteed. Virtual mandibular setback is generally demonstrated to predict significantly shorter throat length than that which occurs in reality. It is possible for orthodontists and surgeons to plan for adjunctive genioplasty. However, throat length shown in the software is unreliable, and chin augmentation is not an appropriate procedure for this situation. On the other hand, in maxillary advancement procedures, simulation appears to present more acute nasolabial angles than actually result. This may lead to the surgeon deciding to reduce the amount of advancement of the maxilla to prevent excessive reduction of nasolabial angle. To avoid decisions based on inaccurate information, it is

crucial for orthodontists and surgeons to know the accuracy and limitations of software used in predicting post-surgery soft tissue features. The limitations of this study were limit number of sample size, and also patients with craniofacial anomalies were not included. Study of different skeletal

relationships, such as skeletal class I or skeletal class II, and different surgical procedures could be performed in further study. Although various 3D software packages are available, conventional clinical examinations should also be taken into account.



Figure 3 Color mapping of software's prediction capacity (A) Frontal view (B) Lateral view

Green mapping: High-accuracy area (80% non-significance of linear measurements, both statistically and clinically)
 Blue mapping: Moderate-accuracy area (50-80% non-significance of linear measurements, both statistically and clinically)
 Grey mapping: Poor-accuracy area (<50% non-significance of linear measurements, both statistically and clinically)
 Red line: Unpredictable angulation

Conclusion

The potential for Dolphin 3D software to accurately simulate soft tissue features in class III surgery cases can be summarized as follows:

- Linear measurements are more accurate than angular measurements.
- The accuracy of virtual systems when simulating soft tissue is different for each area of the face.
- Capacity for accurate 3D simulation can be classified into 3 levels:
 - Highly accurate: Midface, Upper lip, Lower lip, Lower part of the nose (sub columella area)
 - Moderately accurate: Soft tissue chin thickness
 - Poorly accurate: Upper part of the nose (supra columella area)

- The most inaccurate simulations created by the software were those representing the nasolabial angle, mentolabial angle, lip-chin-throat angle, and throat length. These simulations should be considered unacceptable for clinical practice.

References

1. Kapse BR, Kallury A, Chouksey A, Shrivastava T, Sthapak A, Malik N. A countdown to orthognathic surgery. *J Orofac Res* 2015;5(1):22-6.
2. Larsen MK. Indications for orthognathic surgery - A review. *Oral Health Dent Manag* 2017;16(2):1-13
3. Tiwari R, Chakravarthi PS, Kattimani VS, Lingamaneni KP. A perioral soft tissue evaluation after orthognathic surgery using three-dimensional computed tomography scan. *Open Dent J* 2018;12:366-76

4. Han YS, Lee H. The influential bony factors and vectors for predicting soft tissue responses after orthognathic surgery in mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 2018;76(5):e1-1095.
5. Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1978;36(4):269-77.
6. Kolokitha OE, Topouzelis N. Cephalometric methods of prediction in orthognathic surgery. *J Maxillofac Oral Surg* 2011;10(3):236-45.
7. Wolford L, Hilliard F, Dugan D. Surgical treatment objective. A systematic approach to the prediction tracing: Mosby Year Book; 1985.
8. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34(6):369-75.
9. Alkhayer A, Piffko J, Lippold C, Segatto E. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: A systematic review. *Head Face Med* 2020;16(1):34.
10. Resnick CM, Dang RR, Glick SJ, Padwa BL. Accuracy of three-dimensional soft tissue prediction for Le Fort I osteotomy using Dolphin 3D software: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46(3):289-95.
11. Plooij JM, Maal TJJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Berge SJ. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery. A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40(4):341-52.
12. Getano J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New 3-dimensional cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(3):606-22.
13. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin imaging software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34(6):619-26.
14. Peterman RJ, Jiang S, Johe R, Mukherjee PM. Accuracy of dolphin visual treatment objective (VTO) prediction software on class III patients treated with maxillary advancement and mandibular setback. *Prog Orthod* 2016;17(1):19.
15. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(8):957-65.
16. Mundluru T, Almukhtar A, Ju X, Ayoub A. The accuracy of three-dimensional prediction of soft tissue changes following the surgical correction of facial asymmetry: An innovative concept. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46(11):1517-24.
17. Elshebiny T, Morcos S, Mohammad A, Quereshy F, Valiathan M. Accuracy of three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic cases using Dolphin three-dimensional software. *J Craniofac Surg* 2019;30(2):525-8.
18. Sun Y, Luebbbers H, Agbaje J, Schepers S, Vrielinck L, Lambrechts I. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2013;24(6):1871-6.
19. Kau C, Cronin A, Richmond A. A three-dimensional evaluation of postoperative swelling following orthognathic surgery at 6 months. *Plat Reconstr Surg* 2007;119(7):2192-99.
20. Buschang PH, Brock RA, Taylor RW, Behrents RG. Ethnic differences in upper lip response to incisor retraction. *Am J Orthod* 2005;127(6):683-91.
21. Hardy DK, Cubas YP, Orellana MF. Prevalence of angle class III malocclusion - A systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol* 2012;2:75-82.
22. Harrington C, Gallagher JR, Borzabadi-Farahani A. A retrospective analysis of dentofacial deformities and orthognathic surgeries using the index of orthognathic functional treatment need (IOFTN). *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015;79(7):1063-6.
23. Borzabadi-Farahani A, Eslamipour F, Shahmoradi M. Functional needs of subjects with dentofacial deformities: a study using the index of orthognathic functional treatment need (IOFTN). *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2016;69(6):796-801.
24. Hsu S, Gateno J, Bell RB, Hirsch D, Markiewicz M, Teichgraeber J. Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: a prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg* 2013;71(1):128-42.

25. hang N, Liu S, Hu Z, Hu J, Zhu S, Li Y. Accuracy of virtual surgical planning in two-jaw orthognathic surgery: comparison of planned and actual results. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2016;122(2):143-51
26. Nadmni N, Tehranchi A, Azami N, Saedi B, Mollemans W. Comparison of soft-tissue profiles in Le Fort I osteotomy patients with Dolphin and Maxilim softwares. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144:654-62.

Corresponding Author

Pattaramon Rattanaphan

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 81 545 2812

Fax : +66 43 348 153

E-mail : pattra@kkumail.ac.th

การทำนายเนื้อเยื่ออ่อนด้วยวิธีสามมิติ เพื่อวางแผนผ่าตัดกระดูกขากรรไกร ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3

ธนานนท์ เหล่ากุลคลิก* พูนศักดิ์ ภิเศก** เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล*** อารยา ภิเศก**** ภัทรมน รัตนพันธุ์***

บทคัดย่อ

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในปัจจุบัน มีจุดมุ่งหมายหลักในการปรับความสวยงามของใบหน้าของผู้ป่วยให้ดีขึ้น ผู้ป่วยที่มีความไม่สมดุลของลักษณะเนื้อเยื่ออ่อนที่มีสาเหตุจากความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรระดับรุนแรง ควรได้รับการรักษาด้วยการจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดกระดูกขากรรไกร ซึ่งขั้นตอนการทำนายผลก่อนเริ่มการรักษาด้วยวิธีทำนายเสมือนจริงแบบสามมิติได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม ความเที่ยงตรงของวิธีข้างต้นยังไม่มีความชัดเจน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อประเมินความเที่ยงตรงของการทำนายเนื้อเยื่ออ่อนด้วยวิธีสามมิติ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3 จำนวน 15 ราย โดยเก็บข้อมูลก่อนผ่าตัด 1 เดือน ประกอบด้วย ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี แบบจำลองฟันสามมิติ และภาพถ่ายใบหน้าสามมิติ เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายผล (T_p) และเก็บข้อมูล 3 เดือนหลังผ่าตัด ประกอบด้วย ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี และภาพถ่ายใบหน้าสามมิติ เพื่อสร้างแบบจำลองแท้จริง (T_a) แบบจำลองทั้งสองจะถูกวัดมุม และระยะ ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ จากผลการศึกษา พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรได้แก่ มุมระหว่างหน้าผากและจมูก ความยาวของจมูก มุมระหว่างจมูกและริมฝีปากบน ความกว้างของปีกจมูกส่วนบน มุมระหว่างริมฝีปาก คาง และคอ ความยาวของริมฝีปากล่าง ความหนาของคาง และความยาวของคอ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การทำนายการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออ่อนของซอฟต์แวร์คอลฟินสามมิติ ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3 มีความเที่ยงตรงแตกต่างกันในแต่ละบริเวณบนใบหน้า โดยบริเวณที่สามารถทำนายได้เที่ยงตรงมากที่สุดได้แก่ ใบหน้าส่วนกลาง ริมฝีปากบน ริมฝีปากล่าง และส่วนล่างของจมูก อย่างไรก็ตามควรมีความระมัดระวังในการประเมินส่วนบนของจมูก บริเวณที่สามารถทำนายได้เที่ยงตรงปานกลางได้แก่ ความหนาของคาง บริเวณที่ทำนายได้ไม่เที่ยงตรงมากที่สุดได้แก่ มุมระหว่างจมูกและริมฝีปากบน มุมระหว่างริมฝีปาก คาง และคอ และความยาวของคอ

คำใบ้: คอลฟินซอฟต์แวร์/การทำนายเนื้อเยื่ออ่อน/ การผ่าตัดกระดูกขากรรไกร

ผู้รับผิดชอบบทความ

ภัทรมน รัตนพันธุ์

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปาก และแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 081 545 2812

โทรสาร: 043 348 153

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: pattra@kkumail.ac.th

* นักศึกษาปริญญาโท แผนกวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** แผนกวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** แผนกวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

The Efficacy of The Coloring Agents from Black Glutinous Rice on Dental Biofilm Staining

Chantasiriphan A* Tedcharoen C* Nongpiwong N* Suwannat S* Worapamorn W**

Abstract

The use of disclosing agents is recommended to identify the degree and location of dental biofilm which will facilitate oral hygiene practice and contribute to oral disease prevention. To search for an alternative disclosing agent with good staining ability and biocompatibility from natural products, this study aimed to investigate the efficacy of coloring agents made from black glutinous rice (BGR) on dental biofilm staining. BGR solution was prepared by boiling rice in water and frozen dry to get the dark purple powder, which was later mixed with water at ratio 1:2 before application. The crossover clinical trial was conducted in 36 volunteers who were classified into 3 groups (n=12/group) according to their ages (18-26, 27-46, and 47-66 years old). Within the same age, the volunteers were randomly divided into 2 subgroups to apply either with erythrosine dye (ED) or BGR solution. After a 2-week washout period, the volunteers switched to apply another coloring agent. The stained dental biofilm was recorded 4 sites/tooth as staining, not staining or could not identify, by the examiner and the volunteers. The results showed that BGR solution specifically stained dental biofilm in dark purple colour, it did not stain adjacent gingival or oral tissues as well as tooth-colored restorations. The volunteers could see and completely detect the stained teeth within 15 minutes before color started gradually fading. Kappa coefficients demonstrated the interrater reliability between the examiner and the volunteers from ED and BGR solution were 0.34 and 0.30, respectively. This indicated the same interval of agreement of both disclosing agents. There was no statistically significant difference between both agents among different aged groups. The analysis of tooth surfaces and tooth locations demonstrated the significant difference between both agents on the mesial surface and lower posterior teeth, respectively (Paired t-test; $p < 0.05$). In conclusion, the coloring agents from BGR can stain dental biofilm with desirable properties. Its efficacy is marginally less than ED but it has some superior features regarding being natural, safe, and specific staining. In the form of powder, it is convenient for households to promote oral hygiene care.

Keywords: Black glutinous rice/ Dental biofilm staining/ Disclosing agent/ Erythrosine

Received: Jul 21, 2022

Revised: April 25, 2023

Accepted: Jul 20, 2023

Introduction

Dental plaque, the initiating cause of dental caries and periodontitis, typically develops in an ordered sequence of events on the tooth surface resulting in a structurally- and functionally-organized biofilm of diverse microbial community embedded in a matrix of polymers of host and microbial origin.¹ After bacterial apposition on the salivary glycoprotein-coded tooth surface, reversible and irreversible adhesion occur by weak, long-range physicochemical interactions and strong, short-range interactions between specific molecules on the bacterial cell surface and complementary receptors in the pellicle, respectively.^{1,2} Subsequently, co-adhesion of later colonizers to already attached early colonizers leads to micro-colony formation and multiplication of the attached micro-organisms. Many oral bacteria produce self-synthesized extracellular polysaccharides

result in the formation of a complex extracellular matrix and an increase in the diversity of the biofilm.^{2,3} The extracellular polymeric substances that form the matrix comprise of carbohydrates, proteins, nucleic acids, and cell wall polymers, such as peptidoglycans and lipids.³ At this stage, dental plaque biofilm tenaciously adheres on tooth surfaces and is impracticable to be removed by rinsing or gargling. Mechanical methods such as scaling and root planing, proper tooth brushing and interdental cleansing are highly effective ways to eliminate dental biofilm.^{4,5}

Since dental biofilm is transparent, colorless, and not easily visible, the use of disclosing agents is recommended to identify the degree and location of dental plaque which facilitates oral hygiene practice and contributes to oral disease prevention.⁶ Historical milestones of disclosing solutions

* Dental Student, School of Dentistry, Mae Fah Luang University, Amphur Muang, Chiang Rai.

** School of Dentistry, Mae Fah Luang University, Amphur Muang, Chiang Rai.

used in dentistry has been started from iodine, brilliant green, crystal violet, Bismarck brown, gentian violet, erythrosine (Red No. 3), fluorescent dyes, two-tone, and three-tone dyes.⁷ Currently, the most popularly used disclosing agent in dental practice is erythrosine dye (ED) due to easy using and its red intensity making good contrast with the tooth surface. However, ED has some disadvantages of unpleasant taste, non-discriminatory staining of the gingival tissues, and is difficult to remove from gingival tissues and oral surfaces. There were also previous studies reported the toxicity of ED such as causing central nervous system depression and thyroid cancer in rats after long term taking.⁹ The recent study has reported the highly cytotoxic of dental disclosing agent containing erythrosine on gingival epithelial cells.¹⁰ Though, the actual risk is extremely small, the FDA (U.S. Food and Drug Administration) banned some uses of the color additive Red No. 3 since 1990, according to the studies have shown that in very high doses it causes cancer in laboratory animals.¹¹

The use of natural dyes can reduce the risk of harm to the body and organ functions. There have been previous studies searching to use plant pigments as alternative disclosing agents such as yellow pigments from turmeric,¹² red–purple pigments from red dragon fruit peel,¹³⁻¹⁴ red-fleshed Pitaya¹⁵ and Gardenia blue.¹¹ However, there are still some weaknesses and obstacles in using these natural color products. Turmeric which contains curcumin pigments has been reported less effective to be used as disclosing agent due to its inconspicuous color and easily dissolved.¹² Red dragon fruit peels which contains anthocyanin pigments in rose-colored did not effectively detect plaque exist on the teeth because of liquid dye dissolved in the water rinse and not attached to the plaque.¹³ Red-fleshed Pitaya exhibited dental plaque staining ability which presented as deep red–purple with stable appearance in a broad pH range, however, the study was conducted *in vitro* and the stain was assessed by a spectrophotometer.¹⁵ In the study aimed to compare eight natural pigments, Gardenia blue showed the highest effective plaque pigmentation with the lowest cytotoxicity; however, further analysis of the persistence of coloration and color contrast between gingival tissue and stained plaque is required.¹¹

Black glutinous rice (*Oryza sativa* linn; BGR), the common local produce in the north and northeast of Thailand, is of interest in the search for an alternative dental disclosing agent with good staining ability and biocompatibility from natural dyes.^{6,7} The bran color of BGR is dark purple due to the coloring pigments called anthocyanins.¹⁶ Anthocyanins are one of the largest and most important group of water-soluble pigments that belong to the flavonoid group.¹⁷ It can stain on carbohydrate substances, therefore, is expected to stain dental biofilm. Dental biofilm has the ability to retain a large number of dye substances because of the polarity difference between the components of the plaque and dyes. The particles are bound to the surface by electrostatic interaction (proteins) and hydrogen bonds (polysaccharides).¹⁵ The main objective of this present study was to elucidate the potential use of the coloring agents from BGR on dental biofilm staining. As disclosing agents are rarely used in the household, most people lack a visual aid to promote self-detecting dental biofilm to evaluate their effective oral hygiene practice, the other objective of this study, therefore, aimed to develop the product in the form that is convenient to be used in the household.

Materials and Methods

Preparation of black glutinous rice solution

Black glutinous rice was harvested during the early winter season in Chiang Rai, Thailand. The extraction of coloring agents was prepared by boiling 1 kilogram of rice in 1 L of water for 10 minutes with constant stirring. The water obtained from the boiled rice was filtered with filter cloth, and frozen dry with a shell freezer to get the dark purple powder. One gram of powder was weighed and put in a zip lock plastic bag and kept in an amber bottle at room temperature without light exposure until use. Before applying, the BGR powder was mixed with water at ratio 1:2 (1 g of powder to 2 ml of water).

Study protocol

This study was approved by Mae Fah Luang University Research and Ethical Committee (EC 20233-22).

The crossover clinical trial was conducted in 36 healthy volunteers, age 18-66, who were patients of School of Dentistry, Mae Fah Luang University. The volunteers were

classified into 3 groups ($n=12/\text{group}$) according to their age (18-26, 27-46, and 47-66 years old). The inclusion criteria consisted of the presence of at least two anterior teeth per arch and a posterior tooth per quadrant as well as the absence of any oral appliances and history of allergy to any compositions of ED and BGR solution. The exclusion criteria were the persons who were colored-blindness, had hand skill problems, illiterate and uncommunication. Within the same age group, the volunteers were randomly divided into 2 subgroups ($n=6$) to apply with either ED or BGR solution. After a 2-week washout period, the volunteers switched to apply another coloring agent. Before starting the trial, the volunteers had been described about the study, the solution compositions and the detection of dental biofilm staining by using intraoral photographic. The results were recorded as staining, not staining or could not identify. The processes have been repeated until the volunteers felt confident.

Disclosing agent application and evaluation

Before applying the solution, moisture control with gauze and saliva suction was performed, then the disclosing agent was applied twice on the teeth with cotton pellets. After applying, the volunteers briefly spit out without rinsing the water. The stained dental biofilm detection was evaluated, 4 sites/tooth (O' Leary's plaque index, 1972),¹⁸ by the examiner and the volunteer, respectively. The examiner evaluated the dental biofilm staining of the volunteer in supine position whereas the distance between the lamp and working area is 70 cm. and distance between examiner and working area is 30 cm. The volunteers evaluated their own stained teeth in an upright position with the same distance of light setting. They could use a mirror to detect the staining at a distance of 30 cm. After completing each clinical trial, the volunteers responded to the satisfaction questionnaire.

Statistical analysis

The interrater reliability between an examiner and the volunteers of the stained dental biofilm detection was reported as Cohen's kappa coefficient (K). The significant differences of percent agreement in each factor (age, tooth surface, tooth location) between both disclosing agents were determined by the Paired t-test using SPSS windows version 20.0. The satisfaction of using both disclosing agents was

evaluated by Wilcoxon signed ranks test. The statistically significant difference was considered if p-value was <0.05 .

Results

Thirty-six volunteers completed the clinical trials of using two disclosing agents. Both ED and BGR solutions exhibited dental biofilm staining. The dental biofilm stained by BGR solution was detected in dark purple color which was different from ED that was detected in red color (Figure 1). The BGR solution specifically stained dental biofilm deposited on the teeth, it did not stain adjacent gingival or other oral tissues as well as tooth-colored restorations. After BGR applied, the volunteers could see and completely detect the stained teeth within 15 minutes before color started gradually fading and dissolving with water.



Figure 1 The dental biofilm stained by erythrosine dye and black glutinous rice solution

The results of the stained dental biofilm detection from each disclosing agent between the examiner and the volunteers were compared using Cohen's kappa coefficient in which the report of “could not identify” data, either from the

examiner or the volunteers, was excluded from the analysis. The kappa coefficients demonstrated the interrater reliability between the examiner and the volunteers of the stained dental biofilm detection from ED and BGR solution were 0.34 and 0.30, respectively. According to kappa statistics comparing between the two groups of raters, both disclosing agents were at the same interval of agreement of “Fair” (Table 1).

The factors affecting the stained dental biofilm detection were conducted including age, tooth surfaces and tooth locations. Within each disclosing agent, the percent agreement between the examiner and the volunteers showed the trend of better interrater reliability in order of age i.e. young adults > adults > elderly. There was no statistically significant difference when compared percent agreement of the stained dental biofilm detection between both disclosing agents in each aged group (Paired t-test, $p>0.05$) (Table 2).

The analysis of tooth surfaces, which recorded 4 sites/tooth, showed no statistically significant difference of

percent agreement of the stained dental biofilm detection between both disclosing agents except on the mesial surface (Paired t-test, $p<0.05$) (Table 3).

The analysis of tooth locations, which were divided into six sextants, showed no statistically significant difference of percent agreement of the stained dental biofilm detection between both disclosing agents in all tooth locations except in the lower right and left posterior teeth (Paired t-test, $p<0.05$) (Table 4).

Satisfaction of the studied disclosing agents

The results of the questionnaire demonstrated that the volunteers significantly satisfied with the color aspect of ED (Wilcoxon Signed Ranks test, $p<0.05$). While the similar pattern of satisfaction for both disclosing agents was shown in the other aspects conducted including scent, flavor, and viscosity (Figure 2). It seemed to show higher overall satisfaction with ED than BGR; however, there was no statistically significant difference.

Table 1 The interval of agreement of kappa coefficient (Landis and koch, 1977)¹⁹

Kappa statistic (K)	Interval of agreement
< 0.00	Poor
0.00 - 0.20	Slight
0.21 - 0.40	Fair
0.41 - 0.60	Moderate
0.61 - 0.80	Substantial
0.81 - 1.00	Almost perfect

Table 2 Comparison of percent agreement of the stained dental biofilm detection between erythrosine dye and black glutinous rice solution in the different aged groups (Paired t – test)

Age group	The interrater reliability of ED	The interrater reliability of BGR solution	t-statistic value	p-value
Young adults (18-26 years-old)	76.35	66.82	1.77	0.10
Adults (27-46 years-old)	66.93	57.75	1.61	0.14
Elderly (47-66 years-old)	61.04	52.51	1.61	0.14

Table 3 Comparison of percent agreement of the stained dental biofilm detection between erythrosine dye and black glutinous rice solution on different tooth surfaces (Paired t – test, * $p<0.05$)

Tooth surface	The interrater reliability of ED	The interrater reliability of BGR solution	t-statistic value	p-value
Mesial	84.8	73.34	2.62	0.01*
Buccal	65.7	58.54	1.9	0.07
Distal	71.18	63.57	1.67	0.10
Lingual	51.82	41.55	1.86	0.07

Table 4 Comparison of percent agreement of the stained dental biofilm detection between erythrosine dye and black glutinous rice solution in different tooth locations (Paired t – test, * $p < 0.05$)

Tooth locations	The interrater reliability of ED	The interrater reliability of BGR solution	t-statistic value	p-value
PQ1	60.54	54.51	1.29	0.21
UA	60.22	53.49	1.9	0.07
PQ2	61.22	54.18	1.17	0.25
PQ3	73.78	60.82	2.43	0.02*
LA	75.93	70.12	1.76	0.09
PQ4	79.39	58.78	3.97	<0.05*

PQ1 = Upper right posterior teeth, UA = Upper anterior teeth,
 PQ2 = Upper left posterior teeth, PQ3 = Lower left posterior teeth,
 LA = lower anterior teeth, PQ4 = Lower right posterior teeth

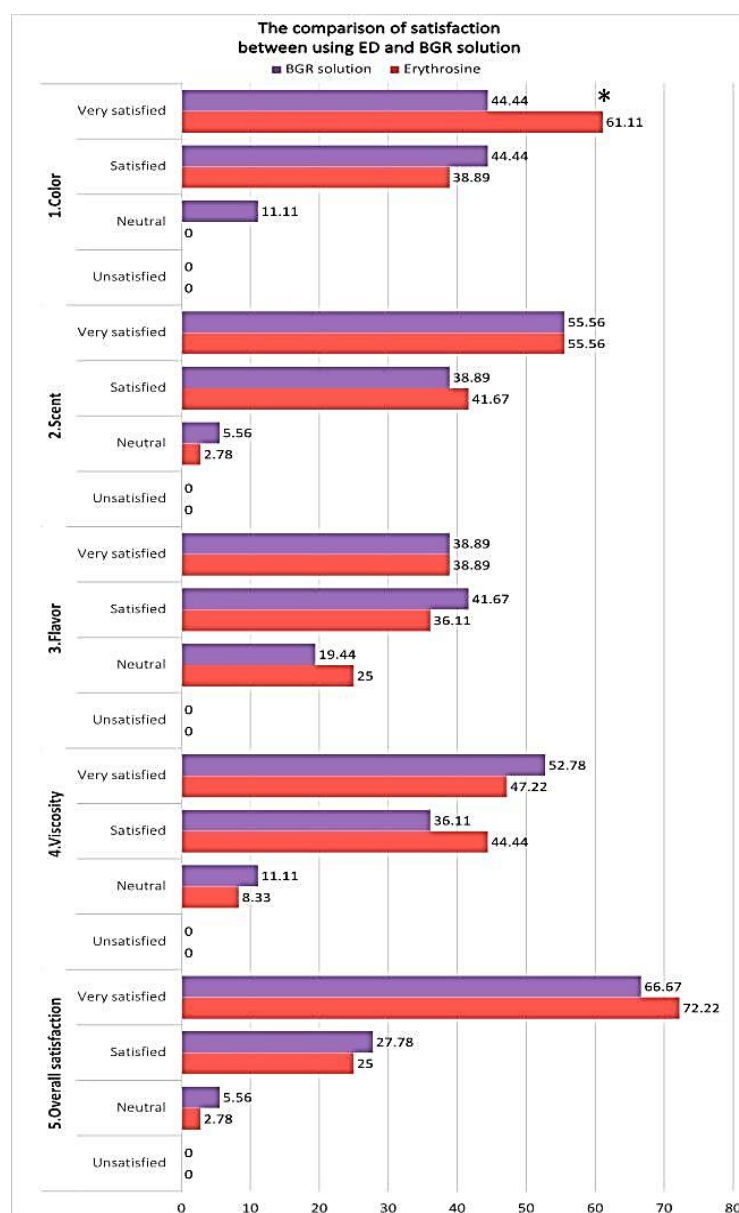


Figure 2 Satisfaction of using erythrosine dye and black glutinous rice solution on dental biofilm staining (Wilcoxon signed ranks test, * $p < 0.05$)

Discussion

The present study has achieved the aim of developing an alternative disclosing agent from natural plant, black glutinous rice, in the form of dehydrated dark purple powder which to be mixed with water before application. In detail, the BGR solution possessed desirable properties in order to be useful as a dental biofilm disclosing agent. Firstly, the dye easily penetrated dental biofilm deposits and could be immediately visible to the user. Secondly, it was not stained adjacent gingival or other oral tissues, as well as resin composite filling. Thirdly, it provided a reasonable amount of time for educating and practicing oral hygiene care before fading. It was also easy to remove from the mouth by rinsing after use. Lastly, it was harmless and non-toxic.

Anthocyanins, enormous pigments in BGR, provide the red to blue colors which are related to their environmental pH. In neutral pH, anthocyanins have a purple hue, appear as red pigment in acidic condition (pH below 3), change to bluish-purple with increasing pH, and to blue pigment in alkaline conditions.²⁰⁻²² In this study, the BGR stained dental biofilm in bluish-purple color possibly due to the pH range in the oral cavity that is, maintained near neutrality (6.7-7.3) and does not fall below 6.3.²³ The intensity of BGR staining was good enough to see but could not compare to the bright red of the ED staining. After BGR applied, the volunteers could see and completely detect the stained teeth within 15 minutes. The volunteers started tooth brushing and it was noticed that the BGR color gradually faded down but it was still able to see. The results were in accordance with previous studies regarding water-soluble properties of natural plant pigments leading to color fade off after applying. In terms of the duration of color intensity in the oral cavity when compared with the synthetic chemical disclosing solutions, however, natural dyes are still less efficient.

The results of the study showed that the kappa coefficient between the examiner and the volunteers after using ED or BGR solution was in the same interval of agreement of “fair”. Since the goal of this study was not to calibrate or enhance the interrater reliability between the examiner who served as the gold standard and the volunteers, this finding simply implies that regardless of disclosing agents

used, the volunteers had the same level of ability to detect the stained dental biofilm. This suggests that in order to promote the practice of oral hygiene, it is necessary to increase the familiarity and proficiency of volunteers in using disclosing agents through repeated training. Furthermore, appropriate inspection tools and optimum light must also be available to increase the ability of the stained dental biofilm detection. Additionally, the percent agreement of ED stained detection was significantly better than BGR solution at the mesial site and lower posterior teeth, which in this point of view, the mesial surface provides a good aspect to distinguish the color intensity and ED provides better contrast while lower posterior teeth are highly clearance areas from saliva and BGR dissolves easier in water than ED. These findings have to be kept in mind when using BGR solution to provide patient education and practice oral hygiene care.

BGR powder is in the form that is convenient to use in the household, however, according to the sensitivity to light of anthocyanins, it should be kept in an amber container which will help to extend the lifespan. We found that keeping BGR powder in a zip lock plastic bag and an amber bottle at room temperature without light exposure within 3 months, the powder was still able to be used and it deteriorated after 6 months. It is also recommended to apply BGR solution immediately after mixing a powder with water for decreasing degradation by light exposure.²⁴

This study shows that the BGR solution was comparable to ED and could be used interchangeably, supporting the use of natural dyes as disclosing agents to facilitate oral hygiene care in some specific groups that require special caution like children, the elderly and people who have some systemic diseases. Within the limitations of this study, there are some questions to be further investigated. The source of BGR that was used in the study was only a batch of cultivation in the north of Thailand, whether the different places and times of cultivation would produce different results. There may be other methods of anthocyanins pigments extraction to make a pure disclosing agent with high intensity and long-term stability, thus warranting further investigations.

Conclusion

The coloring agents from black glutinous rice can stain dental biofilm with desirable properties. Its efficacy is marginally less than erythrosine dye but it has some superior features regarding being natural, safe, and specific staining. In the form of powder, it is convenient for households to promote oral hygiene care.

Acknowledgement

We would like to thank Dr. Dhiti Osatakul (Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University) for the statistical analysis consultation.

References

- Marsh PD. Dental plaque as a microbial biofilm. *Caries Res* 2004;38(3):204-11.
- Cugini C, Shanmugam M, Landge N, Ramasubbu N. The role of exopolysaccharides in Oral Biofilms. *J Dent Res* 2019;98(7):739-45.
- Jakubovics NS, Goodman SD, Mashburn-Warren L, Stafford GP, Cieplik F. The dental plaque biofilm matrix. *Periodontol 2000* 2021;86(1):32-56.
- Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Dynamics of Dissolution, Killing, and inhibition of dental plaque biofilm. *Front Microbiol* 2020;11:964.
- Sälzer S, Graetz C, Dörfer CE, Slot DE, Van der Weijden FA. Contemporary practices for mechanical oral hygiene to prevent periodontal disease. *Periodontol 2000* 2020;84(1):35-44.
- Fasoulas A, Pavlidou E, Petridis D, Mantzourou M, Seroglou K, Giaginis C. Detection of dental plaque with disclosing agents in the context of preventive oral hygiene training programs. *Heliyon* 2019;5(7):e02064.
- Datta D, Kumar SGR, Narayanan MBA, Selvamary AL, Sujatha A. Disclosing solutions used in dentistry. *World J Pharm Res* 2017;6:1648-56.
- Yankell SL, Loux JJ. Acute toxicity testing of erythrosine and sodium fluorescein in mice and rats. *J Periodontol* 1977;48(4):228-31.
- Jennings AS, Schwartz SL, Balter NJ, Gardner D, Witorsch RJ. Effects of oral erythrosine (2',4',5',7'-tetraiodofluorescein) on the pituitary-thyroid axis in rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1990;103(3):549-56.
- Jung IH, Yeon KH, Song HR, Hwang YS. Cytotoxicity of dental disclosing solution on gingival epithelial cells *in vitro*. *Clin Exp Dent Res* 2020;6(6):669-76.
- Kim MH, Lee MH, Hwang YS. Natural blue pigment from gardenia jasminoides Ellis (*Rubiaceae*) as a dental plaque disclosant. *J Dent Hyg Sci* 2021;21(1):38-44.
- Haryani N, Mahmiyah E, Ayatullah MI. The use of turmeric (extracts and squeeze) to detect plaque on teeth. *J info kesehat* 2019;17(2):169-75.
- Rezki S, Susatyo JH. The role of red dragon fruit peels dyes in red dragon fruit peels detecting the presence of plaque on teeth [monograph on the Internet] Pontianak: Pontianak International Health Conference (PIHC); 2020 [cited 2021 Dec 8]. Available from: <https://www.scribd.com/document/470419371>
- Purbaningtyas E. Disclosing agent from red dragon fruit peel as dental plaque indicator. *Odonto Dental J* 2020;7(1):31-8.
- Amaliya A, Firdaus RT, Rusminah N. Natural pigment of red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) as dental plaque disclosing agent- A preliminary study. *Istanbul J Pharm* 2020;50(3):256-61.
- Sivamaruthi BS, Kesika P, Chaiyasut C. Anthocyanins in Thai rice varieties: distribution and pharmacological significance. *Int Food Res J* 2018;25(5):2024-32.
- Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res* 2017;61(1):1361779.
- O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972;43(1):38.

19. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33(1): 159-74.
20. Pascual-TeresaMaria S, Sanchez-Ballesta T. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochem Rev* 2008;7(2):281-99.
21. Wahyuningsih S, Wulandari L, Wartono MW, Munawaroh1 H, Ramelan AH. The effect of pH and color stability of anthocyanin on food colorant. *Mater Sci Eng* 2017;193:012047
22. Rose PM, Cantrill V, Benohoud M, Tidder A, Rayner CM, Blackburn RS. Application of anthocyanins from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit waste as renewable hair dyes. *J Agric Food Chem* 2018;66(26):6790-8.
23. Baliga S, Muglikar S, Kale R. Salivary pH: A diagnostic biomarker. *J Indian Soc Periodontol* 2013;17(4):461-5.
24. Silva S, Costa EM, Calhau C, Morais RM, Pintado ME. Anthocyanin extraction from plant tissues: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017;57(14):3072-83.

Corresponding Author

Wilairat Worapamorn
School of Dentistry,
Mae Fah Luang University,
Amphur Muang, Chiang Rai, 57100
Tel.: +66 89 654 2215
E-mail: worapamornw@gmail.com

การศึกษาประสิทธิภาพการติดสีของสารสกัดจากข้าวท่าในการย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน

อัยมณัฐ พันทศิริพันธุ์* ชนาภา เทศเจริญ* นันทสินี นหนองบัว* สุวิมล สุวรรณอัคร์* วิไลรัตน์ วรรณกร**

บทคัดย่อ

สีย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์ถูกนำมาใช้เพื่อบอกระดับและตำแหน่งของแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมการดูแลอนามัยช่องปากและช่วยป้องกันการเกิดโรคในช่องปาก เพื่อศึกษาค้นสีย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์ทางเลือกจากธรรมชาติ ที่มีความสามารถในการย้อมติดแผ่นคราบจุลินทรีย์ได้ดีและมีความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับเนื้อเยื่อในช่องปาก งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย ในการศึกษาประสิทธิภาพการติดสีของสารสกัดจากข้าวท่าในการย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน สารสกัดจากข้าวท่าถูกจัดเตรียม โดยการต้มข้าวท่าในน้ำและนำมาทำให้แห้งผ่านกระบวนการเยือกแข็งเพื่อให้สารสกัดอยู่ในลักษณะของผงแป้งสีม่วงเข้ม ซึ่งก่อนนำมาใช้งานในช่องปาก ผงสีของข้าวท่าจะถูกผสมกับน้ำด้วยอัตราส่วน 1:2 การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองแบบไขว้ โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 36 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามช่วงอายุละ 12 คน ดังนี้ 18-26 ปี 27-46 ปี และ 47-66 ปี ในกลุ่มอายุเดียวกัน ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกสุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย เพื่อรับการย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์ด้วยสารสีอิริโทรซินหรือสารสกัดจากข้าวท่าอย่างใดอย่างหนึ่ง หลังจากได้รับการย้อมสีแรกไป 2 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกสลับย้อมด้วยสีย้อมคราบจุลินทรีย์อีกชนิด การติดสีของแผ่นคราบจุลินทรีย์ถูกบันทึกโดยผู้ตรวจและผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งฟัน 1 ซี่ ถูกแบ่งเป็น 4 ด้านและบันทึกผลดังนี้ ติดสี ไม่ติดสี และไม่สามารถระบุได้ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากข้าวท่าสามารถย้อมคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันได้สีม่วงเข้มอย่างเฉพาะเจาะจง ไม่ติดสีเนื้อเหงือก เนื้อเยื่อช่องปาก รวมถึงวัสดุอุดสีเหมือนฟัน ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถมองเห็นและสังเกตคราบจุลินทรีย์ได้อย่างชัดเจนใน 15 นาทีแรกก่อนสีย้อมจะค่อยๆจางลง ค่าสถิติ Cohen's Kappa coefficients ระหว่างผู้ตรวจและผู้เข้าร่วมวิจัย ในการมองเห็นแผ่นคราบจุลินทรีย์ของสารสีอิริโทรซินและสารสกัดจากข้าวท่า มีค่า 0.34 และ 0.30 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงความน่าเชื่อถือเดียวกัน นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการมองเห็นคราบจุลินทรีย์ระหว่าง 2 สีย้อมคราบจุลินทรีย์ในทุกกลุ่มอายุ แต่เมื่อวิเคราะห์ด้านของซี่ฟันและตำแหน่งของฟัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการมองเห็นคราบจุลินทรีย์ระหว่างสีย้อมคราบจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ที่ด้านใกล้กลางและในฟันหลังล่าง (Paired T-test; $p < 0.05$) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากข้าวท่าสามารถใช้ย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันได้ตามคุณสมบัติที่พึงประสงค์ โดยประสิทธิภาพของสารสกัดจากข้าวทาน้อยกว่าสารสีอิริโทรซินเล็กน้อย แต่สารสกัดจากข้าวท่ามีลักษณะบางประการที่โดดเด่น คือ การเป็นสารจากธรรมชาติ ปลอดภัย และมีการติดสีเฉพาะตำแหน่ง ในรูปแบบผงของสารสกัดยังสะดวกต่อการใช้ในครัวเรือน เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพช่องปากของประชาชน

คำไ้รหัส: ข้าวท่า/ การย้อมแผ่นคราบจุลินทรีย์/ สีย้อม/ สารสีอิริโทรซิน

ผู้รับผิดชอบบทความ

วิไลรัตน์ วรรณกร

สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

โทรศัพท์: 089 654 2215

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: worapamornw@gmail.com

* นักศึกษาทันตแพทย์ สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

** สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

Tooth Size Proportion in Patients with First Four Premolars Extraction

Duangta A* Manosudprasit A** Chaichit R*** Manosudprasit A**

Abstract

Proper occlusal interdigitation, overjet, and overbite between the maxillary and the mandibular teeth in patients with extracted first four premolars depend essentially on proper inter-arch tooth size ratio. The purpose of the study is to report the mathematical inter-arch tooth size ratio and the size of each tooth in normal occlusion patients whom first four premolars were already extracted after orthodontic treatment. We strictly selected dental models of patients with normal occlusion and had first four premolar extraction. The PAR index (peer assessment rating index) was used to select dental models with good occlusion. Then, the selected models were evaluated for incisal inclination by cephalometric analysis measurement. We also included models with normal upper and lower incisors inclined. The study was carried out on 38 patients with four extracted first premolars with normal occlusion. The selected models were scanned and digitized with the virtual model software (3Shape Ortho System, 3Shape A/S, Copenhagen). We calculated mean of tooth size, mathematical inter-arch tooth size ratio. We found that the mean overall "10" ratio and the mean anterior "6" ratio were $90.31 \pm 1.86\%$ and $77.47 \pm 2.66\%$, respectively. Additionally, the tooth size mean values of upper central incisor, upper lateral incisor, upper second premolar, upper first molar, lower second premolar and lower first molar were significantly different from another similar study. We also found the variations in overall "10" ratio among the literatures. Also, we found a statistically significant difference of overall "10" ratio between Bolton's, Kayalioglu's and our study. In conclusions, our study suggests that an overall ratio of $90.31 \pm 1.86\%$ is practical in diagnosis and a treatment planning for patients with four extracted first premolars.

Keywords: Inter-arch tooth size ratio/ First four premolars extraction

Received: Jan 02, 2023

Revised: Aug 08, 2023

Accepted: Aug 10, 2023

Introduction

For an appropriate intercuspation, the teeth must have an appropriate size, inclination and angulation. If the teeth are disproportionate, an ideal occlusion cannot be achieved. Bolton's analysis is the most well-known method to calculate the tooth size discrepancy. The Bolton's analysis, including overall and anterior ratio, have been accepted worldwide as an important tool to aid the orthodontic treatment. The analysis was defined as the proportion of sum of the mesiodistal widths between the maxillary and mandibular teeth, except the second and third molars. Bolton developed two ratios to identify the tooth size discrepancy. The anterior ratio was made to compare the tooth widths between the anterior mandibular teeth and the anterior maxillary teeth. A statistically significant mean and standard deviation were 77.2 ± 0.22 . The overall ratio was determined by the proportion of the mesiodistal widths between the mandibular teeth and the maxillary teeth, except the second and third molars. A statistically significant mean and standard

deviation were 91.3 ± 0.26 .¹ Many researchers reported that there are statistically significant associations between the ratios of the tooth size and ethnicity.^{2,3} As a result, several studies established interarch tooth size ratio norms that were similar to Bolton's analysis for particular populations, such as Thai, Iranian, Chinese, Turkish, Spanish, Indian and Irish.⁴⁻⁹ Dechkunakorn et al. studied the tooth size and interarch tooth ratio in 100 dental models (50 males, 50 females) of Thai people who had Angle's Class I occlusion. The criteria of Dechkunakorn's study were Angle's class I occlusion, normal overjet, normal overbite, crowding less than 1 mm, spacing less than 1 mm, normal tooth shape, no tooth material mesiodistally, no caries, permanent dentition except third molars presented and acceptable profile. The dental models were measured by an electronic digital caliper. They reported the mean of each tooth size, the mean overall ratio and the mean anterior ratio. The mean overall ratio was 92. The mean anterior ratio was 78.53.¹⁰

* Dental Department, Nan Hospital, Amphur Muang, Nan.

** Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

Several studies found that clinically significant tooth-size discrepancies could change reciprocally after extractions. In 1962, Bolton presented the overall ratio was between 87-89% after extracting four premolars.¹¹ Moreover, Saatci et al. and Varghese et al. found that the extraction of first four premolars created the most severe tooth-size discrepancy.¹² Consequently, Bolton's ratio may not be appropriate in patients with first four premolars extraction. Tooth size analysis after four first premolars extraction is necessary for orthodontists to determine the treatment plan before starting the actual treatment for patients who require four first premolars extraction. Using cast models, we established an interarch tooth size ratio in first four premolars extracted Thai patients with normal occlusion. Since our study is specific to Thai people, we hope our findings will help orthodontists plan the treatment more appropriately in Thai patients requiring first four premolars extraction, the same way Bolton's ratio has been utilized.

The purpose is to report the mathematical interarch tooth size ratio and the size of each tooth in normal occlusion patients who already have first four premolars extraction and normal occlusion.

Materials and Methods

This investigation was designed as a descriptive study to measure the interarch tooth size discrepancy on 'normal' occlusion patients whom first four premolars were already extracted. The study was conducted from posttreatment models of 58 subjects who had orthodontic treatment and had first four premolars extracted at the Department of Orthodontics, Khon Kaen University.

Sampling method

Post-treatment dental models of patients had first four premolars extraction were collected by simple random sampling technique.

Sample size calculation

The sample size was calculated based on the main objective of the study. From pilot study reported that a mathematical tooth-size ratio of first four premolars extraction, the standard deviation value was 1.59 for overall "10" ratio.

N = sample size,

$Z\alpha = 1.96$, $\beta = 0.2$, σ = standard deviation from the pilot study, e = allowable error

$$N = \frac{Z\alpha^2 \sigma^2}{e^2}$$

$$N = \frac{1.96^2 \times 1.59^2}{0.5^2} = 38.89$$

Inclusion Criteria

- Permanent dentition and all first molars presented
- Four first premolars extraction
- Occlusion assess by PAR index
 - Class I molar and canine relationship
 - The buccal segment with good interdigitation
 - Overbite 15-30 percent (overbite is a vertical overlap between the incisal edge of maxillary central incisors and the incisal edge of mandibular central incisors)
 - Overjet 1.5-3 mm (overjet is a horizontal distance between the labial surface at incisal edge of maxillary central incisors and the labial surface of mandibular central incisors)
 - No tooth rotation or diastema in the dental arch
 - Curve of Spee 0-2 mm

Exclusion Criteria

- Incomplete data including posttreatment model and lateral cephalogram
- Teeth extraction other than the first premolar
- Obvious loss of tooth material mesiodistally from caries, fractures, congenital defects
- Large restoration/Crown

The first step was to determine an occlusion. All posttreatment models were selected by the peer assessment rating (PAR) index accordingly to Richmond et al.¹³ Each set of plaster models was occluded in maximum intercuspation, and a PAR ruler was used to define a value to each of the 5 components. There were upper anterior segment (UAS), right and left buccal occlusion (RBO and LBO), overjet (OJ), overbite (OB) and midline deviation (MID).

The weighting of the American system was applied: UAS times 1, RBO and LBO times 2, OJ and OB times 3, and MID times 2.¹⁴ A score from 1 to 9 indicates a good dental relationship. All study models were scored by the same investigator who would remeasure the study casts 2 weeks later. The mean of 2 PAR score from 9 or less was included in this study.

The second step was the determination of the skeletal pattern and the dental inclination on posttreatment cephalometric radiographs of the subjects from the first step. Cephalometric radiograph was used to measure upper incisor and lower incisor inclination. (Figure 1)

(1) Maxillary incisors (U1):¹⁵

- U1 - SN (degrees) (Thai norm range: 107.01 ± 6.13)
- U1 - NA (degrees) (Thai norm range: 21.58 ± 4.99)

(2) Mandibular incisors (L1):¹⁵

- L1 - MP (degrees) (Thai norm range: 97.26 ± 5.97)
- L1 - FH (FMIA) (degrees) (Thai norm range: 59.9 ± 5.86)
- L1 - NB (degrees) (Thai norm range: 30.22 ± 5.55)

(3) Maxillary and mandibular incisors¹⁵

- Interincisal angle (Thai norm range: 124.36 ± 7.56)

All cephalometric radiographs were remeasured 2 weeks later by the same investigator. The models with normal upper incisors and lower incisors inclination were included in this study.

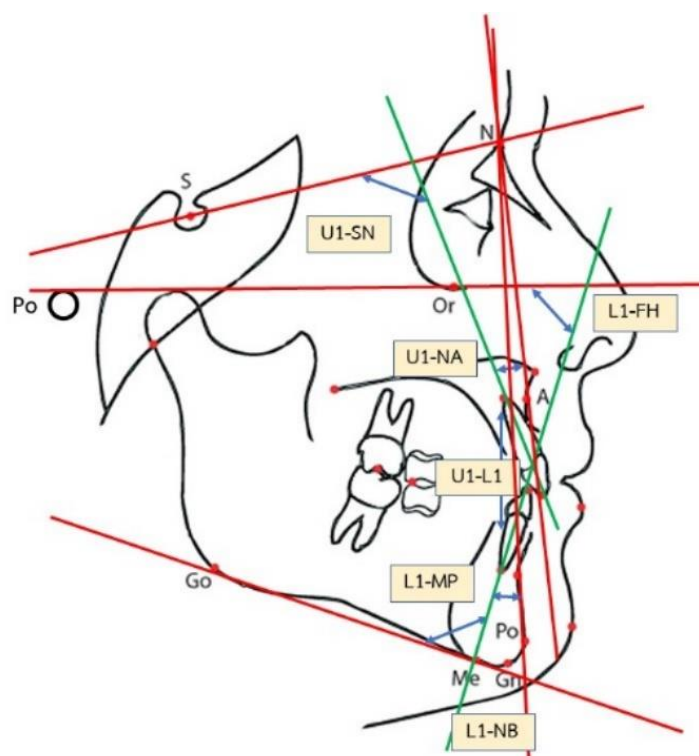


Figure 1 Cephalometric measurements

The chosen post-treatment models were scanned and digitalized with 3shape E2 scanner (3Shape, Copenhagen, Denmark) in the third step. (Figure 2) The surface data was then imported into the virtual model software (3Shape Ortho System, 3Shape A/S, Copenhagen). The largest width of each teeth of digital models were measured from the most occlusal and the most outer point at the mesial and distal aspect of teeth was paralleled to the occlusal plane. (Figure3) Then, the total arch length was calculated from the sum of the width of the first molar from one side to another side. The measurements were performed similarly in all cases. An analysis of the measurement error was undertaken, the same investigator remeasured the digital model twice 2 weeks apart. Moreover, before starting the measuring process, calibration was done with another orthodontist to assess the reliability.

The mean width for each tooth from the 2 measurements as well as Bolton's ratio were calculated for each subject.

Overall "10" ratio =

$$\frac{\text{Sum mandibular teeth 36-46}}{\text{Sum maxillary teeth 16-26}} \times 100$$

Anterior "6" ratio =

$$\frac{\text{Sum mandibular teeth 33-43}}{\text{Sum maxillary teeth 13-23}} \times 100$$

Means, minimum-maximum values, standard deviations, standard errors of the mean, and variances were calculated for the overall "10" ratio and the anterior "6" ratio.



Figure 2 3shape E2 scanner (3Shape, Copenhagen, Denmark)

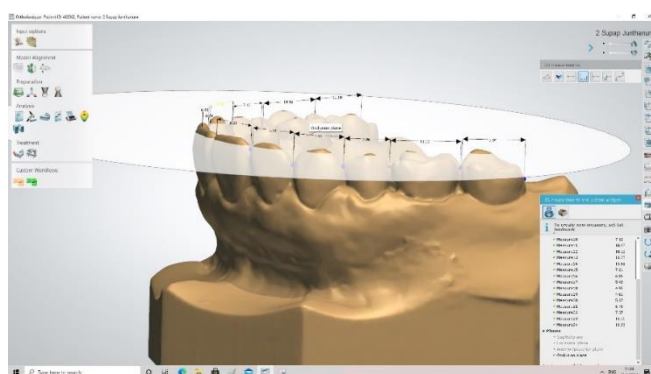


Figure 3 Tooth size measurement parallel to the occlusal plane (3Shape Ortho System, 3Shape A/S, Copenhagen).

Ethical consideration

This study was approved by the Khon Kaen University Ethics Committee for Human Research No. HE632075. Subjects' data such as name, family name, hospital number, address, and telephone number are securely protected. In addition, the case record forms are listed in numbers rather than names.

Statistical analysis

Data was analyzed using SPSS software version 22.

1. Mean, minimum and maximum value, standard deviations, standard errors of the mean and variances were calculated for each variable for each subject.

2. One sample T-test was used to compare the mean value of cephalometric angles of this study with that of Dechkunakorn's study.

3. One sample T-test was used to compare interarch tooth size ratio of this study with Bolton's study and Kayalioglu's study.

4. One sample T-test was used to compare the mean of each tooth size of this study and Dechkunakorn's study.

Results

Ultimately, the study was conducted on 38 subjects (32 females and 6 males). The subjects were categorized based on the ANB angle. (Table1)

Skeletal Class I patients have an ANB angle ranging from 1-5 degrees. If the angle is great than 5 degrees, they are categorized as Skeletal Class II. While ANB angle smaller than 1 degree are categorized as Skeletal Class III. The samples included 33 skeletal Class I, 3 skeletal Class II, and 2 skeletal Class III subjects.

Determination of descriptive statistics for each PAR components are shown below. (Table2) The highest mean is LBO component (1.10 ± 1.31) followed by the RBO component (1.02 ± 1.07).

We compared our mean value of every angles to the study by Dechkunakorn et al.¹⁵ Our mean of U1-SN angle, L1-FH angle, L1-NB angle and interincisal angle were significantly different from the study by Dechkunakorn et al. (Table 3)

Table 1 Demographics data of the categorical variable (Skeletal relationship)

Skeletal relationship	Frequency (Percent)	ANB	Minimum-maximum
Class I	33(86.8%)	2.92 ± 1.23	1-5
Class II	3 (7.9%)	6.16 ± 0.28	6-6.5
Class III	2 (5.3%)	0 ± 0.70	-0.5-0.5
Total	38 (100%)		

Table 2 Mean, SD, and minimum-maximum values of each PAR components of selected posttreatment samples (n = 38) after the third step.

PAR components	Mean $\pm$ SD	Minimum-maximum
UAS	0	0
RBO	1.02 ± 1.07	0-4
LBO	1.10 ± 1.31	0-4
OJ	0.47 ± 1.10	0-3
OB	0.59 ± 1.13	0-3
MID	0.02 ± 0.16	0-1
PAR Score	3.22 ± 2.32	0-8

Table 3 Comparison of mean cephalometric angles between Dechkunakorn's study and this study (One sample T test).

Measurements	Mean $\pm$ SD	Thai norm range (Dechkunakorn's study)	t	P-value
U1-SN(°)	104.63 ± 4.94	107.01 ± 6.13	-2.96	0.00*
U1-NA(°)	21.09 ± 3.67	21.58 ± 4.99	-0.81	0.41
L1-MP(°)	96.31 ± 4.62	97.26 ± 5.97	-1.25	0.21
L1-FH(°)	57.85 ± 5.27	59.9 ± 5.86	-2.38	0.02*
L1-NB(°)	28.75 ± 3.56	30.22 ± 5.55	-2.54	0.01*
Interincisal angle	126.71 ± 5.29	124.36 ± 7.56	2.73	0.01*
* P<0.05				

We compared the mean tooth size to the study by Dechkunakorn et al.¹⁰ Our mean of upper central incisor, upper lateral incisor, upper second premolar, upper first molar, lower second premolar and lower first molar were significantly different from the study by Dechkunakorn et al. (Table 4)

The mean overall “10” ratio for the posttreatment models was 90.31 ± 1.86 . The values ranged from 86.24 to 94.10, and the median was 90.43. The standard error of the mean was 0.30, and the variance was 3.47. The mean anterior “6” ratio calculated was 77.47 ± 2.66 . The values ranged from

71.76 to 84.55, and the median was 77.79. The standard error of the mean was 0.43. The variance was 7.11. (Table 5)

We also compared our mean anterior “6” ratio to ratios reported in Bolton et al., Kayalioglu et al., Dechkunakorn et al. and Manopatanakul et al. Our anterior “6” ratio was not significantly different from any of the studies mentioned, except Dechkunakorn et al. (Table 6)

Our overall “10” ratio was significantly different from the previous studies. (Table 7)

Table 4 Comparison of Mean tooth size between Dechkunakorn's study and this study (One sample T test).

Tooth		Present study (N=38)	Dechkunakorn's study (N=100)	t	P-value
Maxillary	Central incisor	8.74 ± 0.47	8.57 ± 0.48	2.31	0.02*
	Lateral incisor	7.37 ± 0.52	7.01 ± 0.50	4.28	0.00*
	Canine	7.89 ± 0.40	8.01 ± 0.42	-1.69	0.09
	Second premolar	7.25 ± 0.37	6.88 ± 0.39	6.07	0.00*
	First molar	10.69 ± 0.50	10.27 ± 0.43	5.17	0.00*
Mandible	Central incisor	5.50 ± 0.34	5.46 ± 0.33	0.85	0.39
	Lateral incisor	6.11 ± 0.35	6.08 ± 0.32	0.66	0.51
	Canine	6.97 ± 0.37	6.97 ± 0.40	0.12	0.89
	Second premolar	7.68 ± 0.47	7.16 ± 0.39	6.88	0.00*
	First molar	11.60 ± 0.53	11.36 ± 0.52	2.86	0.00*

* P<0.05

Table 5 Mean tooth ratio of selected posttreatment models

Variables	n	Mean	Min-max	Median	SD	SEM	V
Overall “10” ratio	38	90.31	86.24-94.10	90.43	1.86	0.30	3.47
Anterior “6” ratio	38	77.47	71.76-84.55	77.79	2.66	0.43	7.11

Table 6 Comparison of Mean and SD values of Anterior ratio between previous studies and this study (One sample T test).

Variables	Studies	N	Mean	SD	t	P-value
Anterior ratio (Mand 3-3) (Max 3-3)	Bolton (1958)	55	77.20	1.65	0.64	0.52
	Kayalioglu (2004)	53	77.68	1.12	-0.46	0.64
	Dechkunakorn (1995)	100	78.53	2.34	-2.43	0.02*
	Manopatanakul (2011)	37	77.09	2.18	0.89	0.37
	Present study	38	77.47	2.66		

* P<0.05

Table 7 Comparison of Mean and SD values of Overall “10” ratio between previous studies and this study. (One sample T test)

Variables	Studies	N	Mean	SD	t	P-value
Overall “10” ratio (Mand 6-6) (Max 6-6)	Bolton (1958)	88	88	1	5.85	0.00*
	Kayalioglu (2004) (All first premolar extraction)	53	89.28	1.07	3.40	0.00*
	Present study (All premolar extraction)	38	90.31	1.86		

* P<0.05

The measurement was done in all samples, and re-examinations were done 2 weeks after the first examination by the same examiner (A.D.). The Intraclass Correlation Coefficients (ICCs) (Table 8). Before starting to measuring tooth size process, we were required to calibrate our measurement with another orthodontist. The summary of Intraclass Correlation Coefficients (ICCs) (Table 9). The score presented excellent ICC values. These results indicated the reliability of the data.

Table 8 Summary of Intra-examiner reliability by using Intraclass Correlation Coefficients

Measurement	Intraclass Correlation Coefficients (95% CI)
PAR index	
Single Measures	0.843 (0.699-0.922)
Average Measures	0.915 (0.823-0.959)
Cephalometric analysis	
● U1-SN angle	
Single Measures	0.973 (0.766-0.997)
Average Measures	0.986 (0.868-0.999)
● U1-NA angle	
Single Measures	0.942 (0.550-0.994)
Average Measures	0.970 (0.710-0.997)
● L1FH angle	
Single Measures	0.969 (0.762-0.997)
Average Measures	0.984 (0.865-0.998)
● L1MP angle	
Single Measures	0.911 (0.464-0.990)
Average Measures	0.953 (0.634-0.995)
● L1-NB angle	
Single Measures	0.88 (0.17-0.987)
Average Measures	0.936 (0.291-0.993)
● U1L1 angle	
Single Measures	0.864 (0.233-0.985)
Average Measures	0.927 (0.378-0.992)
● Tooth width	
Single Measures	0.999 (0.998-0.999)
Average Measures	0.999 (0.999-1.00)

Table 9 Summary of Inter-examiner reliability by using Intraclass Correlation Coefficients

Tooth width measurement	Intraclass Correlation Coefficients (95% CI)
Single Measures	0.996 (0.994-0.997)
Average Measures	0.998 (0.997-0.998)

Discussion

In this study, we reported the mathematical interarch tooth size ratio and the size of each tooth in normal occlusion patients whom first four premolars were already extracted. First premolars are frequently extracted in orthodontic treatment. Thus, understanding how pre-treatment planned extraction impact the final outcome is essential to achieve the 'perfect' occlusion. H. Travess et al. found that the first premolar had the highest percentage of extraction, followed by the second premolar, first molar, second molar, canine, lateral incisor and central incisor.¹⁶ Saatci et al. presented a statistical significance of Bolton value between pretreatment and posttreatment after first four premolars extraction. Removing the first four premolars creates the most serious tooth-size discrepancy.¹² Tooth size discrepancy is often observed after four premolar extractions after treatment. Consequently, this can make it difficult to achieve the good occlusion after treatment.

Interestingly, tooth size difference among men and women have been reported. Men have generally larger teeth than women.^{17,18} Bishara et al. studied subjects of normal Class I occlusion and found that males were prone to have larger teeth than females.¹⁹ Dechkunakorn et al. studied tooth size and tooth size ratio in 100 dental models. There were 50 Thai males and 50 Thai females. They found that males teeth were significantly larger than females teeth in upper first molars, upper canines, upper lateral incisors, upper central incisors, lower canines, lower first premolar and lower first molars. Nevertheless, they stated that there were no differences in anterior teeth ratio, posterior teeth ratio and the overall ratio between gender.¹⁰ Multiple studies have also compared the anterior Bolton ratio between sexes. Lavelle compared interarch tooth size discrepancy of 120 casts with excellent occlusions between males and females which showed that the total and anterior ratios were both slightly higher in males than in females.² On the contrary, Jóias and Scanavini investigated 35 subjects with natural normal occlusion. They stated that there are no differences in Bolton's anterior ratio within sexes.²⁰ Besides, many studies

have found that the differences between tooth size discrepancies and sexes are not strongly significant. These imply the variation in the result of the studies in tooth size discrepancy and sexes.²¹⁻²³ Most of our subjects were female. Thus, we could not compare tooth size discrepancy appeared between men and women.

ANB angle was used to distinguish skeletal discrepancy. The sample included 33 skeletal Class I, 3 skeletal Class II, and 2 skeletal Class III subjects. Johe et al. studied 306 subjects with different sexes, ethnicities, and skeletal malocclusion categories. They found no significant difference in anterior ratio or overall ratio in each groups.²⁴ Also, Asad et al. found that the anterior Bolton ratio in Skeletal Class I, II & III patients was statistically insignificant different. Their sample comprised of 60 patients of different malocclusion groups.²⁵ Nevertheless, a study by Batool et al. and Araujo, & Souki showed an inconsistent result that the mean anterior tooth ratios were significantly higher for skeletal Class II patients.^{21,26} According to Table 1, samples in Class II and Class III showed an ANB angle that deviated no more than 2 standard deviation of the Class I samples (3 ± 2). Thus, the ANB angles presented less severe skeletal relationship resulting in samples that showed normal incisal inclination angle.

PAR index was used to evaluate the severity of dental malocclusion and the success of orthodontic treatment. PAR index gives good reliability and validity to assess both severity of malocclusion as well as estimated treatment difficulty.²⁷ However, Heusdens et al. found that PAR index could not present the severity of tooth size discrepancy.²⁸ PAR index does not include the incisal inclination. Therefore, in this study, cephalometric analysis measurements were used to evaluate the incisal inclination. Dechkunakorn et al. reported Thai norm value of cephalometric analysis. They studied in 26 Thai males and 29 Thai females. Inclusion criterias were Angle Class I occlusion, normal overjet and overbite, good alignment of tooth, crowding or spacing less than 1 mm and good facial profile.¹⁵ Norm of the incisal inclination angles in Thai people from Dechkunakorn's study was used to select the appropriate samples. We found that our

findings for U1-SN angle, L1-FH angle, L1-NB angle and interincisal angle are statistically different from findings of Dechkunakorn et al. This may be due to the skeletal relationship of our samples. While we included all skeletal relation in our study, Dechkunakorn et al. included Angle Class I occlusion. Consequently, both PAR index and cephalometric measurement were taken into account to select a perfect occlusion in this study, the same way as the Kayalioglu's study. Also, this study calculated the tooth size ratio from actual cases with premolar extraction, not hypothetical tooth extractions, therefore our data is reliable.

In our study, the chosen post-treatment models are scanned with 3shape E2 scanner (3Shape, Copenhagen, Denmark). We digitalized our models with the virtual model software (3Shape Ortho System, 3Shape A/S, Copenhagen). This allowed us to measure the mesiodistal tooth width parallel to the occlusal plane. Thus, this method was accurate and reproducible. An intraoral scanner has been rapidly developed in orthodontics. It has many advantages. The scanner does not require the fabrication of plaster models and reduces error as there are fewer steps compared to the conventional impression techniques. Lee and Park's study compared in vivo full arch scan from intraoral scanner and digital model from a laboratory desktop scanner. They showed that intraoral scans created local deviations in the lower arch posterior regions. They reported 0.10 mm of overall deviation between both methods.²⁹ Nonetheless, conventional alginate impression may be less precise compared to the intraoral scanners because alginate have internal tearing during the removal of the trays.³⁰ Recently, digital orthodontic system accommodating in diagnosis is growing rapidly. Thus, in the future, it could be used more widely than the conventional techniques. It would be beneficial for future studies to use the intraoral scanner to further investigate topics that are related to this study.

According to Table 4, our mean tooth size of upper central incisor, upper lateral incisor, upper second premolar, upper first molar, lower second premolar and lower first molar was significantly different from Dechkunakorn's study. This may be due to the fact that our study reported the

tooth size of posttreatment model with normal occlusion while patients with full dentition were observed in Dechkunakorn et al. Many studies reported tooth size discrepancy after orthodontic treatment with first four premolars extraction. Therefore, our subjects teeth might be modified to achieve normal occlusion which result in changes of the tooth size. Thus, our study differs from Dechkunakorn et al. which can be explained by inclusion criteria.

Some studies have shown a reduction of Bolton's overall ratio in cases with premolar extraction.^{31,32} In 1962, Bolton presented that the overall ratio should not be used to estimate the occlusion after four premolars extraction. In 2005, Kayalioglu and a team studied posttreatment dental models of 53 Turkish patients, with four extracted first premolars. They used the PAR index and cephalometric measurement to select a perfect occlusion. Accurate to 0.01mm, a digital caliper was used to measure tooth size. They found that the overall ratio without the first four premolar was $89.28 \pm 1.07\%$. They suggested this overall ratio to be the norm for four first premolar extractions.³³ In our study, the mean overall "10" ratio and the mean anterior "6" ratio were $90.31 \pm 1.86\%$ and $77.47 \pm 2.66\%$ and respectively. Our anterior "6" ratio was not significantly different from the previous studies except from study by Dechkunakorn et al. (Table 6). Dechkunakorn et al. investigated tooth size and interarch tooth size ratio in Thai people that had normal occlusion. They used an electronic digital caliper to measure tooth width in the dental model. The differences in results between our study and Dechkunakorn et al.'s study could be explained by different measuring method and inclusion criteria. Therefore, the result was different despite studying in Thai samples. Moreover, our overall "10" ratio was significantly different from Bolton's study and Kayalioglu's study which could be explained by ethnicities and measuring methods.

Our samples were dominantly females and skeletal Class I. Therefore, we could not compare the data on the basis of sexes and skeletal relationships. Future studies should also evaluate the relationship in larger samples.

Conclusion

Our study suggests that an overall ratio of 90.31 % is practical in diagnosis and treatment planning for the patients with four first premolars extraction.

Acknowledgement

I would like to thank Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University for allowing me to utilize the facilities and to fulfil my research's objectives.

References

1. Bolton WA. Disharmony In tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958;28(3):113-30.
2. Lavelle CL. Maxillary and mandibular tooth size in different racial groups and in different occlusal categories. *Am J Orthod* 1972;61(1):29-37.
3. Smith SS, Buschang PH, Watanabe E. Interarch tooth size relationships of 3 populations: "does Bolton's analysis apply?". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(2):169-74.
4. Manopatanakul S, Watanawirun N. Comprehensive intermaxillary tooth width proportion of Bangkok residents. *Braz Oral Res* 2011;25(2):122-7.
5. Kachoei M, Ahangar-Atashi MH, Pourkhamneh S. Bolton's intermaxillary tooth size ratios among Iranian schoolchildren. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16(4):e568-72.
6. Ta TA, Ling JY, Hagg U. Tooth-size discrepancies among different occlusion groups of southern Chinese children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(5):556-8.
7. Uysal T, Sari Z. Intermaxillary tooth size discrepancy and mesiodistal crown dimensions for a Turkish population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(2):226-30.
8. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Do Bolton's ratios apply to a Spanish population? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(3):428-30.

9. O'Mahony G, Millett DT, Barry MK, McIntyre GT, Cronin MS. Tooth size discrepancies in Irish orthodontic patients among different malocclusion groups. *Angle Orthod* 2011;81(1):130-3.
10. Dechkunakorn S, Chaiwat J, Sawaengkit P, Anuwongnukroh N, Nisalak P. Dental arch in normal occlusion part I: Size of teeth and percentage ratio between lower and upper teeth. *J Dent Assoc Thai* 1995;45(4):159-67.
11. Bolton WA. The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod* 1962;48(7):504-29.
12. Saatci P, Yukay F. The effect of premolar extractions on tooth-size discrepancy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(4):428-34.
13. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, et al. The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 1992;14(2):125-39.
14. Holman JK, Hans MG, Nelson S, Powers MP. An assessment of extraction versus nonextraction orthodontic treatment using the peer assessment rating (PAR) index. *Angle Orthod* 1998;68(6):527-34.
15. Dechkunakorn S, Chaiwat J, Sawaengkit P, Anuwongnukroh N, Taweedsed N. Thai adult norms in various lateral cephalometric analyses. *J Dent Assoc Thai* 1994;44(5-6):202-14.
16. Travess H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 8: Extractions in orthodontics. *Br Dent J* 2004;196:195-203.
17. Garn SM, Lewis AB, Kerewsky RS. Sex difference in tooth size. *J Dent Res* 1964;43:306.
18. Arya BS, Savara BS, Thomas D, Clarkson Q. Relation of sex and occlusion to mesiodistal tooth size. *Am J Orthod* 1974;66(5):479-86.
19. Bishara SE, Jakobsen JR, Abdallah EM, Fernandez Garcia A. Comparisons of mesiodistal and buccolingual crown dimensions of the permanent teeth in three populations from Egypt, Mexico, and the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96(5):416-22.
20. Jóias R, Scanavini MA. Factors related to Bolton's anterior ratio in Brazilians with natural normal occlusion. *Braz J Oral Sci* 2011;10:69-73.
21. Araujo E, Souki M. Bolton anterior tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Angle Orthod* 2003;73(3):307-13.
22. Nie Q, Lin J. Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(5):539-44.
23. Alkofide E, Hashim H. Intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion classes: a comparative study. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26(4):383-7.
24. Johe RS, Steinhart T, Sado N, Greenberg B, Jing S. Intermaxillary tooth-size discrepancies in different sexes, malocclusion groups, and ethnicities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(5):599-607.
25. Saad A, Naeem S, Waheed UH, Rcsed M. Bolton analysis for different sagittal problems & its corelition with dental parameters *Pak Oral Dental J* 28(1):91-8.
26. Batool I, Abbas A, Rizvi SA, Abbas I. Evaluation of tooth size discrepancy in different malocclusion groups. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2008;20(4):51-4.
27. De Guzman L, Bahiraei D, Vig KW, Vig PS, Weyant RJ, O'Brien K. The validation of the Peer Assessment Rating index for malocclusion severity and treatment difficulty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(2):172-6.
28. Heusdens M, Dermaut L, Verbeeck R. The effect of tooth size discrepancy on occlusion: An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(2):184-91.
29. Lee KC, Park SJ. Digital intraoral scanners and alginate impressions in reproducing full dental arches: a comparative 3D assessment. *Applied Sciences* 2020; 10(21):7637.
30. Zimmermann M, Koller C, Rumetsch M, Ender A, Mehl A. Precision of guided scanning procedures for full-arch digital impressions *in vivo*. *J Orofac Orthop* 2017;78(6): 466-71.

31. Tong H, Chen D, Xu L, Liu P. The effect of premolar extractions on tooth size discrepancies. *Angle Orthod* 2004;74(4):508-11.
32. Endo T, Ishida K, Shundo I, Sakaeda K, Shimooka S. Effects of premolar extractions on Bolton overall ratios and tooth-size discrepancies in a Japanese orthodontic population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(4):508-14.
33. Kayalioglu M, Toroglu MS, Uzel I. Tooth-size ratio for patients requiring 4 first premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(1):78-86.

Corresponding Author

Amornrut Manosudprasit

Division of Orthodontics,

Department of Preventive Dentistry,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 89 422 4002

Fax : +66 43 202 862

E-mail : amonman@kku.ac.th

ค่าอัตราส่วนขนาดซี่ฟันในผู้ป่วยที่ได้รับการจัดฟัน ร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่

อาทิตยา ดวงตา* เอกสิทธิ์ มโนสุตประสิทธิ์** รัชฎา ฉายจิต*** อมรรัตน์ มโนสุตประสิทธิ์**

บทคัดย่อ

การสบฟัน ระยะสบเหลี่ยมแนวราบ ระยะสบเหลี่ยมแนวตั้งที่เหมาะสมระหว่างฟันบนและฟันล่างในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยการจัดฟันร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่นั้น ขึ้นอยู่กับการมีอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบนที่เหมาะสม โดยจุดประสงค์ของการศึกษานี้คือ การรายงานค่าอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน และขนาดซี่ฟันแต่ละซี่ในผู้ป่วยที่มีการสบฟันปกติภายหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่ เราคัดเลือกแบบจำลองฟันอย่างเข้มงวดในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่และมีการสบฟันปกติ ดัชนีชี้วัดพาร์ (PAR index) ถูกนำมาใช้เพื่อคัดเลือกแบบจำลองฟันที่มีการสบฟันปกติ หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการคัดเลือกจากดัชนีชี้วัดพาร์ทำการประเมินการเอียงตัวของฟันหน้าโดยใช้ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เราคัดเลือกแบบจำลองฟันที่มีการเอียงตัวของมุมฟันหน้าปกติ ได้ตัวอย่างทั้งหมด 38 ตัวอย่าง ตัวอย่างทั้งหมดได้รับการสแกนและวัดขนาดซี่ฟันโดยใช้โปรแกรมแบบจำลองฟันเสมือนจริง 3Shape ออโธซิสเต็ม (3Shape Ortho System, 3Shape A/S, Copenhagen) เราหาค่าเฉลี่ยของขนาดซี่ฟันแต่ละซี่และ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน เราพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน 10 ซี่ และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันหน้าล่างต่อฟันหน้าบน 6 ซี่ เท่ากับ $90.31 \pm 1.86\%$ และ $77.47 \pm 2.66\%$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดซี่ฟันตัดซี่กลางบน ฟันตัดซี่ข้างบน ฟันกรามน้อยซี่ที่สองบน ฟันกรามซี่ที่หนึ่งบน ฟันกรามน้อยซี่ที่สองล่าง และฟันกรามซี่ที่หนึ่งล่าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่มีลักษณะคล้ายกัน อีกทั้งเรายังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน 10 ซี่ ระหว่างการศึกษาของโบลด์น และการศึกษาของคาลิโอกู และ การศึกษานี้ โดยสรุปการศึกษานี้แนะนำค่าเฉลี่ยอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน 10 ซี่ เท่ากับ $90.31 \pm 1.86\%$ เพื่อใช้ในการวินิจฉัย และวางแผนการรักษาในผู้ป่วยที่วางแผนจะจัดฟันร่วมกับการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่

คำใบ้: ค่าอัตราส่วนร้อยละของขนาดซี่ฟันล่างต่อฟันบน/ การถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซี่

ผู้รับผิดชอบบทความ

อมรรัตน์ มโนสุตประสิทธิ์

แขนงวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 089 422 4002

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : amonman@kku.ac.th

* กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

** แขนงวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ผลของการมีรูเปิดสกรูต่อความต้านทานการแตกหักของครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงบนรากเทียม

ธณิศวรร อินทรปรีชา* ชีรพันธ์ สอสกุล** สุบิน พัวศิริ*** ศุภรัตน์ สุขโท** พิศเพลิน ชนาเทพาพร**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความต้านทานการแตกหักของการมีและไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟัน โมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานะเอสทีเอ็มแอลบนรากเทียม โดยขึ้นรูปชิ้นงานครอบฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งด้วยกระบวนการเคด/แคมเป็นครอบฟันที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูยึดบนหลักยึดรากเทียม จำนวน 40 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดสกรู (CS) กลุ่มที่ 2 เซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดสกรู (CNS) กลุ่มที่ 3 คานะเอสทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดสกรู (KS) และกลุ่มที่ 4 คานะเอสทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดสกรู (KNS) ชิ้นงานทุกชิ้นจะผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 30 วินาที สลับกับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 30 วินาที เป็นจำนวน 10,000 รอบ โดยมีระยะพักที่อุณหภูมิห้อง 30 วินาที และให้แรงแบบวัฏจักรด้วยการวางหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมบนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวคิง ให้แรงกด 50 นิวตัน ความถี่ 4 เฮิรตซ์ จำนวน 250,000 รอบ ก่อนทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยเครื่องทดสอบสากล ด้วยการใส่หัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมวางบนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวคิง ที่ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งครอบฟันแตกหัก แล้วนำชิ้นงานไปวิเคราะห์ที่พื้นผิวรอยแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางและการทดสอบที่ ($p < 0.05$) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางพบว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรู (CS และ KS) มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักแตกต่างจากครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรู (CNS และ KNS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักระหว่างครอบฟันยี่ห้อเซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานะเอสทีเอ็มแอลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.072$) ทั้งนี้จากการทดสอบที่พบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันทั้งสองยี่ห้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟันทั้งสองยี่ห้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันยี่ห้อเดียวกันในกรณีที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูพบว่าครอบฟันแต่ละยี่ห้อที่มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงสรุปได้ว่าการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟัน โมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงมีค่าความต้านทานการแตกหักน้อยกว่าการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟันทั้งสองยี่ห้อ

คำไ้รหัส: รูเปิดสกรู/ความต้านทานการแตกหัก/ ครอบฟัน/ โมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูง/ รากเทียม

Received: May 30, 2023

Revised: Sep 09, 2023

Accepted: Oct 05, 2023

บทนำ

ทันตกรรมรากเทียมเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากวัสดุเฉื่อย (Inert material) ปลูกฝังในเนื้อเยื่อช่องปากได้ต่อเยื่อเมือกหรือเยื่อหุ้มปริทันต์ในกระดูก เพื่อให้การยึดอยู่และรองรับสิ่งประดิษฐ์ฟันเทียมชนิดติดแน่นหรือฟันเทียมบางส่วนถอดได้ การบูรณะทดแทนการสูญเสียฟันซึ่งเดิวนิยมใช้ทันตกรรมรากเทียมมากกว่าสะพานฟันชนิดติดแน่นหรือฟันเทียมบางส่วนถอดได้ เนื่องจากทันตกรรมรากเทียม

ไม่ต้องกรอแต่งฟันหลักหน้าและหลังต่อสันเหงือกไร้ฟัน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวอาหารได้ดีกว่าฟันเทียมบางส่วนถอดได้² ซึ่งการสูญเสียฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งเพียงซี่เดียวที่เป็นตำแหน่งรับแรงเค้นหลักฟันออกนอกช่องปากและอยู่ในเขตความสวยงามสำหรับผู้ป่วยที่มีแนวยิ้มสูงจำเป็นต้องบูรณะด้วยครอบฟันที่มีความแข็งแรงและความสวยงาม^{2,3} ปัจจุบันครอบฟัน โมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความ

* นักศึกษาหลักสูตรการฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตร สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมบ้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โปร่งสูง (High translucent monolithic zirconia crown) ได้พัฒนาคุณสมบัติเชิงกลและความสวยงามให้เหมาะสมสำหรับบูรณะทดแทนการสูญเสียฟัน โดยสามารถออกแบบเป็นครอบฟันที่ไม่มีหรือมีรูเปิดสกรูตามวิธีการยึดครอบฟันบนรากเทียม

ครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูจะยึดกับหลักยึดด้วยซีเมนต์คล้ายกับวิธีการยึดครอบฟันบนฟันหลักแบบดั้งเดิม โดยมีลักษณะด้านบดเคี้ยวที่มีความสวยงามเหมือนฟันธรรมชาติ ทำให้เกิดความทนทาน (Passivity) ระหว่างครอบฟันกับหลักยึด จึงช่วยลดแรงเค้นที่กระทำต่อรากเทียมได้ แต่การรื้อครอบฟันในกรณีที่ครอบฟันแตกหรือสกรูหลวมทำได้ยาก และมักพบปัญหาซีเมนต์ส่วนเกินคงเหลือใต้ขอบเหงือกทำให้เนื้อเยื่อรอบสิ่งปลูกฝังอักเสบ (Peri-implantitis) สำหรับครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูจะยึดกับหลักยึดด้วยซีเมนต์นอกช่องปากก่อนนำไปยึดกับรากเทียมด้วยสกรูและอุดปิดรูเปิดสกรูด้วยเรซินคอมโพสิต โดยสามารถรื้อครอบฟันที่แตกหรือมีสกรูหลวมออกมาแก้ไขได้ง่าย ใช้บูรณะในรายที่มีช่องว่างสันเหงือกไร้ฟันในแนวด้านบดเคี้ยว-ครอบฟันน้อยกว่า 8.0 มิลลิเมตรได้ และลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางชีวภาพรอบรากเทียมจากปัญหาซีเมนต์ส่วนเกิน⁴⁻⁷ แม้ว่าการมีรูเปิดสกรูจะทำให้ความสวยงามของครอบฟันลดลง แต่รูเปิดสกรูปกติจะมีขนาดอย่างน้อย 1.2 มิลลิเมตร หรือเท่ากับขนาดสกรูยึดและก้านไขควงของรากเทียมแต่ละระบบ⁸ จึงไม่มีผลต่อความสวยงามมากนัก

Hussien และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ศึกษาการบูรณะฟันกรามน้อยบนด้วยครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียยี่ห้อซีนอสตาร์บล็อก (Zenostar block, Wieland Dental + Technik GmbH & Co KG, Germany) ที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูบนรากเทียมที่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (Thermocycling process) และให้แรงแบบวัฏจักร (Cycling load) ขนาด 20 ถึง 200 นิวตัน จำนวน 5,000 รอบ พบว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเท่ากับรูเปิดสกรูบนหลักยึดและครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูมีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 2,047.8 นิวตัน และ 2,028.7 นิวตัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁹ อย่างไรก็ตาม Rosa และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 ศึกษาการบูรณะฟันกรามน้อยด้วยครอบฟันที่มีโครงสร้างฐานเซอร์โคเนียยี่ห้ออัปเซรา (Upcera, Shenzhen Upcera, China) เคลือบเซรามิกยี่ห้อวีเอ็มไนน์ (VM9, Vita Zahnfabrik, Germany) แบบไร้ปุ่มฟัน พบว่าครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูและครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 2,239 นิวตัน และ 932 นิวตัน ตามลำดับ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁰ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mokhtarpour และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 พบว่าเซอร์โคเนียยี่ห้อโคพรานซีอาร์ไอ (Copran Zr-i, Whitepeaks, Germany) ที่ใช้บูรณะฟันตัดซี่กลางบนด้วยครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูและครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูความกว้างในแนวด้านแก้ม-เพดานและด้านใกล้กลาง-ใกล้กลางเท่ากับ 4.5 มิลลิเมตรและ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ ภายหลังจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 888.3 นิวตัน และ 610.4 นิวตัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹¹ ซึ่ง Khalifa และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 พบว่าโมโนลิธิคเซอร์โคเนียยี่ห้อคาตานิเซอร์คอนบล็อก (Katana Zircon block, Kuraray Noritake, Japan) ที่ใช้บูรณะฟันกรามล่างซี่ที่หนึ่งด้วยครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูและครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ภายหลังจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 6,193.7 และ 3,282.6 นิวตัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹² Du และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 ศึกษาด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) พบว่าการใช้เซอร์โคเนียบูรณะฟันกรามล่างด้วยครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูและครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 2 และ 3 มิลลิเมตร มีค่าความเค้นสะสมสูงสุด (Maximum equivalent stress) บริเวณปุ่มฟันด้านแก้มน้อยกว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร จึงอาจทำให้ครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดใหญ่มีแนวโน้มแตกหักมากกว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเล็ก¹³

ครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่ใช้ในการบูรณะทางทันตกรรมรากเทียมในช่วงแรกเป็นเซอร์โคเนียที่มีการเติมอิตเทรียมออกไซด์ (Y_2O_3) ร้อยละ 3 โดยโมล เรียกว่าอิตเทรียมเททราโกนอลเซอร์โคเนียโพลีคริสตัล (Yttrium-tetragonal zirconia polycrystal: Y-TZP) หรือทริวาย-ทีซีพี (3Y-TZP) ที่มีค่าความทนแรงดัดสูงตั้งแต่ 1,000 ถึง 1,500 เมกะปาสคาล แต่ครอบฟันที่ได้มีความทึบแสงไม่สวยงาม จึงพัฒนาเป็นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปรับอุณหภูมิเผา การปรับขนาดเกรน การเติมอิตเทรียมออกไซด์เพิ่มเป็นร้อยละ 4 ถึง 5 โดยโมล การลดปริมาณหรือกำจัดอะลูมินาและสิ่งเจือปน ทำให้ครอบฟันที่ได้มีความโปร่งแสง สีสวยงาม สามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง แต่ความแข็งแรงของวัสดุลดลง มีค่าความทนแรงดัดอยู่ในช่วงระหว่าง 400 ถึง 1,300 เมกะปาสคาล¹⁴ ปัจจุบันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสง

สูงได้พัฒนามาเป็นรูปแบบมัลติเลเยอร์ (Multilayer) ที่มีลำดับความโปร่งแสงจากปลายฟันตัด-คอฟันหรือด้านบดเคี้ยว-คอฟันเลียนแบบชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟันของฟันธรรมชาติ เช่น โมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอน เอกซ์ทีเอ็มแอล (Cercon xt ML, Dentsply Sirona, USA) และ ยี่ห้อคาตนะเอสทีเอ็มแอล (Katana STML, Kuraray Noritake, Japan)

โมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคาตนะเอสทีเอ็มแอลเป็นเซอร์โคเนียที่เติมอิตเทรียมออกไซด์ร้อยละ 5 โดยโมล เป็นพาร์เชียลลิสเทเบิลเซอร์โคเนีย (Partially stabilized zirconia: Y-PSZ) หรือไฟว์วาย-พีเอสซี (5Y-PSZ) ขึ้นรูปครอบฟันด้วยกระบวนการแคด/แคม (CAD/CAM) และเผาขึ้นงานได้อย่างรวดเร็ว จึงนิยมใช้วัสดุดังกล่าวทำครอบฟันสำหรับบูรณะฟันในบริเวณที่ต้องการความสวยงามเป็นเลิศและความแข็งแรงสูง แม้ว่าจะมีการศึกษาความต้านทานการแตกหักของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงแบบมัลติเลเยอร์หลายยี่ห้อแล้วก็ตาม แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบความต้านทานการแตกหักของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคาตนะเอสทีเอ็มแอลในรูปแบบของครอบฟันที่มีและไม่มีรูเปิดศกรสำหรับบูรณะฟันทางทันตกรรมรากเทียม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความต้านทานการแตกหักของการมีและไม่มีรูเปิดศกรบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคาตนะเอสทีเอ็มแอลบนรากเทียม

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้แผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูง 2 ยี่ห้อ คือ เซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและคาตนะเอสทีเอ็มแอล ความหนา 14.0 มิลลิเมตร ที่มีส่วนประกอบและคุณสมบัติตามเอกสารแสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์ของ

บริษัทผู้ผลิต^{15,16} (ตารางที่ 1) โดยแผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียจะขึ้นรูปด้วยกระบวนการแคด/แคมเป็นครอบฟันที่มีและไม่มีรูเปิดศกร แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดศกร (CS) กลุ่มที่ 2 เซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดศกร (CNS) กลุ่มที่ 3 คาตนะเอสทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดศกร (KS) และกลุ่มที่ 4 คาตนะเอสทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดศกร (KNS)

การเตรียมชิ้นงาน นำแผ่นอะคริลิกใสรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร หนา 1.0 มิลลิเมตร ที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.3 มิลลิเมตร สวมเข้ากับแพลตฟอร์ม (Platform) ของแบบถอดรากเทียม (IS fixture level lab analog, Neobiotech, Korea) จากนั้นยึดหลักยึดรากเทียม (IS cemented abutment (hex type), Neobiotech, Korea) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 มิลลิเมตร ความสูงจากด้านบดเคี้ยวถึงเส้นสันสุด 5.2 มิลลิเมตร และความสูงปลอกเหงือก (Gingival cuff height) 2.0 มิลลิเมตร บนแบบถอดรากเทียมด้วยศกร ขึ้นศกรด้วยไขควงให้แน่นด้วยแรงดึงมือ หลักยึดที่ยึดกับแบบถอดรากเทียมจะนำมาฝังในอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเองในท่อพลาสติกพีวีซีทรงกระบอกตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 28 มิลลิเมตร โดยให้แนวแกนรากเทียมอยู่กึ่งกลางท่อพลาสติกตั้งฉากกับพื้นราบและให้แผ่นอะคริลิกใสรูปวงกลมแนบกับขอบบนของท่อพลาสติกพีวีซี ด้วยการใช้ชิ้นนำแนวดูราเลย์ (Duralay jig) ที่เตรียมไว้สวมหลักยึดรากเทียมเข้ากับแท่งสำรวจความขนาน (Analyzing rod) ที่ติดตั้งกับเครื่องสำรวจความขนาน (Ney® Surveyor, Dentsply International, Inc., York, United States) (รูปที่ 1A) เมื่ออะคริลิกเรซินบ่มตัวเต็มที่จึงถอดชิ้นนำแนวดูราเลย์ออกจากหลักยึดและถอดแผ่นอะคริลิกใสรูปวงกลมออกจากแบบถอดรากเทียมตามลำดับ จะได้ท่อพลาสติกพีวีซีทรงกระบอกตันที่มีหลักยึดและแบบถอดรากเทียมที่มีแพลตฟอร์มอยู่เหนือต่ออะคริลิกเรซิน 1.0 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูง

Table 1 Composition and mechanical properties of high translucent monolithic zirconia

Material	Composition (% by mass)	Flexural strength (three-point bending test)	Lot No.
Cercon xt ML (Dentsply Sirona, York, PA, USA)	ZrO ₂ 86%, Y ₂ O ₃ 9%, HfO ₂ 3%, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , Other oxide < 2%	~ 750 MPa	18038982, 18041956
Katana STML (Kuraray Noritake dental Inc., Tokyo, Japan)	ZrO ₂ + HfO ₂ 88 - 93%, Y ₂ O ₃ 7 - 10%, Other oxide 0 - 2%	748 MPa	EDZSW

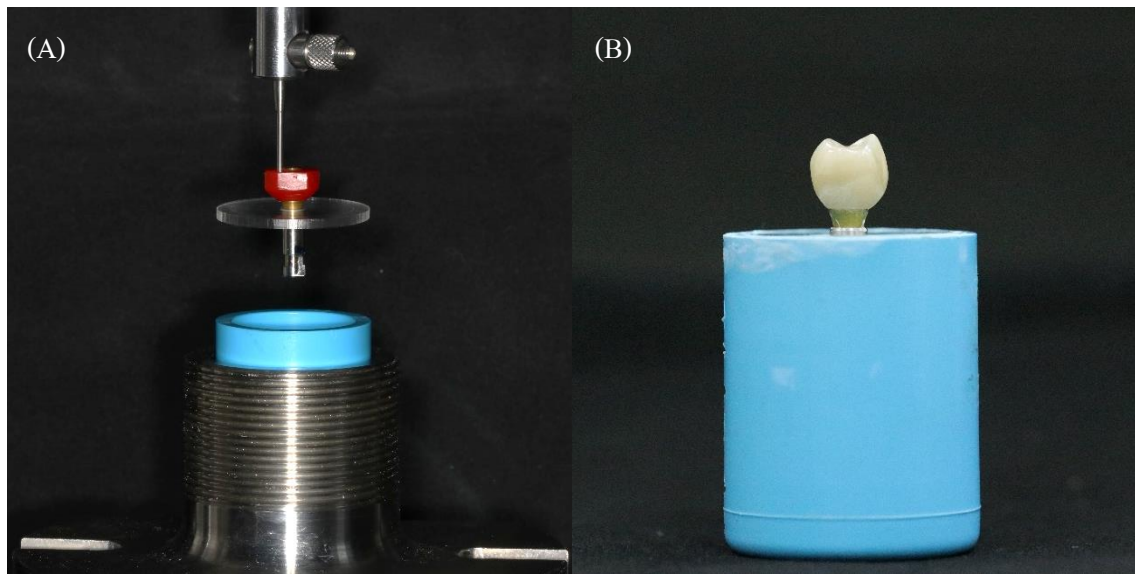
ท่อพลาสติกพีวีซีทรงกระบอกตันที่มีหลักยึดและแบบลอกรากเทียมจะนำไปใช้ทำการสแกนหลักยึดด้วยเครื่องสแกนสามมิติ (3D scanner: 3-shape scanner E3, imes-icore GmbH, Germany) เพื่อออกแบบครอบฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งทั้งแบบที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูด้วยโปรแกรมอิมพลานตูดิโอ 2018 (Implant studio™ 2018, 3Shape, Copenhagen, Denmark) โดยกำหนดรูปร่างทางกายวิภาคของครอบฟันให้มีขนาดความกว้างในแนวด้านแก้ม-ลิ้น 9.0 มิลลิเมตร ความยาวในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง 7.0 มิลลิเมตร ความสูงในแนวด้านบนคิ้ว-คอฟันจากปุ่มฟันด้านแก้มถึงเส้นสิ้นสุด 8.0 มิลลิเมตร และความหนาบริเวณร่องกลางฟันด้านบนคิ้ว 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูจะกำหนดให้รูเปิดสกรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร เท่ากับขนาดรูเปิดสกรูบนหลักยึดในตำแหน่งกึ่งกลางของครอบฟัน จากนั้นกลึงชิ้นงานด้วยเครื่องมือกลึงทางทันตกรรม (Dental milling machine: CORiTEC 250i, imes-icore GmbH, Eiterfeld, Germany) เมื่อได้ชิ้นงานแล้วจึงกรอตัดเดือยยึด (Retention pin) ครอบฟันออกจากแผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอล นำครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่ได้ไปเผาในเตาเผาเซรามิกทางทันตกรรม (Dental ceramic furnace: InFire HTC speed furnace, Sirona, NY, USA) ตามโปรแกรมการเผาที่บริษัทแนะนำในแต่ละยี่ห้อ^{15,16} (ตารางที่ 2) ทำการบดแต่งและขัดครอบฟันทั้งหมดด้วยชุดขัดเซอร์โคเนียซิลมาสเตอร์ (ZiLMaster, Shofu, Germany) และวัดขนาดครอบฟันทุกชิ้นด้วยเวอร์เนียแบบดิจิตอล (Digital vernier caliper) ให้เท่ากับขนาดที่กำหนด จะได้ครอบฟันที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูของทั้งสองยี่ห้อ จำนวน 40 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น

การยึดครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียกับหลักยึดแบ่งเป็น 2 วิธี คือ การยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ และการยึดครอบฟันด้วยสกรูและซีเมนต์ การยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์สำหรับครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูจะเริ่มจากการยึดหลักยึดบนแบบลอกรากเทียมด้วยสกรูโดยใช้ไขควงกับประแจวัดแรงบิดขันสกรูด้วยแรง 30 นิวตันเซนติเมตร และใช้เครื่องมืออุดเรซินคอมโพสิต (Plastic instrument) อุดปิดรูเปิดสกรูของหลักยึดด้วยเทฟลอนเทป (Teflon tape) ให้เต็ม จากนั้นเตรียมพื้นผิวด้านในของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูโดยการเป่าทรายด้วยอนุภาคอะลูมินาออกไซด์ขนาด 110 ไมครอน ที่ความดัน 2 บาร์ ห่างจากพื้นผิว 10 มิลลิเมตร เป็นเวลา 10 วินาที ด้วยเครื่องเป่าทราย (Sandblasting machine: Renfert basic classic, Hilzingen, Germany) และทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำกลั่นในเครื่องอัลตราโซนิค (Ultrasonic machine: Vitasonic II, Vita Zahnfabrik, Germany) เป็นเวลา 10 นาที เป่าแห้งด้วยกระบอกฉีดรวม (Triple syringe) ทาเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส (Clearfil™ Ceramic Primer Plus, Kuraray Noritake dental Inc., Tokyo, Japan) ที่ผิวด้านในของครอบฟันให้ทั่วเป็นชั้นบาง ๆ เป่าแห้งอีกครั้ง จากนั้นฉีกพานาเวียร์วีไฟว์เรซินซีเมนต์ (Panavia V5 resin cement, Kuraray Noritake dental Inc., Tokyo, Japan) ลงในครอบฟัน ใช้เครื่องมือตรวจฟัน (Explorer) เคลี่ยซีเมนต์เป็นชั้นบาง ๆ ให้ทั่ว สวมครอบฟันบนหลักยึดแล้วใช้ตุ้มน้ำหนัก 5.0 กิโลกรัม กดบนครอบฟันให้ขอบของครอบฟันแนบสนิทกับเส้นสิ้นสุดของหลักยึดฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงทางทันตกรรม (Dental curing light: Demi™ Plus, Kerr, California, USA) ที่ความเข้มแสง 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 5 วินาที ก่อนใช้เครื่องมือตรวจฟันกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกและฉายแสงซ้ำเป็นเวลา 40 วินาที (รูปที่ 1B)

ตารางที่ 2 โปรแกรมการเผาโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูง
Table 2 Sintering program of translucent monolithic zirconia

Material	Heating rate (°C/min)	Temp. 1 (°C)	Holding time (min)	Heating rate (°C/min)	Temp. 2 (°C)	Holding time (min)	Cooling rate (°C/min)	Temp. 3 (°C)	Holding time (min)	Cooling rate (°C/min)	Temp. 4 (°C)	Holding time (min)	Temp. 5 (°C)
Cercon xt ML	22	880	0	11	1,500	135	99	300	0	25	0	0	RT
Katana STML	10	1,550	120	-	-	-	10	RT	0	-	-	-	-

RT (Room temperature): อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 1 (A) การเตรียมชิ้นงาน (B) ชิ้นงานที่เตรียมเสร็จแล้ว
Figure 1 (A) Specimen preparation (B) Prepared specimen

การยึดครอบฟันด้วยสกรูและซีเมนต์สำหรับครอบฟันที่มีรูเปิดสกรู เริ่มจากการยึดหลักยึดบนแบบถอดรอกเทียมที่ฝังในท่อพลาสติกพีวีซีทรงกระบอกตันด้วยสกรูที่ขันให้แน่นด้วยแรงดึงมือ อุดปิดรูเปิดสกรูของหลักยึดด้วยเทฟลอนเทปให้เต็ม เพื่อป้องกันเรซินซีเมนต์ไหลเข้าไปในรูเปิดสกรู จากนั้นเตรียมพื้นผิวด้านในของครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูและยึดครอบฟันด้วยพานาเวียร์วีไฟว์เรซินซีเมนต์เช่นเดียวกับวิธีการยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ เมื่อยึดครอบฟันกับหลักยึดเสร็จแล้ว จึงใช้เครื่องมือตรวจพื้นนำเทฟลอนเทปออกจากรูเปิดสกรูของหลักยึด ใช้ไขควงกับประแจวัดแรงบิดขันสกรูอีกครั้งด้วยแรง 30 นิวตันเซนติเมตร ก่อนใช้เครื่องมืออุดเรซินคอมโพสิตอุดปิดรูเปิดสกรูด้วยเรซินคอมโพสิตฟิลเทคแซดสามห้าศูนย์เอ็กซ์ที (Filtek™ Z350XT Universal Restorative, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) ให้เต็มแต่งให้ได้รูปร่างทางกายวิภาคด้านบดเคี้ยว ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงทางทันตกรรมเป็นเวลา 40 วินาที ดบแต่งและขัดวัสดุอุดด้วยชุดขัดเรซินคอมโพสิต

ชิ้นงานทุกชิ้นจะนำไปเก็บในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำชิ้นงานทุกชิ้นผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (Thermocycling machine: HWB332R, CWB332R, TC301, King Mongkut's Institute of Technology, Bangkok, Thailand) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 30 วินาที สลับกับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 30 วินาที เป็นจำนวน 10,000 รอบ โดยมีระยะพักที่อุณหภูมิห้อง 30 วินาที จำลองลักษณะการใช้งานภายในช่องปากเป็นเวลาหนึ่งปี¹⁷ แล้วนำชิ้นงานทุกชิ้นไปให้แรงแบบวัฏจักรด้วยเครื่องทดสอบความล้า (Fatigue machine: Instron E1000 Puls, Instron GmbH, Darmstadt, Germany) โดยวางหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มิลลิเมตร บนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวตั้ง ให้แรงกด 50 นิวตัน ความถี่ 4 เฮิรตซ์ จำนวน 250,000 รอบ ในน้ำกลั่นอุณหภูมิคงที่ 37 องศาเซลเซียส จำลองลักษณะการใช้งานในช่องปากเป็นเวลาครึ่งปี¹⁸ จากนั้นเก็บชิ้นงานทุกชิ้นในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบความต้านทานการแตกหัก

การทดสอบความต้านทานการแตกหัก นำชิ้นงานไปทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine: Lloyd, LR30K, Leicester, England) โดยยึดชิ้นงานเข้ากับฐานของเครื่องทดสอบสากล ให้แนวแกนรากเทียมตั้งฉากกับพื้นราบ วางหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มิลลิเมตร สัมผัสกับกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวดิ่ง ให้แรงกดต่อชิ้นงานที่ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที กระทำต่อชิ้นงานจนกระทั่งครอบฟันแตกหัก ทำการบันทึกค่าความต้านทานการแตกหักสูงสุดที่วัดได้หน่วยเป็นนิวตัน (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การทดสอบความต้านทานการแตกหัก
Figure 2 Fracture resistance testing

การวิเคราะห์พื้นผิวรอยแตกหัก (Fractographic analysis) นำชิ้นงานครอบฟันที่แตกหักทุกชิ้นมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereomicroscope: Olympus DSX1000, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 34 เท่า ภายใต้แสงในทิศทางต่าง ๆ เพื่อดูทิศทางการขยายตัวของรอยร้าว (Direction of crack propagation) และบริเวณที่เป็นจุดกำเนิดรอยแตก (Fracture origin) เบื้องต้น จากนั้นเลือกชิ้นงานออกมา 1 ชิ้นต่อกลุ่ม โดยทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำกลั่นในเครื่องอัล

ตราโซนิคเป็นเวลา 10 นาที เป่าแห้งด้วยกระบอกฉีดรวมก่อนนำไปเข้าสู่อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 ถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำชิ้นงานยึดกับแท่งโลหะด้วยเทปกาวยึดเหนี่ยว และเคลือบพื้นผิวชิ้นงานด้วยทอง-พลาเดียม (TK8842 Gold Targer; Emitech, Ashfold, UK) โดยเครื่องฉาบเคลือบทอง (Sputter coater: K-500X, Ashford, UK) ก่อนนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: Hitachi S-300N, Osaka, Japan) ที่กำลังขยาย 120 เท่า ด้วยอัตราเร่งอนุภาค 20 กิโลโวลต์ สำหรับวิเคราะห์ทิศทางการขยายตัวของรอยร้าว จุดกำเนิดรอยแตก และลักษณะของรอยแตก

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 25 (IBM SPSS version 25, IBM, New York, USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยนำค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักที่วัดได้แต่ละกลุ่มมาตรวจสอบความปกติในการแจกแจงข้อมูล (Normality test) ด้วยวิธีแชปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) จึงทำการหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการมีและไม่มีรูเปิดศกฐบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูง และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานะเอสทีเอ็มแอลด้วยการใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการมีและไม่มีรูเปิดศกฐของครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงแต่ละยี่ห้อ และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงทั้งสองยี่ห้อในกรณีที่มีและไม่มีรูเปิดศกฐบนรากเทียมด้วยการทดสอบที (T-test)

ผล

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันคานะเอสทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดศกฐ (KNS) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ $2,655.27 \pm 337.52$ นิวตัน รองลงมาคือครอบฟันเซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่ไม่มีรูเปิดศกฐ (CNS) มีค่าเท่ากับ $2,609.54 \pm 380.85$ นิวตัน ตามด้วยครอบฟันเซอรคอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดศกฐ (CS) และครอบฟันคานะเอสทีเอ็มแอลที่มีรูเปิดศกฐ (KS) มีค่าเท่ากับ $1,406.58 \pm 181.23$

นิวตัน และ $1,020.67 \pm 209.75$ นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบความแปรปรวนสองทางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักระหว่างครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดศกฐ (KNS และ CNS) และครอบฟันที่มีรูเปิดศกฐ (CS และ KS) พบว่าครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดศกฐมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,632.40 นิวตัน แตกต่างจากครอบฟันที่มีรูเปิดศกฐ ($1,213.62$ นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักระหว่างครอบฟันซี่ห้อยเคอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอล ($1,837.97$ นิวตัน) และครอบฟันซี่ห้อยเคอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอล ($2,008.06$ นิวตัน) พบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.072$) โดยรูปแบบการมีหรือไม่มีรูเปิดศกฐและซี่ห้อยของโมโนลิธิคเซอรโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงมีอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟัน ($p = 0.024$)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบที่พบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันที่มีรูเปิดศกฐซี่ห้อยเคอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและซี่ห้อยคานาเอสทีเอ็มแอล (CS และ KS) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิด

ศกฐซี่ห้อยเคอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและซี่ห้อยคานาเอสทีเอ็มแอล (CNS และ KNS) พบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4) และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันซี่ห้อยเดียวกันในกรณีที่มีและไม่มีรูเปิดศกฐ พบว่าครอบฟันแต่ละซี่ห้อยมีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5)

การศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่พื้นผิวรอยแตกของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดศกฐ (CNS และ KNS) พบจุดกำเนิดรอยร้าวด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่งให้แรงกดบนครอบฟันและขอบของครอบฟัน (รูปที่ 3A ถึง D) ส่วนครอบฟันที่มีรูเปิดศกฐ (CS และ KS) พบจุดกำเนิดรอยร้าวที่ขอบบนสุดของรูเปิดศกฐ (รูปที่ 3E และ F) โดยมีทิศทางการขยายตัวของรอยร้าวกระจายออกไปจากจุดกำเนิดไปตามแนวผนังตามแกนลงไปถึงบริเวณขอบของครอบฟัน นอกจากนี้บริเวณพื้นผิวรอยแตกยังพบแนวรอยแตกที่เป็นเส้นคมของอะเรสต์ไลน์ (Arrest line) และแนวรั้วลาชานานของทวิซแฮกเคิล (Twist hackle)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองทั้งหมด

Table 3 Mean fracture resistance and standard deviation of all experimental groups

Group	n	Mean (N)	Std. Deviation	95% CI for mean	
				Lower	Upper
CNS	10	2,609.54	380.85	2,337.09	2,881.98
CS	10	1,406.58	181.23	1,276.93	1,536.22
KNS	10	2,655.27	337.52	2,413.83	2,896.72
KS	10	1,020.67	209.75	870.63	1,170.72

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการมีและไม่มีรูเปิดศกฐบนครอบฟันซี่ห้อยเคอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและซี่ห้อยคานาเอสทีเอ็มแอล

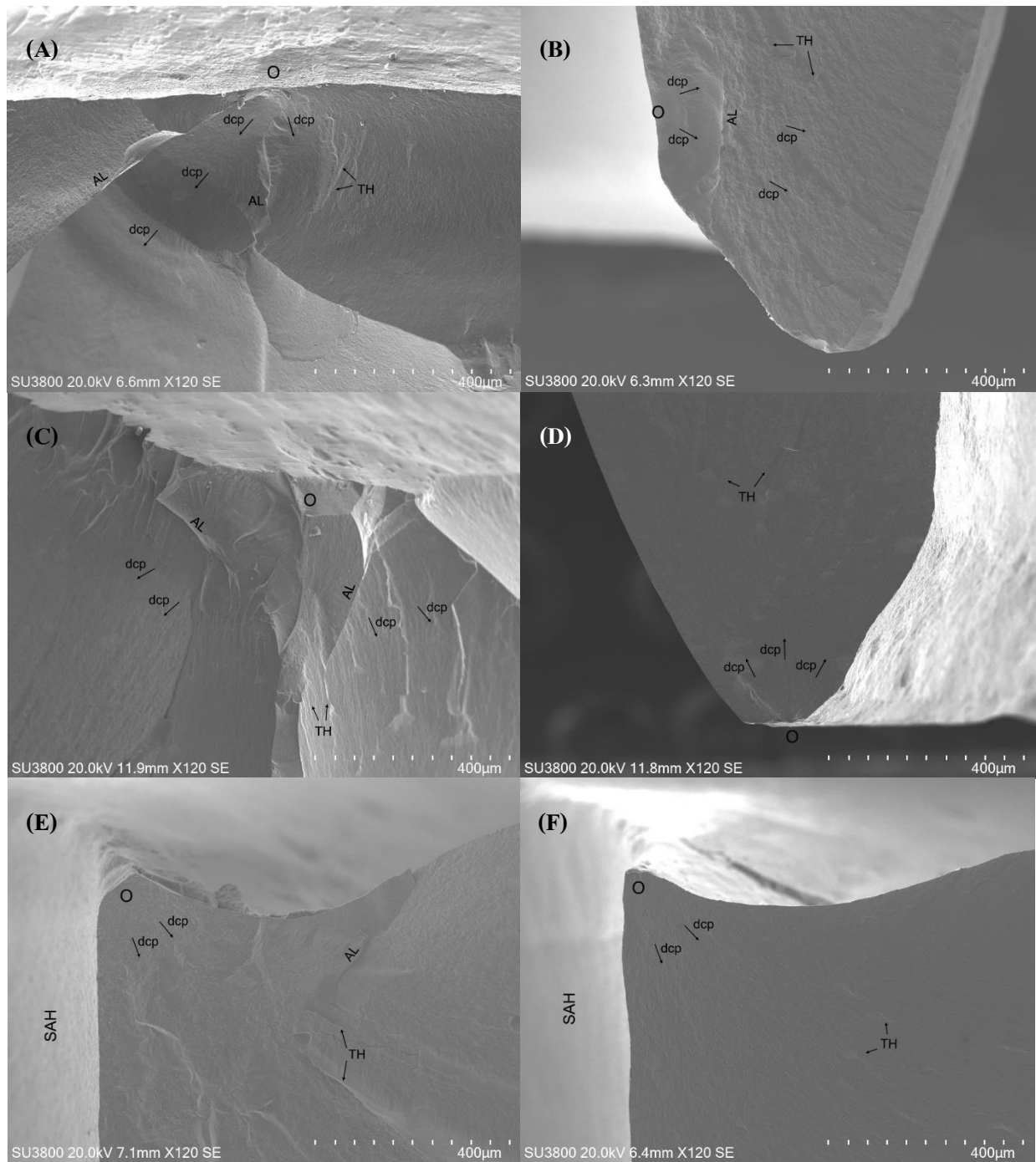
Table 4 Comparison of the mean fracture resistance between crowns with and without screw access holes for Cercon xt ML and Katana STML.

Group	Mean $\pm$ S.D. (N)		p-value
	Cercon xt ML	Katana STML	
With screw access hole	1,406.58 $\pm$ 181.23	1,020.67 $\pm$ 209.75	< 0.001
Without screw access hole	2,609.54 $\pm$ 380.85	2,655.27 $\pm$ 337.52	0.779

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันแต่ละซี่ห้อยในกรณีที่มีและไม่มีรูเปิดศกฐ

Table 5 Comparison of the mean fracture resistance of each brand, with and without screw access holes.

Group	Mean $\pm$ S.D. (N)		p-value
	With screw access hole	Without screw access hole	
Cercon xt ML	1,406.58 $\pm$ 181.23	2,609.54 $\pm$ 380.85	< 0.001
Katana STML	1,020.67 $\pm$ 209.75	2,655.27 $\pm$ 337.52	< 0.001



หมายเหตุ: O คือ จุดกำเนิดรอยแตก, dcp คือ ทิศทางการขยายตัวของรอยร้าว, TH คือ ทวิซแฮกเคิล, AL คือ อะเรสท์ไลน์, และ SAH คือ รูเปิดสกรู
Note: O = fracture origin, dcp = direction of crack propagation, TH = twist hackle, AL = arrest line, and SAH = screw access hole

รูปที่ 3 ลักษณะพื้นผิวบริเวณจุดกำเนิดรอยแตกของครอบฟันโมโนลิธิเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 120 เท่า โดยที่ (A และ B) ด้านบนเดือยและขอบของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูหรือท่อเซอร์คอนเอกซ์ที่เอ็มแอล (C และ D) ด้านบนเดือยและขอบของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูหรือท่อคาตนาเอสทีเอ็มแอล (E) บริเวณขอบบนของรูเปิดสกรูของครอบฟันยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ที่เอ็มแอล และ (F) บริเวณขอบบนของรูเปิดสกรูของครอบฟันยี่ห้อคาตนาเอสทีเอ็มแอล

Figure 3 Surface of the fracture area of the high translucent monolithic zirconia crowns with SEM at 120x (A, B) Occlusal surface and margin on Cercon xt ML crown without screw access hole (C, D) Occlusal Surface and margin on Katana STML crown without screw access hole (E) Top of the screw access hole on Cercon xt ML crown and (F) Top of the screw access hole on Katana STML crown

บทวิจารณ์

การศึกษานี้พบว่าการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงมีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหัก (1,213.62 นิวตัน) น้อยกว่าการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟัน (2,632.40 นิวตัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rosa และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 ที่พบว่าครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูที่มีโครงสร้างฐานเซอร์โคเนียหรือโลหะเคลือบเซรามิกมีค่าความต้านทานการแตกหักของครอบฟันมากกว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูในวัสดุชนิดเดียวกัน¹⁰ การศึกษาของ Mokhtarpour และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 และ Khalifa และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 พบว่าการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันส่งผลให้ค่าความต้านทานการแตกหักลดลง เนื่องจากการสร้างรูเปิดสกรูบนครอบฟันทำให้โครงสร้างเซอร์โคเนียที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุทั้งชิ้นเกิดความเสียหาย เมื่อเผาครอบฟันจึงเกิดการหดตัวของวัสดุเข้าสู่ศูนย์กลางช่องว่างที่เป็นรูเปิดสกรู ส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุมีค่าลดลง^{11,12,19} แต่ในการศึกษาของ Hussien และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 กลับพบว่าครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีรูและไม่มีรูเปิดสกรูมีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในการศึกษานี้ได้ให้แรงแบบวัฏจักรโดยวางหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มิลลิเมตรบนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวตั้ง ขนาดแรงกด 50 นิวตัน ความถี่ 4 เฮิรตซ์ จำนวน 250,000 รอบ ที่อุณหภูมิคงที่ 37 องศาเซลเซียส ก่อนทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยการวางหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มิลลิเมตร ลงบนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันในแนวตั้งกระทำต่อชิ้นงานจนกระทั่งครอบฟันแตกหัก ซึ่งแตกต่างจาก Hussien และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ที่ใช้หัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมปลายมนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 มิลลิเมตร กดลงบนกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันที่มีแผ่นดีบุกหนา 1.0 มิลลิเมตร วางกึ่งกลางระหว่างหัวกดกับครอบฟัน ให้แรงแบบวัฏจักรขนาด 20 ถึง 200 นิวตัน จำนวน 5,000 รอบ และทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยหัวกดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 มิลลิเมตร ลงบนตำแหน่งกึ่งกลางสันขวางของครอบฟันจนกระทั่งชิ้นงานแตกหัก ด้วยการให้แรงแบบวัฏจักรที่น้อยกว่าและขนาดหัวกดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าการศึกษานี้ทำให้แรงกระทำแบบวัฏจักรไม่เพียงพอและจุดที่แรงกระทำต่อครอบ

ฟันอยู่ห่างจากตำแหน่งร่องกลางด้านบดเคี้ยวของครอบฟันมากเกินไปไม่เหมือนการใช้งานของฟันธรรมชาติ อีกทั้งการมีแผ่นดีบุกกั้นกลางระหว่างหัวกดกับครอบฟันอาจเป็นผลให้ค่าความต้านทานการแตกหักระหว่างครอบฟันที่มีรูและไม่มีรูเปิดสกรูไม่แตกต่างกัน การศึกษานี้กำหนดให้ครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูมีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร เท่ากับขนาดรูเปิดสกรูบนหลักยึดรากเทียมในตำแหน่งกึ่งกลางของครอบฟัน โดยกำหนดขนาดตามการศึกษาของ Wadhvani และ Chung ในปี ค.ศ. 2015 ที่กล่าวว่ารูเปิดสกรูบนครอบฟันควรมีขนาดเท่ากับขนาดสกรูยึดและก้านไขควงของรากเทียมแต่ละระบบ⁸ ซึ่งรูเปิดสกรูในการศึกษานี้มีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Rosa และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 และ Khalifa และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร^{10,12} ส่วนการศึกษาของ Mokhtarpour และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 มีขนาดความกว้างในแนวแกม-เพดานและใกล้กลาง-ไกลกลางเท่ากับ 4.5 มิลลิเมตรและ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ¹¹ ด้วยขนาดรูเปิดสกรูบนครอบฟันในการศึกษานี้ที่มีขนาดเล็กจึงมีผลต่อความต้านทานการแตกหักของครอบฟันได้น้อยกว่าในกรณีที่ครอบฟันมีรูเปิดสกรูขนาดใหญ่ สอดคล้องกับผลการศึกษาดัวยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ของ Du และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 พบว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 2 และ 3 มิลลิเมตร มีค่าความเค้นสะสมสูงสุดบริเวณปุ่มฟันที่ได้รับแรงกดน้อยกว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ทั้งนี้เนื่องจากเส้นรอบวงของรูเปิดสกรูอยู่ใกล้กับจุดให้แรงกดแก่ครอบฟัน จึงทำให้ครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดใหญ่มีแนวโน้มแตกหักมากกว่าครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูขนาดเล็ก¹³ อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยที่ผ่านมามีระเบียบวิธีวิจัยแตกต่างกัน เช่น การเลือกใช้ชิ้นฟัน การออกแบบครอบฟัน วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ขนาดหัวกดและลักษณะการให้แรงกด รวมถึงรูปแบบการจำลองลักษณะการใช้งานในช่องปากที่แตกต่างกัน อาจทำให้การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแต่ละการศึกษาไม่สามารถทำได้ ดังนั้นในการแปลผลจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยที่แตกต่างกันนี้ด้วย

โมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อ เซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานะเอสทีเอ็มแอลเป็นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียจัดอยู่ในกลุ่มไฟว์วาย-พีเอสซีที่มีส่วนประกอบของเซอร์โคเนียและออกไซด์อื่น ๆ ในปริมาณใกล้เคียงกัน โดยโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อ เซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานะเอสทีเอ็มแอลมี

ปริมาณส่วนประกอบของอิตเทรียมออกไซด์ร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก²⁰ และ 8.15-8.5 โดยน้ำหนัก^{21,22} ตามลำดับ ทำให้โมโนลิธิคเซอร์โคเนียมีโครงสร้างผลึกส่วนใหญ่อยู่ในรูปคิวบิกเฟสและรองลงมาเป็นเฟสเทระโกนอลเฟส มีค่าความทนแรงดัดประมาณ 750 เมกะปาสกาล สอดคล้องกับการศึกษาที่พบค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอลบนรากเทียมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงระหว่างยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอลกลับพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันทำให้โครงสร้างของเซอร์โคเนียได้รับความเสียหาย^{11,12,19} ส่งผลให้ความต้านทานการแตกหักของครอบฟันกลุ่ม KS มีค่าน้อยกว่ากลุ่ม CS นอกจากนี้การได้รับแรงเค้นกระทำซ้ำ ๆ ใกล้กับบริเวณรูเปิดสกรูภายใต้สภาวะจำลองการเสื่อมสภาพ (Aging) ทำให้โมโนลิธิคเซอร์โคเนียยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอลที่มีปริมาณอิตเทรียมออกไซด์น้อยกว่าและมีปริมาณสัดส่วนของโครงสร้างผลึกคิวบิกเฟสต่อเฟสเทระโกนอลเฟสน้อยกว่าโมโนลิธิคเซอร์โคเนียยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอล มีคุณสมบัติต้านทานการเกิดโลเทอร์มัลดีเกรเดชัน (Low thermal degradation) ลดลง²² สอดคล้องกับการศึกษาของ Kolakarnprasert และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 ที่พบการเปลี่ยนรูปโครงสร้างผลึกของแผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงแบบมัลติเลเยอร์ โดยมีการเปลี่ยนรูปโครงสร้างผลึกจากเฟสเทระโกนอลเฟสไปเป็นโมโนคลินิกเฟสที่ผิวชั้นเคลือบฟันของแผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงเพิ่มขึ้น ภายหลังการแช่ชิ้นงานในน้ำกลั่นในชุดไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal vessel) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 100 ชั่วโมง²³ ในการศึกษาที่มีการมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันร่วมกับการนำชิ้นงานผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะและการให้แรงแบบวัฏจักรมีแนวโน้มทำให้โมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอลที่มีปริมาณส่วนประกอบของอิตเทรียมออกไซด์น้อยกว่า เกิดการเปลี่ยนรูปโครงสร้างผลึกเฟสเทระโกนอลเฟสไปเป็นโมโนคลินิกเฟสได้มากกว่ายี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอล ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันกลุ่ม KS มีค่าน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่น ในการศึกษาได้การเตรียมพื้นผิวของ

ครอบฟันในทุกกลุ่มด้วยวิธีเชิงกลและทางเคมีร่วมกันซึ่งเป็นวิธีที่นิยมและให้ผลดีที่สุด²⁹ คือการเตรียมพื้นผิวเชิงกลโดยการเป่าทรายด้วยอนุภาคอนุภาคนอกไซด์ขนาดเล็ก ที่ความดัน 1-2 บาร์ เพื่อเพิ่มความขรุขระและทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลระดับจุลภาค ตามด้วยวิธีทางเคมีด้วยการใช้มอนอเมอร์ทำงาน (Functional monomer) เช่น เท็นเอ็มดีพี (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; 10-MDP) ที่ทำหน้าที่คล้ายสารตัวเชื่อม ให้การยึดติดระหว่างพื้นผิวเซอร์โคเนียกับหลักยึดรากเทียมที่เป็นโลหะ ช่วยให้ความแข็งแรงยึดติดเพิ่มขึ้น ยกเว้นกลุ่มครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูที่มีการเตรียมพื้นผิวเพิ่มเติมที่พื้นผิวด้านในรูเปิดสกรูของครอบฟันด้วยสารยึดติดก่อนอุดปิดด้วยเรซินคอมโพสิต ซึ่งการยึดติดระหว่างพื้นผิวของเซอร์โคเนียและวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตอาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานการแตกหักของครอบฟัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงประเด็นดังกล่าวแต่อย่างใด ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อโครงสร้างทางจุลภาคและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ ทำให้ความต้านทานการแตกหักของวัสดุลดลง เช่น ความหนาแน่นของแผ่นเซอร์โคเนียที่มาจากกระบวนการผลิตที่สัมพันธ์กับรูพรุนและรอยร้าวในเนื้อวัสดุ โปรแกรมการเผาที่สัมพันธ์กับขนาดเกรนของเซอร์โคเนีย และรอยร้าวเล็ก (Microcrack) บริเวณพื้นผิวที่เกิดจากการขัดแต่งวัสดุ¹¹

การศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงระหว่างยี่ห้อเซอร์คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคานาเซสทีเอ็มแอล แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟันทำให้ครอบฟันมีความเป็นเนื้อเดียวกัน โครงสร้างของเซอร์โคเนียไม่ได้รับความเสียหายจากขั้นตอนการสร้างรูเปิดสกรู^{11,12} รวมถึงโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงทั้งสองยี่ห้อมีส่วนประกอบของเซอร์โคเนียและออกไซด์อื่น ๆ ในปริมาณใกล้เคียงกัน ทำให้ทั้งสองยี่ห้อคุณสมบัติเชิงกลคล้ายกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Kolakarnprasert และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 พบว่าชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟันของแผ่นโมโนลิธิคเซอร์โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงแบบมัลติเลเยอร์มีส่วนประกอบของเซอร์โคเนีย อิตเทรียมออกไซด์ และออกไซด์อื่น ๆ ในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ด้วยการมีปริมาณส่วนประกอบของรงควัตถุที่เป็นเหล็กและไทเทเนียมที่กระจายอยู่ในแต่ละชั้นของวัสดุแตกต่างกัน อาจมีผลต่อเสถียรภาพของโครงสร้างผลึกเฟสเทระโกนอลเฟสในแต่ละชั้น

และส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุได้²³ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แผ่นโมโนลิธิคเซอร်โคเนียความหนา 14 มิลลิเมตร ขึ้นรูปชิ้นงานครอบฟันในแต่ละกลุ่มทดลอง โดยโมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อคาคานะเอสทีเอ็มแอลมีความหนาของชั้นมัลติเลเยอร์ในแผ่นโมโนลิธิคเซอร်โคเนียคิดเป็นสัดส่วนของชั้นเคลือบฟัน: ชั้นทรานซิชันที่หนึ่ง: ชั้นทรานซิชันที่สอง: ชั้นเนื้อฟัน เท่ากับ 4.9: 2.1: 2.1: 4.9 มิลลิเมตร แตกต่างจากโมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร်คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่มีสัดส่วนความหนาในแต่ละชั้น เท่ากับ 3.6: 1.8: 1.8: 6.8 มิลลิเมตร แม้ว่าครอบฟันที่ได้จากการมีความหนาของชั้นมัลติเลเยอร์และการกระจายตัวของรงควัตถุในแต่ละชั้นที่แตกต่างกัน แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูทั้งสองยี่ห้อบนรากเทียม

เมื่อส่องพื้นผิวรอยแตกของชิ้นงานผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรู (CNS และ KNS) มีจุดกำเนิดรอยแตกบริเวณจุดให้แรงกดบนด้านบดเคี้ยวของครอบฟันและผนังด้านในบริเวณขอบครอบฟัน โดยมีทิศทางการขยายตัวของรอยร้าวกระจายออกจากจุดกำเนิดรอยแตกไปตามแนวมุขตามแกนของครอบฟัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Oilo และคณะ ในปี ค.ศ. 2013 พบว่าเมื่อครอบฟันได้รับแรงเค้นกด (Compressive stress) ที่ด้านบดเคี้ยว จะทำให้เกิดแรงเค้นดึง (Tensile stress) ที่ขอบครอบฟันในลักษณะอำเภอออกด้านข้างจากผนังตามแกนของครอบฟัน²⁶ ส่วนครอบฟันที่มีรูเปิดสกรู (CS และ KS) จะพบจุดกำเนิดรอยแตกเฉพาะบริเวณขอบบนสุดของรูเปิดสกรูบนครอบฟัน มีทิศทางการขยายตัวของรอยร้าวกระจายตัวตามแนวมุขตามแกนลงมาถึงบริเวณขอบครอบฟันทั้งสองข้าง เหตุเพราะบริเวณขอบบนสุดของรูเปิดสกรูที่เกิดจากการกลึงมีลักษณะเป็นมุมแหลมจึงรับแรงเค้นกดได้ลดลง²⁵ เมื่อนำชิ้นงานไปทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยการให้แรงกดจึงทำให้ครอบฟันเกิดการแตกหักได้ง่าย

การรักษาทางทันตกรรมรากเทียมเพื่อทดแทนการสูญเสียฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งโดยใช้โมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร်คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคาคานะเอสทีเอ็มแอลบูรณะด้วยครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูจะได้ครอบฟันที่มีความสวยงามเหมือนฟันธรรมชาติ มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีคุณสมบัติเชิงกลและความต้านทานการแตกหักสูงกว่าการบูรณะด้วยครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูทำให้ความสวยงามลดลงจากการมีวัสดุอุดปิดรูเปิดสกรู ขอบบนสุดของรูเปิดสกรูยังเป็นบริเวณที่อ่อนแอและเป็นจุดกำเนิดการ

แตกหักของครอบฟันได้ จากการศึกษาครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูทั้งสองยี่ห้อที่มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 2,632.40 นิวตัน และครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูเฉพาะยี่ห้อเซอร်คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลที่มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 1,406.58 นิวตัน มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบดเคี้ยวปกติในช่องปากบริเวณฟันหลัง (220 นิวตัน)²⁶ และมากกว่าแรงบดเคี้ยวในรายที่มีนิสัยทำงานนอกหน้าที่ (1,181 นิวตัน)²⁷ ในการบูรณะทดแทนการสูญเสียฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งกรณีที่มีฟันคู่สบเป็นฟันธรรมชาติ ครอบฟันหรือสะพานฟัน จึงสามารถบูรณะด้วยครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูเฉพาะยี่ห้อเซอร်คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูทั้งสองยี่ห้อ แต่การบูรณะด้วยครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูยี่ห้อคาคานะเอสทีเอ็มแอลที่มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักเท่ากับ 1,020.67 นิวตัน เหมาะสำหรับการบูรณะเฉพาะในรายที่มีแรงบดเคี้ยวปกติ ส่วนในกรณีที่ฟันคู่สบเป็นฟันเทียมบางส่วนถอดได้สามารถบูรณะด้วยครอบฟันที่มีและไม่มีรูเปิดสกรูจากวัสดุทั้งสองยี่ห้อได้ ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีทางทันตกรรมประดิษฐ์ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการในการรักษาของผู้ป่วยอย่างรวดเร็วและมีเวลาจำกัด ทำให้ทันตแพทย์สามารถใช้โมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงให้การบูรณะด้วยครอบฟันในวันเดียว (One-day crown) แก่ผู้ป่วย ช่วยให้ผู้ป่วยไม่ต้องใส่ครอบฟันชั่วคราว ลดระยะเวลาและจำนวนครั้งของการรักษา ด้วยการใช้โปรแกรมการเผาเร็ว (Speed sintering) แทนโปรแกรมการเผาปกติ ทำให้ได้ชิ้นงานครอบฟันในระยะเวลาไม่นาน โดยโปรแกรมการเผาเร็วของโมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร်คอนเอกซ์ทีเอ็มแอลและยี่ห้อคาคานะเอสทีเอ็มแอลจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 50 นาที และ 90 นาที ตามลำดับ ดังนั้นก่อนเลือกใช้โมโนลิธิคเซอร်โคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงสำหรับบูรณะด้วยครอบฟันบนรากเทียมจึงควรพิจารณาให้ครอบคลุมและเหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย อย่างไรก็ตามมีรายงานการเกิดสกรูหลวมภายหลังการบูรณะด้วยรากเทียม ทำให้เมื่อผู้ป่วยใช้งานครอบฟันไประยะหนึ่งจำเป็นต้องกลับมาพบทันตแพทย์เพื่อขันสกรูยึดกลับเข้าที่เดิมแล้วอุดปิดรูเปิดสกรูด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต²⁸ การบูรณะด้วยครอบฟันที่มีรูเปิดสกรูบนรากเทียมสามารถกรอหรือวัสดุอุดปิดรูสกรูและหารูเปิดสกรูได้ง่าย แต่การบูรณะด้วยครอบฟันที่ไม่มีรูเปิดสกรูบนรากเทียมในกรณีที่ต้องการขันสกรูยึดครอบฟันให้แน่นจะต้องกรอเจาะเปิดหารูสกรูผ่านครอบฟัน อาจมีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและความแข็งแรงของครอบฟันบนรากเทียมได้⁴

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ได้ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหัก อย่างไรก็ตามอาจไม่สามารถจำลองสภาวะการใช้งานจริงในช่องปากได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเลียนแบบสภาวะการเสื่อมสภาพรูปแบบอื่น ๆ การกรอเจาะหาทางเปิดรูสกรูผ่านครอบฟันที่มีขนาดของรูเจาะต่างกัน การเตรียมพื้นผิวบริเวณรูเปิดสกรู หรือผลของสารยึดติดที่อยู่ระหว่างวัสดุอุดปิดและพื้นผิวด้านในรูเปิดสกรูของครอบฟันโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงต่อความต้านทานการแตกหักในอนาคต

บทสรุป

1. การมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงมีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักน้อยกว่าการไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟัน
2. การมีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงยี่ห้อเซอร่าคอนเอกซ์ทีเอ็มแอล มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักมากกว่ายี่ห้อคาตานะเอสทีเอ็มแอล
3. การไม่มีรูเปิดสกรูบนครอบฟันโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียที่มีความโปร่งแสงสูงทั้งสองยี่ห้อ มีค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบพระคุณนายสถาบัน สมมิตร และนายสานิต บัวนิล พนักงานวิทยาศาสตร์ หน่วยวิจัยชีววัสดุ ประจำห้องปฏิบัติการวิจัยชีววัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับคำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent 2017;117(5):e1-e105.
2. Misch CE. Single-tooth replacement: treatment options. Contemporary implant dentistry 3rd ed: Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.; 2008. p. 327-66.
3. Misch CE. Preimplant prosthodontics: overall evaluation, specific criteria, and pretreatment prostheses. Contemporary implant dentistry 3rd ed: Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.; 2008. p. 233-75.
4. Wittneben JG, Joda T, Weber HP, Brägger U. Screw retained vs. cement retained implant-supported fixed dental prosthesis. Periodontol 2000 2017;73(1):141-51.
5. Shetty S, Garg A, Shenoy K K. Principles of screw-retained and cement-retained fixed implant prosthesis: a critical review. J Interdiscip Dent 2014;4(3):123-9.
6. Jivraj S. Screw versus cemented implant restorations: The decision-making process. J Dent Implant 2018; 8(1):9-19.
7. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hammerle CH, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. Clin Oral Implants Res 2012;23 (Suppl 6):163-201.
8. Wadhvani C, Chung KH. Limiting the dimension of a screw-access hole with an interim screw-retained prosthesis. J Prosthet Dent 2015;113(6):648-50.
9. Hussien AN, Rayyan MM, Sayed NM, Segaan LG, Goodacre CJ, Kattadiyil MT. Effect of screw-access channels on the fracture resistance of 3 types of ceramic implant-supported crowns. J Prosthet Dent 2016; 116(2):214-20.
10. Rosa L, Borba M, Mallmann F, Fornari F, Della Bona A. Influences of screw access hole and mechanical cycling on the fracture load of implant-supported crowns. Int J Prosthodont 2019;32(5):423-29.
11. Mokhtarpour H, Eftekhari Ashtiani R, Mahshid M, Tabatabaian F, Alikhasi M. Effect of screw access hole preparation on fracture load of implant-supported zirconia-based crowns: an in vitro study. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects 2016;10(3):181-8.
12. Khalifa AE, Mostafa D, Khamis MM. Influence of screw access channel on all ceramic cement-retained implant supported posterior crowns. Int J Sci Res 2016;5(5):2252-58.
13. Du L, Li Z, Chang X, Rahhal O, Qin B, Wen X, et al. Effects of the screw-access hole diameter on the biomechanical behaviors of 4 types of cement-retained implant prosthodontic systems and their surrounding cortical bones: a 3D finite element analysis. Implant Dent 2018;27(5):555-63.

14. Zhang Y, Lawn BR. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res* 2018;97(2):140-7.
15. Kuraray Noritake Dental Inc. (2019). KATANA™ Zirconia Technical Guide. Retrieved March 17, 2020, from http://www.kuraraynoritake.com/world/product/cad_materials/pdf/katana_zirconia_technical_guide.pdf.
16. Dentsply Sirona. (2019). Cercon® xt ML Instructions for Use. Retrieved March 10, 2020, from <http://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/lab/dental-lab/cercon/LAB-IFU-Cercon-xt-ML-EN-DE-ES-FR-IT-50537620-2022-11.pdf>.
17. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014;29:295-308.
18. Khawanpuang N, Maneenut C. Fracture resistance of endodontically treated upper premolar with MOD cavity restored by direct resin composite combined with fiber-reinforced composite post. *J Dent Assoc Thai* 2020;7(4):252-261.
19. Torrado E, Ercoli C, Al Mardini M, Graser GN, Tallents RH, Cordaro L. A comparison of the porcelain fracture resistance of screw-retained and cement-retained implant-supported metal-ceramic crown. *J Prosthet Dent* 2004;91(5):532-7.
20. Dentsply Sirona. Cercon xt ML [Internet]. York, PA: Dentsply Sirona; c2016-2022 [updated 2019 Feb; cited 2020 May 17] Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en-hr/discover/discover-by-brand/cercon-xt-ml.html>.
21. Pereira GKR, Guilardi LF, Dapieve KS, Kleverlaan CJ, Rippe MP, Valandro LF. Mechanical reliability, fatigue strength and survival analysis of new polycrystalline translucent zirconia ceramics for monolithic restorations. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018;85:57-65.
22. Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials* 2006;27(4):535-43.
23. Kolakarnprasert N, Kaizer MR, Kim DK, Zhang Y. New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency. *Dent Mater* 2019;35(5):797-806.
24. Øilo M, Kvam K, Tibballs JE, Gjerdet NR. Clinically relevant fracture testing of all-ceramic crowns. *Dent Mater* 2013;29(8):815-23.
25. Shadid RM, Abu-Naba'a L, Al-Omari WM, Asfar KR, El Masoud BM. Effect of an occlusal screw-access hole on the fracture resistance of permanently cemented implant crowns: a laboratory study. *Int J Prosthodont* 2011;24(3):267-9.
26. Proeschel PA, Morneburg T. Task-dependence of activity/ bite-force relations and its impact on estimation of chewing force from EMG. *J Dent Res* 2002;81(7):464-8.
27. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *J Dent Res* 1999;78(7):1336-44.
28. Kourtis S, Damanaki M, Kaitatzidou S, Kaitatzidou A, Roussou V. Loosening of the fixing screw in single implant crowns: predisposing factors, prevention and treatment options. *J Esthet Restor Dent* 2017;29(4):233-46.
29. Ozcan M, Cura C, Valandro LF. Early bond strength of two resin cements to Y-TZP ceramic using MPS or MPS/4-META silanes. *Odontology* 2011;99(1):62-7

ผู้รับผิดชอบบทความ

พิศเพลิน ชนาเทพพร

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 081 262 9191

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : cptipe@kku.ac.th

Effect of Present a Screw Access Hole on The Fracture Resistance of High Translucent Monolithic Zirconia Crown on Dental Implant

Intarapreecha T* Sosakul T** Puasiri S*** Sooktho T** Chanatapaporn P**

Abstract

The objective of this study was to compare the fracture resistance of high translucent monolithic zirconia crowns (Cercon xt ML and Katana STML) with a screw access hole to those without a screw access hole on implants. The maxillary first premolar crowns were made using the CAD/CAM process as crowns, both with and without a screw hole, on the implant abutments in 40 specimens, which can be divided into four groups (n=10). These include: Group 1 Cercon xt ML with a screw access hole (CS); Group 2 Cercon xt ML without a screw access hole (CNS); Group 3 Katana STML with a screw access hole (KS); and Group 4 Katana STML without a screw access hole (KNS). All specimens were thermocycled for 10,00 cycles between 5°C to 55°C, with a dwell time of 30 seconds at room temperature. Also, cyclic loading was applied by placing a stainless-steel sphere indenter on the center of the transverse ridge of the crowns. The cyclic load was applied to a load of 50 N, with a frequency of 4 Hz, for 250,000 cycles before fracture resistance testing with a universal testing machine. Moreover, a stainless-steel sphere indenter was placed on the center of the transverse ridge of the crowns with a crosshead speed of 0.5 mm/min. until the crowns fractured. The fracture specimens were analyzed the fracture surface under a scanning electron microscopy. Data was analyzed by two-way analysis of variance test (ANOVA) and t-test ($p < 0.05$). Two-way ANOVA results showed that the crowns with a screw access hole (CS and KS) had a significantly different mean fracture resistance, comparing to the crowns without a screw access hole (CNS and KNS) ($p < 0.001$). Furthermore, the mean fracture resistance between Cercon xt ML and Katana STML crowns was not statistically significant ($p = 0.072$). The t-test analysis revealed that the mean fracture resistance of both brands with a screw access hole on the crown was statistically significantly different ($p < 0.05$), while the mean fracture resistance of both brands without a screw access hole was not statistically significantly different ($p > 0.05$). For analyzing the mean of fracture resistance of the same brand, both with and without a screw access hole, it was shown that each brand of the crown had a statistically significant difference ($p < 0.05$). In conclusion, high translucent monolithic zirconia crowns with a screw access hole had less fracture resistance than those without a screw access hole. However, there was no difference in the mean fracture resistance between the two brands of crowns without a screw access hole.

Key words: Screw access hole/ Fracture resistance/ Crown/ High translucent monolithic zirconia/ Implant

Corresponding Author

Pitpern Chanatapaporn

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen.

Tel. : +66 81 262 9191

Fax. : +66 4 320 2862

Email : cptipe@kku.ac.th

* Residency Training Program in Prosthodontics, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

การประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ในผู้สูงอายุ

วิไลพร สุดันไชยนนท์* ปิยะฉัตร พัทธนาณัติ* กัญญารัตน์ ศรีมงคล** ชนิกา โสมอ่อน*** ฐาปณีย์ ลีลาภากร****

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบประเมินผล มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพโดยรวมของแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินผลแอปพลิเคชัน และนำมาปรับปรุงจนได้เป็นแบบประเมินแอปพลิเคชัน เป็นแบบสอบถามชนิดตอบด้วยตนเอง แล้วนำไปเก็บข้อมูลในผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกในผู้ที่มารับบริการ ที่โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 35 คน ร้อยละ 57.1 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 67.5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือมากกว่า ร้อยละ 77.1 ใช้สมาร์ตโฟนเฉลี่ยวันละ 1-3 ชั่วโมง ร้อยละ 48.6 แอปพลิเคชันที่ใช้ทำงานบ่อยที่สุด คือไลน์ ยูทูบ และ เฟซบุ๊ก ร้อยละ 97.1 60.0 51.4 ตามลำดับ การประเมินแอปพลิเคชัน จำนวน 16 คำถาม จากคะแนนเต็ม 1 พบว่ามีคุณภาพระดับสูงมากในด้านเนื้อหา และการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ย 0.80 ± 0.40 และคุณภาพระดับสูงในด้านการออกแบบ (0.74 ± 0.44) สิ่งที่ได้รับ การแก้ไขลำดับแรกคือ ปัญหาหน้าจอค้าง เข้าบางเมนูไม่ได้ ข้อมูลสามารถนำไปสู่การปรับปรุงแอปพลิเคชันก่อนนำเผยแพร่สู่สาธารณะ และควรมี การศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต ควรเพิ่มลักษณะและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU มีการใช้งานและประโยชน์ในการคัดกรองรอยโรคในช่องปากด้วยตนเอง

คำใบ้: การประเมินผลแอปพลิเคชัน/ แอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU/ผู้สูงอายุ

Received: Feb 15, 2023

Revised: Oct 24, 2023

Accepted: Nov 08, 2023

บทนำ

ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) ตั้งแต่ พ.ศ. 2548 อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรที่มีการลดลงของอัตราการเกิดและอัตราการตาย จากรายงานการสำรวจประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2560 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีประมาณ 11.3 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ของประชากรทั้งหมด ซึ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประชากรผู้สูงอายุมากที่สุด และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต¹ สอดคล้องกับข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พ.ศ. 2562 ที่มีการคาดการณ์ว่า ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มที่ (Super-Aged society) ใน พ.ศ. 2580² ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญของผู้สูงอายุมากขึ้น เพื่อพัฒนาศักยภาพและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากร และจากการสำรวจการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2551-2557³ พบว่า แนวโน้ม

การใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกกลุ่มอายุ โดยในกลุ่มผู้สูงอายุเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งผู้สูงอายุที่ใช้ อินเทอร์เน็ตคิดเป็นร้อยละ 3.3 ของจำนวนประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปทั้งหมด ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้ตอบรับกับอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรกลุ่มนี้

ตั้งแต่มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจเฉียบพลัน และรุนแรง นำไปสู่มาตรการการเว้นระยะห่างทางสังคม เพื่อลดอัตราการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19⁴ ทำให้ผู้ป่วยมาพบทันตแพทย์ลดลง เทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพ การพัฒนาแอปพลิเคชันให้ สอดคล้องกับลักษณะของกลุ่มผู้ใช้งานจึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญ

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ⁵ จัดทำทะเบียนมะเร็งระดับ โรงพยาบาล พ.ศ. 2558 พบผู้ป่วยมะเร็งช่องปากเป็นอันดับ 6

* แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** กลุ่มงานทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลวังสามหมอ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดอุดรธานี

*** กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลหนองนาคำ อำเภอหนองนาคำ จังหวัดขอนแก่น

**** กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลชนบท อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น

ของผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ทั้งหมด (คิดเป็นร้อยละ 3.29 แบ่งเป็นผู้ป่วยชาย 73 คน คิดเป็นร้อยละ 2.12 และผู้ป่วยหญิง 40 คน คิดเป็นร้อยละ 1.16) หากแบ่งตามเพศ ในเพศชาย พบผู้ป่วยมะเร็งช่องปากเป็นอันดับ 5 ของผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 5.15 ในเพศหญิง พบผู้ป่วยมะเร็งช่องปากเป็นอันดับ 8 ของผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 1.98 มีการศึกษาพบว่ามากกว่าร้อยละ 90 ของมะเร็งช่องปาก เป็นรอยโรคที่เปลี่ยนแปลงมาจากรอยโรคเลืงมะเร็งช่องปาก หากตรวจพบรอยโรคดังกล่าวตั้งแต่ระยะเริ่มต้น และได้รับการรักษา จะช่วยลดการพัฒนาของโรค ลดค่าใช้จ่ายในการรักษา และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วย จากข้อมูลดังกล่าว มีกลุ่มผู้วิจัยในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้พัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU (รูปที่ 1) เป็นแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุสามารถนำมาใช้คัดกรองรอยโรคในช่องปากเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง โดยเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ในโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต เนื้อหาของแอปพลิเคชันดังกล่าวประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับรอยโรคต่างๆ ภาพประกอบและคำแนะนำเบื้องต้นหากตรวจพบลักษณะดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้ใช้งาน แอปพลิเคชัน OralScreen KKU อยู่ในขั้นตอนพัฒนาและยัง ไม่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อใช้งาน เนื่องจากยังไม่มีผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลนำไปปรับปรุงแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU สำหรับผู้สูงอายุ ก่อนเผยแพร่สู่สาธารณะต่อไป

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยประเมินผล (Evaluation Research) โครงการวิจัยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขโครงการ HE642106

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป สัญชาติไทย ที่สามารถอ่านเขียนภาษาไทยและใช้แอปพลิเคชันอย่างง่ายได้ ที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง แบบสะดวก (Convenient Sampling) และยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และใช้เวลา 15-20 นาที เพื่อที่จะดูแอปพลิเคชัน

OralScreen KKU ก่อนตอบคำถามในแบบประเมินแอปพลิเคชันในรูปแบบเอกสาร ที่โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน

แบบประเมินแอปพลิเคชัน เป็นแบบประเมินคุณภาพ ในรูปแบบเอกสาร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วยคำถาม 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 5 ข้อ ส่วนที่ 2 การประเมินแอปพลิเคชัน จำนวน 16 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา จำนวน 5 ข้อ ด้านการออกแบบจำนวน 5 ข้อ และด้านการใช้งาน จำนวน 6 ข้อ ในส่วนที่ 2 การประเมินแอปพลิเคชัน คำตอบมีให้เลือก 3 แนวทางคือ ใช่ ไม่แน่ใจ และไม่ใช้

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU โดยทบทวนทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model: UTAUT)⁷ และศึกษาแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือฉบับผู้ใช้งาน (User version of Mobile Application Rating Scale: uMARS)⁸ เป็นแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ร่วมกับแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันทางสุขภาพบนโทรศัพท์มือถือของไทย (Thai Mobile Health Apps Rating Scale: THARS)⁹ ได้จัดทำร่างแบบประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU โดยดัดแปลงจากแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันทางสุขภาพบนโทรศัพท์มือถือของไทย (THARS)⁹ เป็นหลัก ตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จำนวน 2 รอบ เพื่อแก้ไขและปรับปรุงจนได้แบบประเมินแอปพลิเคชัน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 5 ข้อ ส่วนที่ 2 การประเมินแอปพลิเคชัน จำนวน 16 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา จำนวน 5 ข้อ ด้านการออกแบบ จำนวน 5 ข้อ และด้านการใช้งาน จำนวน 6 ข้อ

การศึกษานำร่องเพื่อทดสอบระดับความเชื่อมั่นของแบบประเมิน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่องในกลุ่มตัวอย่าง 10 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน แล้วทำแบบประเมินแอปพลิเคชัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้วิธีหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่ง (Split-half method) ได้ค่า 0.7

การเก็บข้อมูลการประเมินแอปพลิเคชัน

กำหนดเก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่มารับบริการที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ในระยะเวลา 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ

ส่วนที่ 2 การประเมินแอปพลิเคชัน ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดให้คำตอบใช่ มีค่าเท่ากับ 1 คำตอบไม่ใช่ หรือไม่แน่ใจ มีค่าเท่ากับ 0 และมีการแปลผลระดับคุณภาพออกเป็น 5 ระดับคือคุณภาพระดับสูงมาก ค่าเฉลี่ย $\geq 0.81-1.00$ คุณภาพระดับสูง ค่าเฉลี่ย $0.61-0.80$ คุณภาพระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย $0.41-0.60$ คุณภาพระดับต่ำ ค่าเฉลี่ย $0.21-0.40$ และคุณภาพระดับต่ำมาก ค่าเฉลี่ย ≤ 0.20

ผล

จากสถานการณ์โควิด-19 ทางสถาบันและหน่วยงานมีข้อกำหนดในการเก็บข้อมูลการวิจัย และระยะเวลาของทุนวิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลในระหว่างวันที่ 1-17 กันยายน 2564 มีผู้ยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน โดยมีผลการศึกษาของข้อมูลทั่วไป (ตารางที่ 1)

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 57.1 เป็นเพศหญิง อายุ 60-70 ปี มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือมากกว่า ร้อยละ 77.1 ระยะเวลาที่ใช้สมาร์ทโฟนเฉลี่ยวันละ 1-3 ชั่วโมง ร้อยละ 48.6 และใช้มากกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 22.9 โดยแอปพลิเคชันที่ใช้งานบ่อยได้แก่ ไลน์ (Line) สูงถึงร้อยละ 97.1 ส่วนยูทูบ (YouTube) และเฟซบุ๊ก (Facebook) มีผู้ตอบ ร้อยละ 60.0 และ 51.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

Table 1 General information about a sample group of 35 people

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	15	42.9
หญิง	20	57.1
อายุเฉลี่ย (ปี)	67.5	
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษาตอนต้น	2	5.7
ประถมศึกษาตอนปลาย	1	2.9
มัธยมศึกษาตอนต้น	1	2.9
มัธยมศึกษาตอนปลาย	2	5.7
ปริญญาตรีหรือมากกว่า	27	77.1
อื่น ๆ	2	5.7
ระยะเวลาที่ใช้สมาร์ทโฟน (ชั่วโมง/วัน)		
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง/วัน	7	20.0
1-3 ชั่วโมง/วัน	17	48.6
3-5 ชั่วโมง/วัน	3	8.6
มากกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน	8	22.9
แอปพลิเคชันที่ใช้งานบ่อย		
ไลน์ (Line)	34	97.1
เฟซบุ๊ก (Facebook)	18	51.4
อินสตาแกรม (Instagram)	0	0.0
ยูทูบ (Youtube)	21	60.0
อื่น ๆ	1	2.9

ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน จำนวน 16 ข้อ มีการคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อจัดระดับคุณภาพ จำแนกตามกลุ่ม เนื้อหา การออกแบบ และการใช้งาน รวมถึงแยกแต่ละคำถามเป็นรายชื่อ (ตารางที่ 2) ผลการศึกษาพบว่า

การประเมินด้านเนื้อหา

กลุ่มตัวอย่างประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหาทั้ง 5 ข้อ มีค่าเฉลี่ย 0.80 ± 0.40 โดยมีคำถาม ท่านอ่านข้อความในแอปพลิเคชันแล้วเข้าใจได้ง่ายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.89 ± 0.32 คำถามที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่มนี้คือ แอปพลิเคชันมีคำแนะนำที่ชัดเจน และเข้าใจง่ายเมื่อตรวจพบความผิดปกติ และคำถาม หากในอนาคตท่านมีความผิดปกติในช่องปาก ท่านจะใช้แอปพลิเคชันนี้ มีค่าเฉลี่ย 0.74 ± 0.44 เท่ากัน ผลสรุปผลจากคำตอบทั้ง 5 ข้อมีค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหา จัดอยู่ในระดับคุณภาพสูงมาก

ด้านการออกแบบ

กลุ่มตัวอย่างประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านการออกแบบทั้ง 5 ข้อ มีค่าเฉลี่ย 0.74 ± 0.44 โดยมีคำถาม ขนาดตัวอักษรที่ใช้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และ สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.77 ± 0.43 เท่ากัน คำถามที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่มนี้คือ การจัดวางแถบคำสั่ง เช่น คำสั่งกลับไปหน้าหลัก หรือ ถัดไป อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 0.69 ± 0.47 ผลสรุปผลจากคำตอบทั้ง 5 ข้อมีค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบ จัดอยู่ในระดับคุณภาพสูง

ด้านการใช้งาน

กลุ่มตัวอย่างประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านการใช้งานทั้ง 6 ข้อ มีค่าเฉลี่ย 0.80 ± 0.40 โดยมีคำถาม แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้รวดเร็วตามความต้องการของท่าน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.89 ± 0.32 คำถามที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่มนี้คือ ท่านพบปัญหาหน้าจอค้าง เข้าบางเมนูไม่ได้หรือปัญหาอื่นๆ ที่เกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ย 0.57 ± 0.50 ซึ่งเป็นคำถามลักษณะทิศทางตรงข้ามกับคำถามอื่น ผลสรุปผลจากคำตอบทั้ง 6 ข้อมีค่าเฉลี่ยด้านการใช้งาน จัดอยู่ในระดับคุณภาพสูงมาก

นอกจากการตอบแบบประเมินดังกล่าว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างพบว่า มีบางส่วนได้ให้รายละเอียดเพิ่มเติม เกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางพิจารณาในการแก้ไขแอปพลิเคชันในรุ่นต่อไปในอนาคต ดังนี้

ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ด้านเนื้อหา

1. ภาษาและการเรียบเรียงข้อความ บางข้อความใช้ภาษาที่เป็นวิชาการมากเกินไป อ่านแล้วเข้าใจยาก และบาง

ข้อความยาวมากเกินไป ควรเรียบเรียงให้สั้น กระชับ เข้าใจง่าย และได้ใจความ

2. เนื้อหาข้อมูลในแอปพลิเคชัน ควรเพิ่มเติมโรคในช่องปากให้ครบถ้วนและมีรายละเอียดวิธีการสังเกตรอยโรคด้วยตนเองให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มเกี่ยวกับเรื่องฟันผุ โรคเหงือกอักเสบ รอยโรคที่อาจพัฒนาไปเป็นมะเร็งในระยะต่าง ๆ นอกจากนี้ ควรให้ความรู้และแนะนำข้อควรปฏิบัติเพิ่มเติมในการรักษารอยโรคที่เกิดขึ้นในช่องปากเบื้องต้น ร่วมกับคำแนะนำว่าควรไปพบทันตแพทย์

ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ด้านการออกแบบ

1. ขนาดตัวอักษรที่ใช้ในแอปพลิเคชันอาจมีขนาดเล็กเกินไป

2. สีพื้นหลังและการจัดวางรูปแบบแอปพลิเคชัน ควรมีการตกแต่งเพิ่มสีสันของพื้นหลังและรูปภาพให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. การจัดวางองค์ประกอบเมนู การจัดเรียงข้อความ ในลักษณะที่ยาวเป็นบรรทัดทั้งหน้าจอทำให้กลุ่มตัวอย่างอ่านได้ยากและทำให้ความน่าสนใจของแอปพลิเคชันลดลง

4. ภาพประกอบ ควรใส่สัญลักษณ์ขึ้นบอกตำแหน่งของรอยโรคในภาพให้ชัดเจน

ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ด้านการใช้งาน

ความยากง่ายในการใช้งาน แอปพลิเคชันใช้งานได้ค่อนข้างง่าย ไม่ซับซ้อน แต่ในกลุ่มผู้สูงอายุ อาจต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจวิธีการใช้งานมากกว่าในวัยอื่น ๆ

ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ด้านอื่น

แอปพลิเคชันควรมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่ชัดเจน และนำเสนอออกมาในรูปแบบที่ตรงกับวัตถุประสงค์นั้น ว่าต้องการให้กลุ่มเป้าหมายได้รับความรู้ทั่วไป หรือต้องการให้สามารถวินิจฉัยโรคเบื้องต้นด้วยตนเองได้ ซึ่งต้องการรายละเอียดวิธีการวินิจฉัยที่ชัดเจนมากขึ้นกว่านี้ รวมถึงหากสามารถวินิจฉัยด้วยตนเองได้เบื้องต้นแล้ว ควรมีการแจ้งวิธีการดูแลตนเองเบื้องต้นก่อนการไปพบทันตแพทย์ว่าสามารถดูแลตนเองได้อย่างไรบ้าง นอกจากนี้ ในปัจจุบันการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันโทรศัพท์ที่มีความจำจำกัด อาจเป็นข้อพิจารณาหนึ่งที่ทำให้กลุ่มเป้าหมายจะเลือกใช้หรือไม่ใช้แอปพลิเคชัน ดังนั้น หากแอปพลิเคชันนี้สามารถให้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์หรือพัฒนาการให้บริการแก่กลุ่มเป้าหมายให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นก็ จะมีความน่าสนใจและควรค่าแก่การดาวน์โหลดมาใช้ในโทรศัพท์หรือสมาร์ตโฟน เช่น อาจมีแนวทางการติดต่อไปหาทันตแพทย์โดยตรงเพื่อขอคำปรึกษาเบื้องต้นร่วมด้วย

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน รวมกลุ่มและรายข้อ

Table 2 Application Quality Assessment Results - Group and Itemized

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	0.80±0.40	ระดับสูงมาก
1. ท่านอ่านข้อความในแอปพลิเคชันแล้วเข้าใจได้ง่าย	0.89±0.32	ระดับสูงมาก
2. แอปพลิเคชันมีคำแนะนำที่ชัดเจน และเข้าใจง่ายเมื่อตรวจพบความผิดปกติ	0.74±0.44	ระดับสูง
3. เนื้อหาในแอปพลิเคชันสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเลือกใช้งานของท่าน	0.80±0.41	ระดับสูงมาก
4. หากในอนาคตท่านมีความผิดปกติในช่องปากท่านจะใช้งานแอปพลิเคชันนี้	0.74±0.44	ระดับสูง
5. แอปพลิเคชันได้ให้ประโยชน์เกี่ยวกับสุขภาพช่องปากของท่าน	0.83±0.38	ระดับสูงมาก
ด้านการออกแบบ	0.74±0.44	ระดับสูง
1. แอปพลิเคชันมีความสวยงาม น่าสนใจ	0.74±0.44	ระดับสูง
2. สีของพื้นหลังแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม	0.71±0.46	ระดับสูง
3. ขนาดตัวอักษรที่ใช้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	0.77±0.43	ระดับสูง
4. สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม	0.77±0.43	ระดับสูง
5. การจัดวางแถบคำสั่ง เช่น คำสั่ง ‘กลับไปหน้าหลัก’ หรือ ‘ถัดไป’ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน	0.69±0.47	ระดับสูง
ด้านการใช้งาน	0.80±0.40	ระดับสูงมาก
1. ท่านสามารถใช้งานแอปพลิเคชันนี้ได้ง่าย	0.80±0.41	ระดับสูงมาก
2. เมื่อท่านอ่านคำแนะนำการใช้งานเบื้องต้น ท่านเข้าใจและสามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้	0.86±0.36	ระดับสูงมาก
3. ท่านพบปัญหาหน้าจอค้าง เข้าบางเมนูไม่ได้หรือปัญหาอื่นๆ ที่เกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	0.57±0.50	ระดับปานกลาง
4. แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้รวดเร็วตามความต้องการของท่าน	0.89±0.32	ระดับสูงมาก
5. ท่านต้องการแนะนำผู้อื่นให้ใช้งานแอปพลิเคชันนี้	0.80±0.41	ระดับสูงมาก
6. โดยรวมแล้วท่านพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันนี้	0.86±0.36	ระดับสูงมาก

แบบประเมินแอปพลิเคชัน จะมีคำตอบ 3 แบบคือ ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ กำหนดให้ ใช่ = 1 ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ = 0

รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพจาก แอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU

Figure 1 Example images from OralScreenKKU prototype application



บทวิจารณ์

การพัฒนาแบบประเมินแอปพลิเคชัน พัฒนาและปรับปรุงจากแบบประเมิน uMARS⁸ และแบบประเมิน THARS⁹ เป็นแบบประเมินภาษาไทย เพื่อใช้กับผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป มีการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 รอบร่วมกับการแก้ไขและตัดข้อคำถาม ผลคือค่าดัชนีความถูกต้องเชิงเนื้อหา รายข้อ (I-CVI) มีค่าตั้งแต่ 0.67 ถึง 1 ค่าดัชนีความถูกต้องเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI) มีค่า 0.93 และค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.33-1 และความเชื่อมั่นของแบบประเมิน Split-Half (Spearman-Brown)¹⁰ มีค่า 0.7 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี ผลของการพัฒนาของแบบประเมิน ประกอบด้วย ส่วนข้อมูลทั่วไปจำนวน 5 ข้อคำถามมีความสั้น กระชับ ผู้สูงอายุสามารถเข้าใจได้ง่าย และส่วนการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันมี 16 ข้อคำตอบเป็นตัวเลือกตอบ 3 ตัวเลือก คือ ใช่ ไม่ใช่ และ ไม่แน่ใจ ทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถตัดสินใจตอบได้ง่ายขึ้น เป็นแบบประเมินที่สามารถนำไปใช้ได้จริง ในการประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU

ผลการประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 60-70 ปี ใช้สมาร์ตโฟนเฉลี่ยวันละ 1-3 ชั่วโมง โดยแอปพลิเคชันที่ใช้งานบ่อยได้แก่ ไลน์ (Line) ยูทูบ (YouTube) และเฟซบุ๊ก (Facebook) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบสะดวก มีผลการศึกษาคล้ายกับผลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พ.ศ. 2551-2557³ พบว่าช่วงอายุ 60-64 ปี เป็นช่วงอายุที่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตมากที่สุด และแอปพลิเคชันที่ใช้งานมากที่สุด คือ ไลน์ (Line) รองลงมา คือ ยูทูบ (YouTube) และเฟซบุ๊ก (Facebook) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือมากกว่า สอดคล้องกับการสำรวจการใช้ไอซีทีของผู้สูงอายุ พ.ศ. 2564¹¹ พบว่าผู้ที่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีเป็นกลุ่มที่มีการใช้โทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ตมากที่สุด ซึ่งระดับการศึกษาถือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานอินเทอร์เน็ตในผู้สูงอายุ ยกเว้นผลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ³ ที่พบว่าผู้สูงอายุเพศชายมีการใช้อินเทอร์เน็ตมากกว่าผู้สูงอายุเพศหญิงเกือบ 2 เท่า แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเป็นเพศหญิงร้อยละ 57.1 เนื่องจากการเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบสะดวกและผู้เข้าร่วม จะต้องยินยอม และเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน 15-20 นาที กลุ่มตัวอย่างจึงไม่ได้เป็นตัวแทนของประชากร

ผลการประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU พบว่าระดับคุณภาพด้านเนื้อหาและการใช้งานอยู่ในระดับสูงมาก ส่วนด้านการออกแบบอยู่ในระดับสูง พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สามารถใช้งานแอปพลิเคชันนี้ได้ง่าย เนื่องจากแอปพลิเคชัน มีการจัดวางแถบเมนูที่ไม่ซับซ้อน โดยเลือกจัดวางอยู่ในหน้าจอเดียวกันและมีจำนวนไม่มาก เลือกใช้ข้อความในการอธิบายการทำงานของเมนูต่าง ๆ แทนการใช้รูปสัญลักษณ์ที่แม้ว่าจะเป็นที่นิยมและสามารถสื่อความเข้าใจได้ดีในกลุ่มวัยรุ่นแต่อาจเป็นปัญหาสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุ ขณะที่ส่วนสีพื้นหลัง สีตัวอักษรและขนาดตัวอักษร กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเห็นว่ามีความเหมาะสม จากการเลือกใช้งานขนาดตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ สีพื้นหลังแอปพลิเคชันที่เป็นสีอ่อนสบายตา สีตัวอักษรและสีพื้นหลังกล่องข้อความที่สามารถแยกจากกันได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือสำหรับผู้สูงอายุของพิมลอร ดันหัน¹² จากคำถามทั้ง 16 ข้อ พบว่าคำถาม ท่านพบปัญหาน้ำจอค้าง เข้าบางเมนู ไม่ได้หรือปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดจากการใช้งานที่ผิดพลาดของแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ย สูงถึง 0.57 ± 0.5 หมายถึงมีคุณภาพระดับปานกลาง แตกต่างจากคำถามที่เหลือทั้ง 15 ข้อ มีคุณภาพระดับสูงและสูงมาก จึงถือว่าปัญหาน้ำจอค้างเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรกในการปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันเนื่องจากยังไม่มีทางเลือกมากนัก หากแอปพลิเคชันได้รับการปรับปรุงและสามารถติดตั้งถาวรในสมาร์ตโฟนจริงของผู้ใช้งาน ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานผิดพลาดของแอปพลิเคชันน่าจะได้รับการแก้ไขไปด้วย ข้อมูลจากการประเมินแอปพลิเคชัน เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเป็นแอปพลิเคชันคัดกรองรอยโรคในช่องปากสำหรับผู้สูงอายุ ภาพรวมพบว่าคุณภาพของการออกแบบอยู่ในระดับดี แตกต่างจากด้านอื่น ในการปรับปรุงแอปพลิเคชันเพื่อการเผยแพร่ต้องพิจารณาประเด็นเหล่านี้ เช่น สีของพื้นหลังแอปพลิเคชัน ขนาดตัวอักษร ความสวยงามและน่าสนใจของแอปพลิเคชัน สีของตัวอักษร การจัดวางแถบคำสั่ง เช่น คำสั่ง กลับไปหน้าหลัก หรือ ถัดไป อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน นอกจากผลการประเมินผลแอปพลิเคชัน ทั้ง เนื้อหา การออกแบบ และการใช้งานแล้ว มีข้อเสนอที่น่าสนใจเกี่ยวกับการใช้งานแอปพลิเคชัน หากสามารถเชื่อมโยงกับการสื่อสารสองทาง เช่น การขอคำปรึกษาจากทันตแพทย์ในเบื้องต้น ซึ่งเทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้ เช่น ไลน์ ที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการใช้งานหรือแชทบอท เป็นระบบจำลองการโต้ตอบตามธรรมชาติของ

ปัญญาประดิษฐ์ จากการศึกษาผลของโปรแกรมเซทบอท สร้างเสริมสุขภาพช่องปากต่อความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุมีความพึงพอใจต่อการใช้เซทบอทระดับดีมากทุกหัวข้อ¹³ เพื่อพัฒนาประโยชน์ของการใช้แอปพลิเคชันให้มากขึ้น สามารถนำเซทบอทมาประยุกต์ใช้สำหรับสื่อสารกับทันตแพทย์อีกช่องทาง จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือสำหรับผู้สูงอายุของพิมลอร ดันหัน¹² พบว่าการใช้งานแอปพลิเคชันของผู้สูงอายุจะมีลักษณะที่แตกต่างจากกลุ่มผู้ใช้ในวัยรุ่นหรือวัยทำงาน คือ กลุ่มผู้สูงอายุไม่นิยมการเข้าไปดาวน์โหลดแอปพลิเคชันจาก Google Play Store หรือ AppStore เนื่องจากผู้สูงอายุมักจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่เพื่อนในกลุ่มผู้สูงอายุด้วยกันแนะนำ ทั้งนี้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 86 ตอบคำถามโดยรวมแล้วท่านพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันนี้ อาจส่งผลให้แอปพลิเคชันได้รับความสนใจหรือการยอมรับในกลุ่มผู้สูงอายุ ทำให้แอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU สามารถนำไปสู่กลุ่มเป้าหมายใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแอปพลิเคชัน

เนื่องจากการดำเนินงานวิจัยอยู่ภายใต้ข้อจำกัดหลายประการของสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลกระทบถึงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และจำนวนผู้ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีจำนวนน้อยกว่าที่ผู้วิจัยได้คาดการณ์ไว้ จำนวนข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มากนักแต่ก็เห็นแนวโน้มสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันก่อนนำไปสู่การเผยแพร่ในสาธารณะ โดยเฉพาะในส่วนของการออกแบบ ในเรื่องของสี ขนาด และการจัดวาง ส่วนประเด็นการใช้งาน ปัญหาการเข้าไม่ได้และค้างเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้แอปพลิเคชันมีการใช้ได้แพร่หลายมากขึ้น เมื่อมีการปรับปรุงแอปพลิเคชันในเบื้องต้นและนำเผยแพร่สู่สาธารณะแล้ว อาจจะต้องทำการประเมินในกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากขึ้น ทั้งในประเด็น จำนวนผู้ใช้งาน และอายุของผู้ใช้งาน อาจจะทดสอบกับผู้ใหญ่ที่อายุต่ำกว่า 60 ปี ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแอปพลิเคชัน OralScreen KKU ให้เป็นแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการคัดกรองรอยโรคในช่องปาก ที่มีความทันสมัย และเป็นที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานจริงได้ในอนาคต

บทสรุป

การประเมินแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ในผู้สูงอายุ ผลการประเมินคุณภาพ ในด้านเนื้อหาและการใช้งาน อยู่ในระดับสูงมาก ส่วนการออกแบบอยู่ในระดับสูง ความคิดเห็นที่มีต่อแอปพลิเคชันสอดคล้องกับระดับการประเมิน คือ แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถอธิบายและให้คำแนะนำที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย เป็นประโยชน์ในด้านการดูแลและเฝ้าระวังโรคในช่องปากในผู้สูงอายุได้ ข้อควรปรับปรุงในแอปพลิเคชันนี้ที่ชัดเจนคือ ปัญหาหน้าจอค้าง เข้าบางเมนูไม่ได้หรือปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของแอปพลิเคชัน ในขณะที่บางส่วนได้เพิ่มเติมข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU ให้มีความเหมาะสมและปรับปรุงให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ อย่างเต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แม้ว่าสังคมไทยในปัจจุบันจะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้สูงอายุและเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่ก่อให้เกิดการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU แต่ในการเกิดรอยโรคในช่องปากไม่ได้มีเพียงแต่ผู้สูงอายุเท่านั้นที่จะมีโอกาสเกิดรอยโรคในช่องปาก รอยโรคหลายประเภทสามารถเกิดได้ในทุกช่วงวัย ดังนั้นเพื่อให้แอปพลิเคชันต้นแบบ OralScreenKKU เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถคัดกรองรอยโรคด้วยตนเองได้เบื้องต้นตลอดจนให้ความรู้เกี่ยวกับรอยโรคในช่องปาก ควรพัฒนาให้ครอบคลุมในทุกกลุ่มอายุต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ทีมงานวิจัยและผู้สูงอายุที่เข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในงานวิจัย ทุกๆท่าน ทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Report on the 2017 survey of the older persons in Thailand [Internet]. National Statistical Office Ministry of digital economy and society. 2017 [cited 2020 Sep 2]. Available from: <http://www.nso.go.th/sites/2014>.
2. Social Situation and outlook 2019 [Internet]. Office of the National Economic and Social Development Council. 2020 [cited 2020 Sep 2]. Available from: <http://social.nesdc.go.th/social/Default.aspx?tabid=127&articleType=ArticleView&articleId=236>.
3. MoLaC. T. Factors affecting the use of internet among the elderly in Thailand. National Statistical Office. 2014.
4. Greenstone M, Nigam V. Does social distancing matter? University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper. 2020(2020-26).
5. National Cancer Institute, Department of Medical Services, Ministry of Public Health. Hospital -Based Cancer Registry 2015. Bangkok: Porntarap Print Company Limited; 2017.2-3.
6. Jeddy N, Ravi S and Radhika T. Screening of oral potentially malignant disorders: Need of the hour. J Oral Maxillofac Pathol. 2017;21(3):437-8.
7. Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD. User acceptance of information technology: toward a unified view. MIS Quarterly 2003;27(3):425-78.
8. Stoyanov SR, Hides L, Kavanagh DJ, Wilson H. Development and validation of the User Version of the Mobile Application Rating Scale (uMARS). JMIR Mhealth Uhealth 2016;4(2):e72.
9. Hongsanun W, Insuk S. Development of the Thai Mobile Health Apps Rating Scale (THARS). TJPP 2019;11(1):181-93.
10. Psychometric Evaluations of Research Instruments [Internet]. [cited 10 Aug 2021]. Available from: http://www.elahs.ssru.ac.th/jeerapa_pa.
11. Summary of The use of ICT among the elderly in 2021 [Internet]. National Statistical Office Ministry of digital economy and society. 2017 [cited 2023 Jan 31]. Available from: http://www.nso.go.th/sites/2014/Lists/Infographic/Attachments/300166/summary_older_64.pdf
12. Tanhan P. Mobile Phone Application Development for Older Adults. EAU Heritage TJST 2016;10(3):55-62.
13. Wongworasun S, Hunsrisakhun J, Watanapa A, Wannapahool D. Effect of oral health promoting chatbot program on knowledge in oral health care of the elderly. Khon Kaen Dent J 2023;26(1):33-43.

ผู้รับผิดชอบบทความ

วิไลพร สุตันไชยนนท์

แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 089 169 1966

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : wilaipor@kku.ac.th

Evaluation of OralScreenKKU Prototype Application in Elderly

Sutanchaiyanonta W* Patcharanuchat P* Srimongkol K** Somorn C*** Leelapakorn T****

Abstract

This research is an evaluative study aimed at assessing the overall quality of the prototype application OralScreenKKU. The researchers studied theories related to app assessment and made improvements to develop an app evaluation questionnaire for self-administered responses. Data was then collected from individuals aged 60 years and above, selected conveniently among those receiving dental services at the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University Hospital. The collected data was analyzed using statistical methods. The study included a sample group of 35 participants, with 57.1% being female. The average age was 67.5 years, and 77.1% had completed undergraduate or higher education. On average, they used smartphones for 1-3 hours per day, with 48.6% using LINE, YouTube, and Facebook as the most frequently used applications, at 97.1%, 60.0%, and 51.4%, respectively. The app assessment consisted of 16 questions, with a maximum score of 1. The study found that the app demonstrated very high-quality content and usability, with an average score of 0.80 ± 0.40 , as well as high-quality design (0.74 ± 0.44). The first issues to address were screen freezing and difficulty accessing certain menus. The findings can be used to make improvements to the app before its public release, and further research should be conducted in the future. It is advisable to increase the diversity and number of sample groups to achieve the objectives of developing the OralScreenKKU prototype app, which aims to be a useful tool for self-screening oral health conditions.

Keywords: Mobile application evaluation/ OralScreenKKU/ Elderly

Corresponding Author

Wilaiporn Sutanchaiyanonta
Division of Dental Public Health,
Department of Preventive Dentistry,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen.
Tel. : +66 89 169 1966
Fax. : +66 4 320 2862
Email : wilaipor@kku.ac.th

* Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Dental Department, Wang Sammo Hospital, Amphur Wang Sammo, Udon Thani.

***Dental Department, Nongnakham Hospital, Amphur Nongnakham, Khon Kaen.

**** Dental Department, Chonnabot Hospital, Amphur Chonnabot, Khon Kaen.

การศึกษาเปรียบเทียบเจลพญาอกับน้ำยาบ้วนปาก โพวิโดน ไอโอดีนต่อการลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำลาย และเชื้อมีวแทนส์ สเตร็ปโตคอคไค

อารียา รัตนทองคำ* อรุณศรี ปริเปรม** สุภาภรณ์ ฉัตรชัยวัฒนา* จิตติวรรดา บุญเลิศ* พันธ์ไมล์ เสงครระกูล* นิโซทัย นิเมะ***

บทคัดย่อ

พญาอเป็นสมุนไพรที่พัฒนาในรูปแบบเจลเพื่อใช้ในการลดการอักเสบในช่องปาก การศึกษาครั้งนี้จึงสนใจเปรียบเทียบผลของเจลพญาอต่อการลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในช่องปากและเชื้อมีวแทนส์ สเตร็ปโตคอคไค ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในช่องปากกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ทำการศึกษาในอาสาสมัครแบบไขว้ จำนวน 30 ราย โดยเว้นระยะ 2 สัปดาห์ก่อนรับสารทดสอบชนิดที่สอง เก็บตัวอย่างน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ของอาสาสมัครแต่ละราย ก่อนและหลังใช้สารทดสอบเป็นเวลา 30 นาที และ 2 ชั่วโมง นำไปเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายเริ่มต้นและหลังจากใช้เจลพญาอที่ทาบริเวณฟันกับการบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน พบว่า หลังการใช้ 30 นาที น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน สามารถลดเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายได้ดีกว่าเจลพญาอ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.003$) แต่หลังจากใช้ 2 ชั่วโมง สารทดสอบทั้งสองลดเชื้อแบคทีเรียในน้ำลาย ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.740$) ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อมีวแทนส์ สเตร็ปโตคอคไค ที่ได้จากคราบจุลินทรีย์เปรียบเทียบก่อนใช้เจลพญาอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน กับหลังใช้ 30 นาทีและ 2 ชั่วโมง สามารถลดเชื้อได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.439$ และ 0.076 ตามลำดับ) ความพึงพอใจด้านกลิ่นและสีของเจลพญาอ ดีกว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ($p<0.05$) แม้ว่าความพึงพอใจในด้านรสชาติของเจลพญาอมากกว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ความรู้สึกสะอาดหลังจากใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีระดับคะแนนมากกว่าเจลพญาอ ($p<0.05$) ดังนั้นเจลพญาออาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในช่องปาก

คำิขรห้ส: พญาอ/ มีวแทนส์ สเตร็ปโตคอคไค/ น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน/ ความพึงพอใจ

Received: May 19, 2022

Revised: April 24, 2023

Accepted: Oct 18, 2023

บทนำ

ฟันผุเป็นสภาวะที่มีการเสียสมดุลระหว่างการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่าการคืนกลับแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน และเนื้อฟันจนเกิดเป็นหลุมหรือโพรง ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับฟันผุอาจเป็นตัวฟัน เชื้อจุลินทรีย์ อาหาร และสภาวะแวดล้อมในช่องปาก นอกจากนี้ฟันผุจัดเป็นโรคที่สามารถติดต่อกันได้ทางน้ำลาย เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ฟันผุเป็นโรคติดต่อมีชื่อว่า สเตร็ปโตคอคไคมีวแทนส์ (*Streptococcus mutans*)¹ การแปรงฟัน การใช้ไหมขัดฟัน การใช้น้ำยาบ้วนปาก ช่วยกำจัดและลดการสะสมของจุลินทรีย์จนเกิดเป็นคราบ (Plaque) ที่เหงือกและฟัน มีรายงานผลการใช้สารสกัดสมุนไพรหลายชนิดที่อยู่ในรูปของน้ำยาบ้วนปากซึ่งแสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อสเตร็ปโตคอคไคมีวแทนส์ได้ ได้แก่ จิง² ใบ

ฝรั่ง ดอกคิปลี ดอกกานพลู รากชะเอมเทศ ผลผักข่า^{3,4} น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เปลือกเมล็ดโกโก้⁶ และใบกะเพรา⁷

พญาอ (*Clinacanthus nutans*) เป็นสมุนไพรพื้นบ้านเขตร้อนที่ภูมิปัญญาพื้นบ้านนำมาใช้รักษาพื้นที่ผิวหนังและแผลเริ่มจากไวรัส ประกอบด้วยกลุ่มสารสำคัญที่มีการศึกษากันมาคือฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) มีฤทธิ์ลดการอักเสบ ลดปวด ด้านอนุมูลอิสระ ด้านเชื้อจุลินทรีย์รวมถึงไวรัสแบคทีเรียและรา⁸ ในบัญชียาหลักแห่งชาติของประเทศไทย จัดให้พญาอเป็นหนึ่งในกลุ่มยาที่พัฒนาจากสมุนไพรสำหรับรักษาอาการทางผิวหนังและช่องปาก⁹ โดยสกัดแล้วนำมาทำเป็นรูปแบบครีม โลชั่น ขี้ผึ้ง ทิงเจอร์ สารละลาย (สำหรับหยดหรือป้ายปาก) และน้ำยาบ้วนปาก¹⁰ น้ำยาบ้วนปากพญาอมีส่วนประกอบของสารสกัดโดยใช้แอลกอฮอล์

* ทันตแพทย์อิสระ

** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

*** กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลนราธิวาส อำเภอมือเมือง จังหวัดนราธิวาส

ผสมกับน้ำและกลีเซอริน ทำให้มีกลิ่นของสารสกัด อีกทั้งยังมีตะกอนจากสารสกัดที่ไม่ละลายในสารละลาย รวมถึงการยึดเกาะเยื่อเมือกในช่องปากไม่ได้ดี ทำให้ต้องใช้บ่อย ผู้ใช้น้ำยาบ้วนปากพญายอตามสูตรตำรับในบัญชียาหลักจึงจำกัดเฉพาะผู้ที่เข้าใจและยอมรับ ทำให้มีการพัฒนาเจลพญายอสำหรับใช้ในช่องปากที่มีสารช่วยยึดเกาะเยื่อเมือกในช่องปากและกลบกลิ่นของสมุนไพรรวมถึงแก้ปัญหาการตกตะกอนของสารสกัดและมุ่งใช้ทาแผลเฉพาะบริเวณในช่องปาก สูตรตำรับเจลพญายอนี้มีค่าเฉลี่ยของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) ค่อนข้างสูงและได้ผ่านการทดสอบความปลอดภัยระยะที่ 1 ในอาสาสมัครสุขภาพดี พบว่าไม่มีอาการข้างเคียงและอาสาสมัครพึงพอใจในรสชาติและกลิ่น¹¹ นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาที่แสดงความไม่เป็นพิษของสารสกัดพญายอรวมถึงฤทธิ์สมานแผลด้วย¹² เมื่อนำกลีเซอรินพญายอสูตรตำรับของบัญชียาหลักแห่งชาติของประเทศไทยไปทดสอบใช้บรรเทาอาการอักเสบของเยื่อช่องปากจากเคมีบำบัดในผู้ป่วยโรคมะเร็งช่องปากก็พบว่าได้ผลดี มีการลดอาการอักเสบของเยื่อช่องปากได้ ผู้ป่วยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก¹³ อย่างไรก็ตามหากสกัดพญายอด้วยตัวทำละลายชนิดอื่น เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) จะได้สารสำคัญตัวอื่น เช่น เพอร์พิวรินเออร์ซินฟิลาทิลเอสเทอร์ (Purpurin-18 phytyl ester) ซึ่งไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีวแทนส์ แต่ลดการสร้างไบโอฟิล์ม (Biofilm) ที่ยึดเกาะบนผิวฟัน¹⁴ ดังนั้นการนำสารสกัดพญายอในรูปแบบที่แตกต่างกันมาใช้งานจึงมีความจำเป็นต้องทำการทดสอบเพื่อให้มีหลักฐานเชิงประจักษ์

ปัจจุบันมีการแนะนำให้ผู้ป่วยขมน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน (Povidone iodine mouthwash) เป็นเวลา 1 นาทีก่อนการทำหัตถการทางทันตกรรม¹⁵ เพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งเชื้อซีเวิลธ์แอคคิวท์เรสไพราทอรีซินโดรมโคโรนาไวรัส (Severe acute respiratory syndrome-Coronavirus 2) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าเชื้อโควิด 19 (Covid-19)¹⁶ จากการศึกษาเกี่ยวกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนพบว่า น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 น้ำหนักต่อปริมาตรร้อยละ 7.5 น้ำหนักต่อปริมาตร และร้อยละ 10 น้ำหนักต่อปริมาตร สามารถลดจำนวนเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีวแทนส์ได้¹⁷⁻¹⁹ นอกจากนี้การทาผิวฟันน้ำมันหนาล้างด้วยสารละลายโพวิโดน ไอโอดีนแล้วนำไปแช่น้ำลายเทียมที่มีเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีวแทนส์ ก็พบว่าสามารถลดการติดร่อนของผิวเคลือบฟันได้²⁰ อีกทั้งกลิ่น รสชาติและความรู้สึกหลังจากการ

ใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำยาบ้วนปากคลอร์เฮกซิดีน (Chlorhexidine mouthwash) และน้ำยาบ้วนปากเซทิลไพริดีเนียม คลอไรด์ (Cetylpyridinium chloride mouthwash)²¹ น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนมีรสชาติและกลิ่นเหมือนเมนทอล มีข้อจำกัดของการใช้ในผู้ที่แพ้เมนทอล และที่สำคัญคือการเกิดพิษเฉียบพลันหากใช้ปริมาณมาก อีกทั้งสารละลายเหลวไม่มีความข้นหนืดและมีสีน้ำตาลเข้มอาจเปรอะเปื้อนหรือผู้ใช้บางรายไม่ยอมรับ²²

การที่จะนำเจลพญายอซึ่งมีผลการศึกษาแสดงความปลอดภัยในอาสาสมัคร (ระยะที่ 1) ไปใช้ต่อไปให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงจำเป็นต้องแสดงให้เห็นว่ามีผลด้านจุลินทรีย์ในช่องปากได้ด้วย จึงทำการศึกษาโดยใช้การตรวจวัดปริมาณเชื้อมีวแทนส์ สเตรปโตคอคคัสก่อนและหลังจากใช้เจลพญายอซึ่งเป็นเภสัชตำรับโรงพยาบาล¹¹ ในการศึกษาจำเป็นต้องการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานเพื่อให้ได้คำตอบที่เชื่อถือได้จึงเลือกใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ซึ่งใช้ในทางทันตกรรมปฏิบัติอยู่แล้ว อีกทั้งได้เลือกการออกแบบการทดสอบแบบไขว้ (Cross-over study design) ในผู้ป่วยคนเดียวกันเพื่อการเปรียบเทียบผลที่เชื่อถือได้ โดยคาดว่าจะเป็นหนึ่งในทางเลือกเพื่อลดข้อจำกัดจากการใช้น้ำยาบ้วนปากดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งทดสอบผลของเจลพญายอต่อค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลาย และเชื้อมีวแทนส์ สเตรปโตคอคคัสโดยเปรียบเทียบกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน รวมถึงประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครด้วย

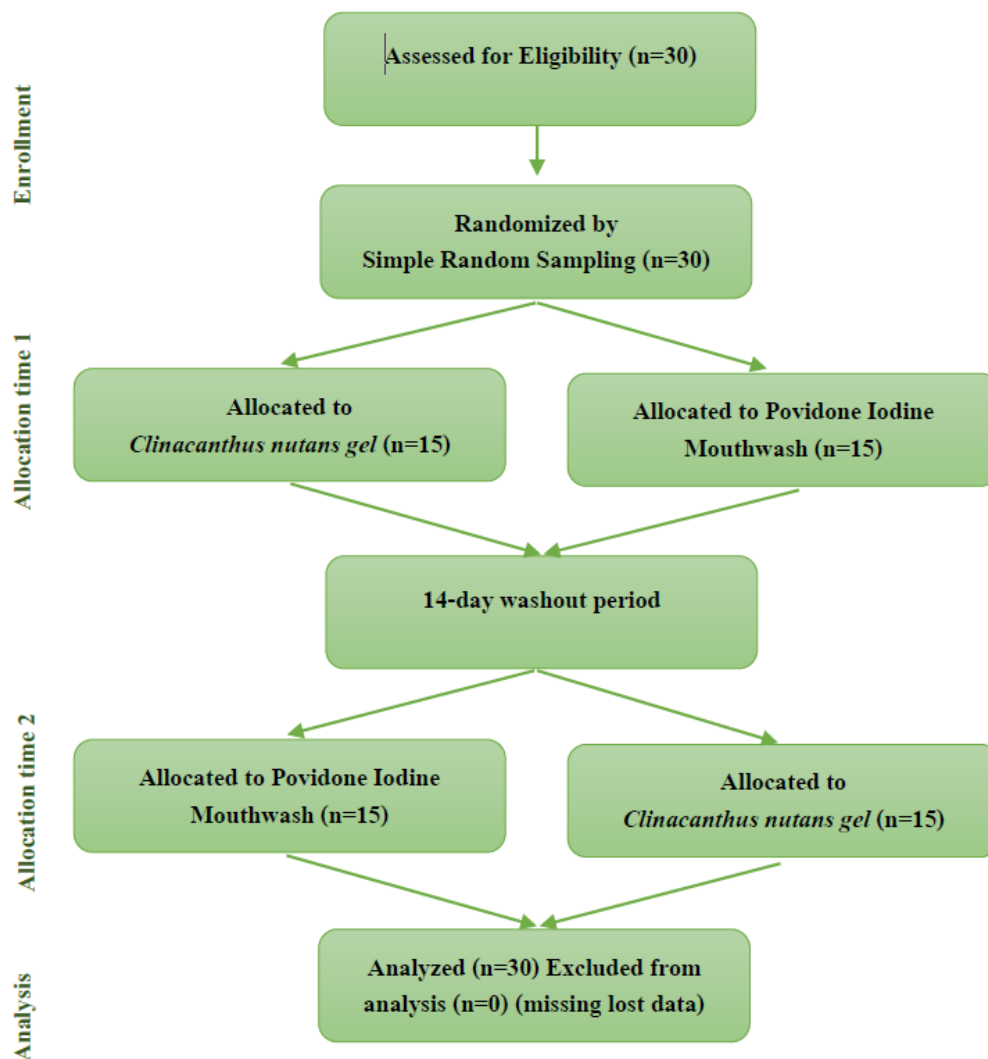
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE641119 เป็นการออกแบบการศึกษาแบบไขว้ กำหนดเกณฑ์คัดเลือกอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยดังนี้ คือ นักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้ที่สุขภาพดี มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ไม่มียาที่ใช้เป็นประจำและไม่มีฟันผุ รวมทั้งไม่มีการใช้น้ำยาบ้วนปาก ในช่วง 2 อาทิตย์ก่อนการเก็บข้อมูลงานวิจัย การคัดออกอาสาสมัครเป็นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้คือ มีโรคประจำตัวโดยเฉพาะโรคไทรอยด์และโรคไต มีประวัติการแพ้สมุนไพร โดยเฉพาะพญายอหรือน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน (อย่างใดอย่างหนึ่ง) แพ้อาหารทะเลและไอโอดีน สำหรับการถอนผู้เข้าร่วมวิจัยหรือยุติการเข้าร่วมวิจัย คือ

อาสาสมัครไม่ประสงค์เข้าร่วมวิจัยต่อ มีปัญหาสุขภาพไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ หรือมีการรับประทานอาหาร เครื่องดื่มในระหว่างการเก็บข้อมูลวิจัย

จากการคำนวณขนาดตัวอย่างโดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 อำนาจการทดสอบร้อยละ 95 และค่าขนาดอิทธิพล (effect size) = 1.52⁵ ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 13 คน แต่ขอกำหนดเพิ่มร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการออกจากการศึกษา ก่อนสิ้นสุดการเข้าร่วมโครงการ จึงได้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 15 คน รวมเป็น 30 คน อาสาสมัครทุกคนแสดงความยินยอมด้วยการลงนามในแบบยินยอมเข้าเป็นอาสาสมัครของโครงการก่อนการเข้าร่วมโครงการ ทำการตรวจสภาพช่อง

ปากของอาสาสมัคร และบันทึกข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร จากนั้นทำการแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแสดงด้วยแผนภาพ (Consort flow diagram) (รูปที่ 1) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ใช้การจับสลากเพียงครั้งเดียว อาสาสมัครกลุ่มที่จับสลากได้เลข 1 รอบที่หนึ่งได้รับเจลพวยاخและรอบที่สองได้รับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน อาสาสมัครกลุ่มที่จับสลากได้เลข 2 รอบที่หนึ่งได้รับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน รอบที่สองได้รับเจลพวยاخ ระหว่างรอบของการรับสารทดสอบกำหนดให้เว้นช่วง 2 สัปดาห์ และในระหว่างนี้อาสาสมัครงดการใช้น้ำยาบ้วนปากทุกชนิด และสามารถรับประทานอาหารได้ตามปกติ



รูปที่ 1 แผนภาพการเก็บข้อมูลอาสาสมัคร

Figure 1 Consort flow diagram

สารทดสอบและความเข้มข้น เจลพญายอความเข้มข้นร้อยละ 4 น้ำหนักต่อปริมาตร (หน่วยผลิตยา แผนกเภสัชกรรม โรงพยาบาลมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม) และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 น้ำหนักต่อปริมาตร (บริษัทไทยเมจิฟาร์มาชีฟเคิล จำกัด กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย) ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ในการรักษาทางทันตกรรม

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำลาย ก่อนการเก็บตัวอย่างให้อาสาสมัครงดการรับประทานอาหาร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นให้อาสาสมัครแต่ละรายบ้วนน้ำลายโดยไม่มีการกระตุ้นเป็นเวลา 1 นาที ลงในภาชนะที่ปราศจากเชื้อ และปิดฝาให้สนิท

วิธีการเก็บตัวอย่างคราบจุลินทรีย์ ผู้วิจัยทำการเก็บคราบจุลินทรีย์โดยใช้ไม้จิ้มฟันเก็บคราบจุลินทรีย์ที่ด้านประชิดของฟันซี่ 16 11 26 36 31 และ 46 เพื่อเป็นตัวแทนของฟันในแต่ละส่วน (Sextant) ของช่องปาก ใส่ลงในภาชนะที่ปราศจากเชื้อบรรจุสารละลายฟอสเฟตปริมาตร 1 มิลลิลิตร และปิดฝาให้สนิท

วิธีการให้สารทดสอบ ในระหว่างการเก็บตัวอย่างให้อาสาสมัครดื่มน้ำ อาหารหรือเครื่องดื่มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากได้รับสารทดสอบแต่ละชนิด ซึ่งมีวิธีการให้ดังต่อไปนี้

รอบที่ 1 กลุ่มเจลพญายอ ผู้วิจัยทาเจลพญายอ ความเข้มข้นร้อยละ 4 น้ำหนักต่อปริมาตรซึ่งชุบด้วยไม้จิ้มฟันสำลี ทาให้ครอบคลุมผิวฟันทุกด้านจนครบทุกซี่ แล้วเริ่มจับเวลา และกลุ่มน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ผู้วิจัยจัดเตรียมสารทดสอบไว้ 30 มิลลิลิตร ในภาชนะที่อบนึ่งฆ่าเชื้อแล้วให้อาสาสมัครอมกลั้วเป็นระยะเวลา 1 นาที แล้วบ้วนทิ้ง (ไม่กลั้วด้วยน้ำ) แล้วเริ่มจับเวลา

ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ ก่อนได้รับสารทดสอบ และทำการเก็บตัวอย่างอีก 2 ครั้งเมื่อครบเวลา 30 นาทีและ 2 ชั่วโมง หลังจากได้รับสารทดสอบตัวอย่างจัดเก็บโดยใช้รหัสและปกปิดข้อมูลของอาสาสมัคร เก็บในกล่องเก็บความเย็นและนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

รอบที่ 2 หลังจากการทดลองรอบที่ 1 ห่างกัน 2 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับเจลพญายอ จะเปลี่ยนเป็นได้รับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน และกลุ่มที่ได้รับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน จะได้รับเจลพญายอ จากนั้นทำการทดสอบและเก็บตัวอย่างน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ก่อนได้รับสารทดสอบ และทำการเก็บตัวอย่างอีก 2 ครั้งเมื่อครบเวลา 30 นาทีและ 2 ชั่วโมงหลังจากได้รับสารทดสอบเช่นเดียวกับรอบที่ 1 ในการเก็บน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ทำโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว

วิธีการหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลาย ตัวอย่างน้ำลายนำมาเจือจางด้วยสารละลายฟอสเฟต (pH 7.4) โดยวิธีการเจือจาง 10 เท่า ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex genie 2 Scientific Industries, America) หยดสารละลายที่เจือจางแล้วปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อเบร็นฮาร์ทอนฟิวชันอะการ์ (Brain heart infusion agar; BHI agar (HiMedia Laboratories, Mumbai, Maharashtra, India)) ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ 5 ตำแหน่ง (ปรับจากการศึกษาของ Owittayakul D และคณะ)⁷ จากนั้นนำเข้าตู้อบเลี้ยงเชื้อ (Binder® Tuttlingen, Germany) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาหาค่าเชิงปริมาณโดยการนับจำนวนโคโลนีเชื้อแบคทีเรียทุกโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar ทั้ง 5 ตำแหน่งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร

วิธีการหาปริมาณเชื้อมีวแทนส์ สเตรีปโตคอคไคในคราบจุลินทรีย์ นำคราบจุลินทรีย์ที่ได้ไปเจือจางด้วยสารละลายฟอสเฟต 10 เท่า นำสารละลายเจือจางแล้วจำนวน 10 ไมโครลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อไมดิสซาลิวาเรียสเบซิทราซินอะการ์ (Mitis salivarius bacitracin agar; MSB agar (HiMedia Laboratories, Mumbai, Maharashtra, India) ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ 5 ตำแหน่ง (ปรับจากการศึกษาของ Owittayakul D และคณะ)⁷ จากนั้นนำเข้าตู้อบเลี้ยงเชื้อเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อที่ปรากฏในอาหารเลี้ยงเชื้อ MSB agar เป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร โดยโคโลนีของเชื้อมีวแทนส์ สเตรีปโตคอคไคที่ปรากฏในอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีลักษณะโคโลนีรูปร่างกลม เกาะรวมกันเป็นกลุ่มๆ และมีสีน้ำตาล นับทั้ง 5 ตำแหน่ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร

การสอบถามความพึงพอใจ หลังจากได้รับสารทดสอบในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยขอให้อาสาสมัครตอบแบบสำรวจและสอบถามความพึงพอใจต่อสารทดสอบ เพื่อประเมินความพึงพอใจในกลุ่ม รสชาติ สี ความรู้สึกสะอาดหลังจากใช้สารทดสอบ และความสนใจใช้ในอนาคต โดยกำหนดค่าน้ำหนักของระดับความพึงพอใจ คือ คะแนน 5 4 3 2 และ 1 หมายถึงมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ ข้อมูลสามารถแปลความความหมายของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจได้ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ 4.51-5.00, 3.51-4.50, 2.51-3.50, 1.51-2.50 และต่ำกว่า 1.50 หมายถึงมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุดตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลข้อมูลในรูปแบบของค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อเปรียบเทียบผลต่างของปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายและเชื้อมีวแทนส์ สเตอริปโตคอคไคที่สุ่มได้จากช่องปากของอาสาสมัครก่อนและหลังใช้สารทดสอบ ด้วยสถิติ Two way repeated measure ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละคู่ด้วยสถิติ Bonferroni Test และเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อการใช้สารทดสอบด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Rank Test โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 22 (IBM Corp. Armonk, New York, USA)

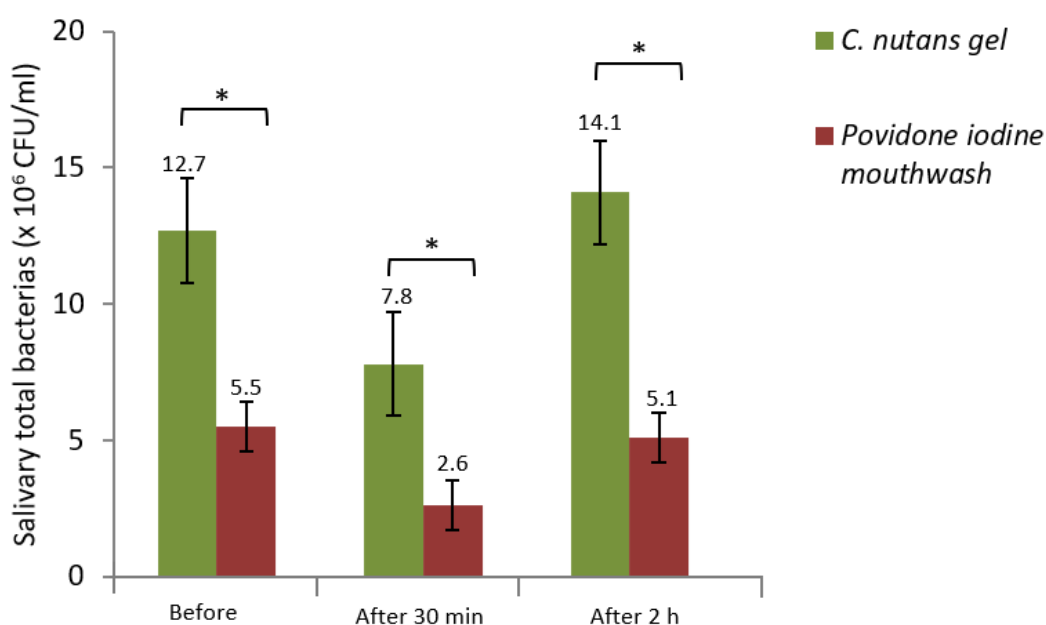
ผล

ข้อมูลของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 30 คน เป็นเพศชาย 9 คน (ร้อยละ 30) และเพศหญิง 21 คน (ร้อยละ 70) อายุเฉลี่ย 22.5 ปี (ช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี)

ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำลาย เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายก่อนการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดกับภายหลังการใช้เป็นเวลา 30 นาที พบว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน สามารถช่วยลดเชื้อ

แบคทีเรียลงได้ ร้อยละ 52.7 โดยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียคงเหลือเท่ากับ $2.6 \pm 3.6 \times 10^6$ โคโลนีต่อมิลลิเมตร ในขณะที่เจลพวยสามารถช่วยลดเชื้อแบคทีเรียลงได้ร้อยละ 38.6 โดยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียคงเหลือเท่ากับ $7.8 \pm 7.1 \times 10^6$ โคโลนีต่อมิลลิเมตร แต่ภายหลังการใช้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียมีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยภายหลังการใช้ น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียเท่ากับ $5.1 \pm 5.7 \times 10^6$ โคโลนีต่อมิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 92.7 และเจลพวยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียเท่ากับ $14.1 \pm 13.4 \times 10^6$ โคโลนีต่อมิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 111 (รูปที่ 2)

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่าสารทดสอบและเวลาที่ใช้มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายมีค่าแตกต่างกัน ($p < 0.001$) เมื่อพิจารณาเวลาในการลดเชื้อแบคทีเรียของสารทดสอบทั้งสองชนิดพบว่า ภายหลังการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดเป็นเวลา 30 นาทีสามารถลดเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าหลังการใช้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ($p < 0.05$) และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนสามารถลดเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าเจลพวย ภายหลังการใช้เป็นเวลา 30 นาที และ 2 ชั่วโมง ($p < 0.001$) (รูปที่ 2)



* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$

* Statistically significant difference at $p < 0.001$

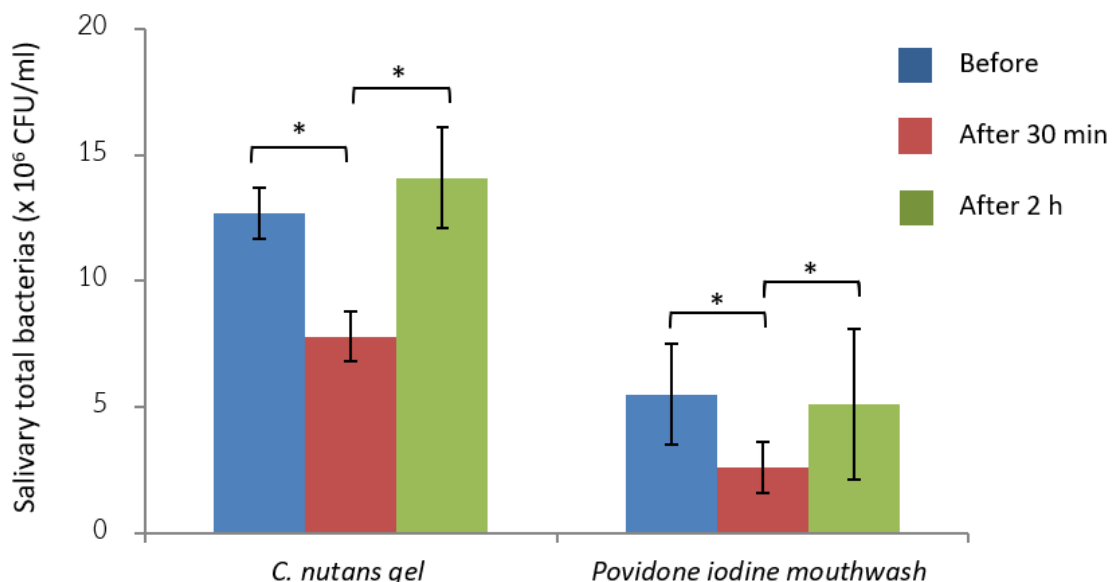
รูปที่ 2 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายก่อนและหลังใช้เจลพวย และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน จำแนกตามเวลา
Figure 2 Bar chart illustrating the means of salivary total bacteria before and after applying *C. nutans* gel and povidone iodine mouthwash categorized by time.

เมื่อพิจารณาสารทดสอบทั้งสองชนิดในแต่ละช่วงเวลาการใช้พบว่าภายหลังใช้เป็นเวลา 30 นาที สารทดสอบทั้งสองชนิดสามารถลดเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายได้แตกต่างจากระยะเวลาเริ่มต้นและภายหลังการใช้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนใช้และหลังใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดที่เวลา 30 นาทีพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.003$) แต่หลังจากการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนและหลังใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดที่เวลา 2 ชั่วโมง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.740$) (รูปที่ 3)

ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค ในคราบจุลินทรีย์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความสามารถในการลดเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค จากการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันโดยภายหลังการใช้เจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค ที่เวลา 30 นาทีเทียบกับเวลาเริ่มต้นมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย โดยภายหลังการใช้เจลพญายอมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเท่ากับ $10.4 \pm 9.6 \times 10^5$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ลดลงเพียงร้อยละ 4.6 และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มี

ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเท่ากับ $7.4 \pm 9.7 \times 10^5$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ลดลงเพียงร้อยละ 12.5 ส่วนภายหลังการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีแนวโน้มการลดลงของเชื้อเพิ่มขึ้น โดยเจลพญายอมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเท่ากับ $9.0 \pm 8.3 \times 10^5$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ลดลงร้อยละ 17.2 และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อเท่ากับ $6.6 \pm 7.7 \times 10^5$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ลดลงร้อยละ 22.5

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่าสารทดสอบและเวลาที่ใช้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.217$) และเมื่อเปรียบเทียบภายหลังการใช้ 30 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค ก่อนและหลังใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.439$) (ตารางที่ 1) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค ก่อนใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดและหลังใช้ 2 ชั่วโมง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.076$) เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังการใช้เจลพญายอ และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน เป็นเวลา 30 นาที และ 2 ชั่วโมง พบว่าปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคโค มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง



* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

* Statistically significant difference at $p < 0.05$

รูปที่ 3 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายก่อนและหลังใช้ 30 นาทีและ 2 ชั่วโมง จำแนกตามชนิดของสารทดสอบ
Figure 3 Bar chart illustrating the means of salivary total bacteria before and after 30 min and 2 h categorized by substance.

ความพึงพอใจของอาสาสมัคร เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจแต่ละด้านของเจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน พบว่า ด้านกลิ่นและสีของเจลพญายอให้ความพึงพอใจมากกว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน โดยด้านกลิ่นของเจลพญายอมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่ามัธยฐาน 4.0 คะแนน) และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่ามัธยฐาน 4.0 คะแนน) เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.033$) สำหรับด้านสีของเจลพญายอมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่ามัธยฐาน 4.5 คะแนน) และน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง (ค่ามัธยฐาน 3.0 คะแนน) เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) (ตารางที่ 2)

ด้านรสชาติของเจลพญายอมีความพึงพอใจมากกว่า (ค่ามัธยฐาน 4.0 คะแนน) น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน (ค่ามัธยฐาน 3.5 คะแนน) แต่เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.549$) ส่วนด้านความรู้สึกในการอยากใช้ในระยะเวลาของเจลพญายอและ

น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง (ค่ามัธยฐาน 3.0 คะแนน) เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.299$)

ด้านความสะดวกที่รู้สึกหลังจากใช้สารทดสอบของเจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน พบว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ให้ความรู้สึกสะดวกกว่า (ค่ามัธยฐาน 4.5 คะแนน) เจลพญายอ (ค่ามัธยฐาน 4.0 คะแนน) เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.007$)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากอาสาสมัครหลังจากการใช้เจลพญายอดังนี้คือ เจลพญายอได้รับการแต่งกลิ่นเมนทอลหรือโบมินต์ ทำให้กลบกลิ่นของพญายอได้จึงรู้สึกสัมผัสดีขึ้นทำให้ใช้งานได้ง่าย แต่มีอาสาสมัครเสนอแนะว่าเจลพญายอควรมีลักษณะเป็นเนื้อเจลที่เหลวหรือเป็นสารละลาย เพื่อให้ไหลง่ายใช้ในการกลั้วปากได้ทั่วถึงและทำให้อยากใช้มากขึ้น อีกทั้งการทาต้องอาศัยบุคคลอื่นจึงจะทั่วถึง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อมีวแทนส์ สเตรปโตคอคไค ในคราบจุลินทรีย์ก่อนใช้เจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน และหลังใช้ 30 นาที และ 2 ชั่วโมง

Table 1 Mean of mutans streptococci in plaque before applying *C. nutans* gel and povidone iodine mouthwash and after 30 min and 2 h

Substance	Mean of total mutans streptococci ($\times 10^5$ CFU/ml) (Mean $\pm$ SD)		
	Before	After 30 min	After 2 h
<i>C. nutans</i> gel	10.91 $\pm$ 8.68	10.41 $\pm$ 9.62	9.03 $\pm$ 8.31
Povidone iodine mouthwash	8.48 $\pm$ 8.20	7.38 $\pm$ 9.67	6.57 $\pm$ 7.72

Means of mutans streptococci not significantly different ($p>0.05$) between the two different substances and three different times.

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของอาสาสมัครระหว่างการใช้เจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน

Table 2 The satisfaction of the volunteers between the use of *C. nutans* gel and Povidone iodine mouthwash

Satisfaction	Median (Q1, Q3)		P-value
	<i>C. nutans</i> gel	Povidone iodine mouthwash	
Smell	4.0 (4,5)	4.0 (3,4)	0.033*
Taste	4.0 (3,5)	3.5 (3,4.25)	0.549
Color	4.5 (4,5)	3.0 (3,5)	0.002*
Cleanliness	4.0 (3,4)	4.5 (4,5)	0.007*
Feeling use for a long time	3.0 (3,4)	3.0 (3,5)	0.299

* Statistically significant difference at $p<0.05$

บทวิจารณ์

จากผลการทดสอบฤทธิ์ของเจลพญาอในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายเทียบกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน พบว่ามีฤทธิ์ในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายได้ดีกว่าเจลพญาอในทุกช่วงเวลา ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าสารไอโอดีนสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียได้อย่างรวดเร็ว เกิดการรบกวนการทำงานของโปรตีน รวมทั้งกรดนิวคลีอิกของแบคทีเรีย¹⁷ รวมทั้งความแตกต่างของรูปแบบสารละลายที่เหลวกับเจลที่ข้นหนืด สารละลายที่ทำเป็นน้ำยาบ้วนปากมีการชะล้างได้ทั่วถึงทั้งช่องปาก ในขณะที่เจลเป็นการใช้ป้ายเฉพาะที่ไม่สามารถชะล้างได้ทั่วถึงทั้งช่องปาก และรูปแบบของเจลที่มีความหนืดมาก ทำให้เคลือบหรือประชิดเนื้อฟันได้ไม่ดีเท่ากับสารละลาย จึงอาจทำให้มีการสัมผัสกับเชื้อแบคทีเรียไม่ทั่วถึง ส่งผลให้การฆ่าเชื้อไม่ดีเท่ารูปแบบสารละลาย

เมื่อเทียบกับข้อมูลจากการศึกษาทางห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนและสอดคล้องกันของ Ah-Reum และคณะ พบว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีฤทธิ์ช่วยลดเชื้อแบคทีเรียในช่องปากได้¹⁷ และ Andisetyanto และคณะ พบว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ลดการเกิดฟันผุ²⁰ รวมทั้งการศึกษาในห้องปฏิบัติการของโชติกาและคณะ พบว่าน้ำยาบ้วนปากพญาอยับยั้งเชื้อในช่องปาก เช่น เชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ และเชื้อสแตปฟีโลค็อกคัส ออเรียสได้¹⁰ โดยองค์ประกอบของสารสำคัญของพญาอเป็นสารเคอควิทิน (Quercetin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ สามารถลดการยึดเกาะและรวมกลุ่มกันของเชื้อแบคทีเรียในช่องปาก⁴ แต่อย่างไรก็ตามน้ำยาบ้วนปากพญาอมีส่วนประกอบของสารสกัดโดยใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำและกลีเซอริน ทำให้มีกลิ่นของสารสกัด อีกทั้งยังมีตะกอนจากสารสกัดที่ไม่ละลายในสารละลาย รวมถึงการยึดเกาะเชื้อเมือกในช่องปากไม่ได้ดี ทำให้ต้องใช้บ่อย จึงได้มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเจลเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

สำหรับเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคคัส ที่เป็นเชื้อสำคัญในการก่อโรคฟันผุ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความสามารถในการลดเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคคัสของเจลพญาอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.217$) โดยเฉพาะภายหลังการใช้ 30 นาที สารทดสอบทั้งสองชนิดมีความสามารถในการลดลงของเชื้อได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Ah-Reum และคณะ พบว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนลด

ปริมาณเชื้อสเตรีปโตคอคคัสมิวแทนส์มากที่สุด¹⁷ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ภายหลังการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ความสามารถของสารทดสอบทั้งสองชนิดมีแนวโน้มในการลดเชื้อเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะความสามารถในการซึมผ่านของสารทดสอบเข้าสู่ผนังเซลล์ต้องการเวลาในการสัมผัสที่ยาวนานขึ้น ซึ่งบริเวณกราบจุลินทรีย์ มีส่วนประกอบเป็นโปรตีนที่สามารถยึดจับกับสารต่าง ๆ ได้ดี¹ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Ayudhya และคณะ พบว่าพญาอที่สกัดด้วยตัวทำละลายคลอโรฟอร์มและได้สารบริสุทธิ์ เป็น เพอร์ฟิวรีนเอธินฟิลาเทสเทอร์ ไม่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสเตรีปโตคอคคัสมิวแทนส์ได้ แต่ลดการสร้างไบโอฟิล์มได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁴ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ว่าเจลพญาอความเข้มข้นร้อยละ 4 น้ำหนักต่อปริมาตร สามารถลดปริมาณเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคคัส ได้เล็กน้อย อย่างไรก็ตามการศึกษานี้พบว่าความสามารถในการลดเชื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสที่นานขึ้น ดังนั้นในการศึกษาต่อไปอาจใช้เจลพญาอที่มีความเข้มข้นมากขึ้น รวมทั้งรูปแบบการสัมผัสที่ให้สารคงตัวอยู่ในช่องปากให้ยาวนานขึ้น เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดเชื้อมิวแทนส์ สเตรีปโตคอคคัส และความสามารถในการลดการสร้างไบโอฟิล์ม

คณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ (2556)⁹ ได้จัดให้พญาอเป็นหนึ่งในกลุ่มยาพัฒนาจากสมุนไพรและมีความปลอดภัย สอดคล้องกับหลายการศึกษา เช่น ราชพรและคณะ¹² ณัฐธยาน์ และคณะ¹³ และ Amsri และคณะ¹¹ ดังนั้น เจลพญาออาจนำมาใช้เพื่อควบคุมเชื้อแบคทีเรียในช่องปากแทนการใช้ยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนที่มีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น ไม่เหมาะกับผู้ที่แพ้อาหารทะเล หรือผู้ป่วยไตโรค หรือการมีสีน้ำตาลเข้ม รสชาติและกลิ่นเหมือนเมนทอล และหากใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนปริมาณมากจะเกิดพิษเฉียบพลัน²²

เมื่อศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนและเจลพญาอในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลาย พบว่าภายหลังใช้ 30 นาที มีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายลดลงจากการใช้สารทดสอบทั้งสองชนิด แต่ภายหลังการใช้ 2 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายมีแนวโน้มกลับเท่าเดิม ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าน้ำลายมีส่วนในการชะล้างสารทดสอบ ทำให้ความเข้มข้นของสารทดสอบลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจึงลดลง ดังนั้นการใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนหรือเจลพญาอในระหว่างทำหัตถการทางทันตกรรมควร

คำนึงถึงระยะเวลาที่ยังคงฤทธิ์และควรมีการใช้ตามระยะเวลาที่กำหนด แม้ว่าผลการศึกษายาจะขัดแย้งกับการศึกษาของ Wannachot พบว่า น้ำยาบ้วนปากสมุนไพรสามารถลดปริมาณสเตอริปโตคอคคัสมีวแทนส์ ได้ตั้งแต่ 30 วินาที และลดได้มากขึ้นที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง³ ในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าภายหลังจากใช้งาน 2 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียในน้ำลายสามารถกลับมาได้ในระดับเท่าเดิม ดังนั้น สารทดสอบทั้งสองชนิดจึงไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมในช่องปากเปลี่ยนแปลงและมีความปลอดภัยหากใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และในการศึกษาต่อไปอาจพิจารณาเก็บสารตัวอย่างในหลายช่วงเวลาเพิ่มขึ้นเพื่อดูระยะเวลาที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของเจลพญายอ รวมทั้งเลือกเวลาที่เหมาะสมในการใช้เจลพญายอ

นอกจากนี้ในผู้ป่วยมะเร็งช่องปากที่ได้รับการฉายแสง ทำให้เกิดภาวะปากแห้ง ร่วมกับเกิดการอักเสบของเยื่อช่องปาก ส่งผลให้เกิดฟันผุได้ง่ายขึ้น ในผู้ป่วยดังกล่าวจึงมีการแนะนำให้ใช้กลีเซอรินพญายออย่างต่อเนื่องเพื่อลดการอักเสบในช่องปาก¹³ และลักษณะของเนื้อสารทำให้มีความคงอยู่ในช่องปากได้นาน จึงไม่ต้องทาบ่อย ๆ ดังนั้นหากมีการใช้เจลพญายออย่างต่อเนื่อง อาจมีส่วนช่วยในการลดลงของเชื้อมีวแทนส์ สเตอริปโตคอคโค ที่เป็นตัวการสำคัญในการก่อโรคฟันผุในผู้ป่วยมะเร็งช่องปากได้อีกด้วย

การศึกษาความพึงพอใจของอาสาสมัครในการใช้เจลพญายอกับน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน พบว่า ความพึงพอใจต่อเจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านกลิ่น ด้านสี และด้านความสะดวกที่รู้สึกหลังจากใช้ โดยเจลพญายอมีความพึงพอใจด้านกลิ่นและด้านสีมากกว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Amsri และคณะพบว่า เจลพญายอเป็นที่ยอมรับได้ทั้งด้านกลิ่นและรสชาติ¹¹ และสอดคล้องกับการศึกษาของฉันทะนัน และคณะ พบว่าผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับยาเคมีบำบัดพึงพอใจในการใช้กลีเซอรินพญายอในระดับมาก¹³ และในด้านความสะดวกที่รู้สึกหลังจากใช้น้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนให้ความรู้สึกที่ดีกว่าเจลพญายอ อาจเนื่องมาจากลักษณะเนื้อสารที่ต่างกัน เจลพญายอมีความหนืด เกาะตัวเป็นก้อน มีความคงตัวและการคงกลิ่นในช่องปากได้ไม่นาน ดังนั้นในการศึกษาต่อไป ควรปรับปรุงลักษณะเนื้อเจลให้มีความหนืดน้อยลง เปลี่ยนเป็นเจลเหลวใสที่ยังคงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อและคงตัวในช่องปากได้ดี

ในส่วนของความพึงพอใจด้านรสชาติและด้านความรู้สึกในการอยากใช้ในระยะยาวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเจลพญายอและน้ำยา

บ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน มีรสชาติและกลิ่นเมนทอลเช่นเดียวกัน^{11,22} และมีข้อเสนอแนะจากอาสาสมัครบางส่วนให้ความเห็นว่าเจลพญายอมีลักษณะเป็นเจล ใช้งานยาก ไม่สบายช่องปาก รวมทั้งน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนเป็นสารละลายสีน้ำตาลเข้ม มีรสชาติไม่พึงประสงค์เหมือนโลหะ²² จึงอาจทำให้ความพึงพอใจด้านรสชาติและด้านความรู้สึกในการอยากใช้ในระยะยาวไม่แตกต่างกัน

จากข้อเสนอแนะจากอาสาสมัคร เจลพญายอควรมีลักษณะเป็นเนื้อเจลที่เหลวหรือเป็นสารละลาย เพื่อให้ใช้ได้ง่ายในการกลั้วปากได้ทั่วถึงและทำให้อยากใช้มากขึ้น อีกทั้งการทาต้องอาศัยบุคคลอื่นจึงจะทั่วถึง ในการศึกษาต่อไปนี้อาจพิจารณาใช้เป็นอุปกรณ์กดพิมพ์ปากสำหรับใส่เจลเพื่อให้เจลสัมผัสผิวฟันได้อย่างทั่วถึงมากขึ้น และสามารถทำด้วยตนเองได้ง่าย

บทสรุป

เจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายและคงอยู่ได้เป็นเวลา 30 นาที เจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนมีความสามารถในการลดเชื้อมีวแทนส์ สเตอริปโตคอคโค ที่เก็บจากคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันได้ไม่แตกต่างกัน

เจลพญายอให้ความพึงพอใจด้านกลิ่นและสีดีกว่าน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน ส่วนด้านรสชาติและด้านความรู้สึกในการอยากใช้ในระยะยาว ทั้งเจลพญายอและน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนให้ความพึงพอใจเท่า ๆ กัน แต่อย่างไรก็ตามด้านความสะดวกที่รู้สึกหลังจากใช้สารทดสอบน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีนให้ความพึงพอใจมากกว่าเจลพญายอ ดังนั้นเจลพญายอน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในช่องปาก และลดข้อจำกัดด้านสีและกลิ่นของน้ำยาบ้วนปากโพวิโดน ไอโอดีน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภก.จิตติพงศ์ อ่ำศรี เกษตรกร โรงพยาบาลมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์เจลพญายอสูตรปรับปรุง ขอขอบคุณนางปรดา เพชรสูง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัยที่ให้คำชี้แนะในการใช้ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนวิจัยและอนุเคราะห์สถานที่ และขอขอบคุณอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Seminario A, Broukal Z, vancakova R. Mutans streptococci and the development of dental plaque. Prague Med Rep 2005;106(4):349-58.
2. Mohammed TA, Weli AT. Effect of ginger extract on mutans streptococci in comparison to chlorhexidine gluconate J Bagh Coll Dent 2013;25(2):179-84.
3. Wannachot J. Development and evaluation of herbal mouthwash formula against *Streptococcus mutans* [dissertation]. Mahasarakham (MSU): Mahasarakham University; 2015.
4. Junsawang W, Piwngern T. Plaque reduction of *Psidium guajava* leaf mouthwash in diabetic patients. Isan J Pharm Sci 2019;15(3):95-103.
5. Owittayakul D, Palee K, Khongkhunthian S, Wanachantararak P. Effect of coconut oil on salivary total bacterial and *Streptococcus mutans* counts. CM Dent J 2018;39(1):75-84.
6. Shrimathi S, Kemparaj U, Umesh S, Karuppaiah M, Pandian P, Krishnaveni A. Comparative evaluation of cocoa bean husk, ginger and chlorhexidine mouthwashes in the reduction of *Streptococcus mutans* and Lactobacillus count in saliva: A randomized controlled trial. Cureus 2019;11(6):e4986.
7. Agarwal P, Nagesh L. Comparative evaluation of efficacy of 0.2% Chlorhexidine, Listerine and Tulsi extract mouth rinses on salivary *Streptococcus mutans* count of high school children RCT. Contemp Clin Trials 2011;32(6):802-8.
8. Sawatdichai C, Im-iam S. *Clinacanthus nutans*. J Prapokklao Hosp Clin Med Educat Center 2018;35(1):106-10.
9. National List of Essential Medicines 2013: Bangkok [updated 2020 July 16; cited 2021 Jul 9] Available from: <http://kpo.moph.go.th/webkpo/tool/Thaimed2555.pdf>.
10. Boonlong C, Chantarsuwanich N, Setakana P, Tarasawaeng S, Chongtrakulsiri S. Development of *Clinacanthus nutans* mouthwash recipe. FDA Journal 2006;13(1):27-34.
11. Amsri T, Pratheepavanit NJ, Priprem A. Oral liquid preparation of *Clinacanthus nutans*: Formulation. Srinagarind Med J 2017;32(suppl4):78-85.
12. Srichan R, Korsuwannawong S, Mala S. Evaluation of the proliferative and cell migration effect of *Clinacanthus nutans* powder on human gingival fibroblast cell line. Mahidol Dent J 2015;35(3):300-10.
13. Chabuakam N, Putwatana P, Junda T. The Effects of the oral self care program with *Clinacanthus nutans* and *Gynura procumbens* on chemotherapy related oral mucositis in patients with cancer. Rama Nurs J 2014;20(2):145-62.
14. Ayudhya TDN, Koontongkaew S, Roeslan MO, Yingyongnarongkul BE. Anti-biofilm, nitric oxide inhibition and wound healing potential of purpurin-18 phytyl ester isolated from *Clinacanthus nutans* leaves. Biomed Pharmacother 2019;113:108724.
15. Clinical practice guideline in the epidemic situation COVID-19: Bangkok [updated 2020 Jul 7; cited 2021 Jul 9] Available form: <https://www.royalthaident.org/source/announce/2563/ประกาศทันตกรรม%20COVID-19.pdf>.
16. Bidra AS, Brown SM, Frank S, Pelletier JS, Tessema B, Westover JB. Rapid *in-vitro* inactivation of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) using povidone-iodine oral antiseptic rinse. J Prosthodont 2020;29(6):529-33.
17. Ah-Reum S, Seoul-Hee N. The effects of various mouthwashes on the oral environment change for oral health care. Biomed Res 2018;29(8):1724-9.
18. Choudhary P, Kaur M, Shah S, Trivedi K, Venkataraghavan K. Effectiveness of a new generation anticavity mouthwash on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* count: A microbiological study. World J Dent 2014;5(3):152-6.
19. Evans A, Leishman SJ, Seow WK, Walsh LJ. Inhibitory effects of antiseptic mouthrinses on *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* and *Lactobacillus acidophilus*. Aust Dent J 2015;60(2):247-54.
20. Andisetyanto P, Herdiyati Y, Prastuti D, Riyanti E. Stop caries with povidone iodine. Inter J Sci Res 2015; 4(5):342-5.

21. Nakagawa Y, Shiraishi T. Evaluation of the bactericidal activity of povidone-iodine and commercially available gargle preparations. *Dermatology* 2002;204(Suppl 1): 37-41.
22. Ader AW, Paul TL, Reinhardt W, Safran M, Pino S, McArthur W, et al. Effect of mouth rinsing with two polyvinylpyrrolidone-Iodine mixtures on iodine absorption and thyroid function. *J Clin Endocrinol Metab* 1988; 66(3):632-5.

ผู้รับผิดชอบบทความ

อารียา รัตนทองคำ

123/69 บ้านพักมหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 089 840 9379

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : ariya@kku.ac.th

Comparative Study of *Clinacanthus nutans* Gel and Povidone Iodine Mouthwash in The Reduction of Salivary Total Bacteria and *Mutans Streptococci*

Rattanathongkom A* Priprem A** Chatchiwiwatana S* Boonlert T* Hengtrakul P* Nimaeh N***

Abstract

Clinacanthus nutans (*C. nutans*) is one of the herbal plants which has been developed into a gel for reducing inflammation in oral cavity. This study intended to compare the effect of *C. nutans* gel on salivary total bacterial and mutans streptococci, one of the common pathogens in oral cavity, using a solution of povidone iodine mouthwash as the standard treatment. Each volunteer ($n=30$), participated in a cross-over design study, received *C. nutans* gel and povidone iodine mouthwash with a 2-week washout. Saliva and plaque swab from the oral cavity of each volunteer were sampled at initial, followed by 30 minutes and 2 hours after each treatment, incubated for 24 and 48 hours. Comparisons between *C. nutans* gel, applied onto the tooth surface, and povidone iodine mouthwash, rinsed throughout the oral cavity, indicated that povidone iodine mouthwash was significantly reduced salivary total bacteria better than *C. nutans* gel at 30 minutes after treatment ($p=0.003$), but insignificance after 2 hours ($p=0.740$). The average colony counts of mutans streptococci from plaque samples were insignificantly reduced after 30 minutes and 2 hours-treatment by *C. nutans* gel or povidone iodine mouthwash ($p=0.439$ and $p=0.076$, respectively). The smell and color of *C. nutans* gel obtained higher satisfaction scores than those of povidone iodine mouthwash ($p<0.05$). Although higher satisfaction in the taste of *C. nutans* gel than that of the mouthwash was obtained, this difference was insignificant ($p>0.05$). The sensation of cleanliness after use was expectedly significantly higher with povidone iodine mouthwash ($p<0.05$). In conclusion, *C. nutans* gel may be an alternative to control the growth of bacteria in the oral cavity.

Keywords: *Clinacanthus nutans*/ *Mutans streptococci*/ Povidone iodine mouthwash/ Satisfaction

Corresponding Author

Ariya Rattanathongkom
123/69 Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel. : +66 89 840 9379
Fax. : +66 43 202 862
Email : ariya@kku.ac.th

* Private Dental Practice.

** Faculty of Pharmacy, Maha Sarakham University, Amphur Kantarawichai, Mahasarakham.

*** Dental Department, Narathiwat Hospital, Amphur Muang, Naathiwat.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นกับเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานในการลดปริมาณละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมแบบเปิด

เฉลิมขวัญ ภู่วรรณ* ชิดรัตน์ สุขสวัสดิ์** กมนนัทธ์ คงกาเพชร**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดจำนวนละอองฝอยที่เกิดจากกระบวนการทางทันตกรรมในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดภายใต้สภาวะแบบต่างๆ การศึกษานี้จัดรูปแบบที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ แบบที่ 2 ใช้เครื่องกรองอากาศแบบแขวนเพดาน และแบบที่ 3 ใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น ในการทดสอบจะใช้ยูนิตทำฟันจำนวน 6 ยูนิต ซึ่งติดตั้งเป็นกลุ่มในพื้นที่เดียวกัน (เบย์) ภายในคลินิกทันตกรรมแบบเปิด แต่ละยูนิตทำฟันประกอบด้วยหัวหุ่นจำลอง ทำการกรอฟันซี่กลางบนด้านขวาเป็นลักษณะโพรงฟันแบบคลาสสิค ตรวจสอบจำนวนละอองฝอยขนาด 0.5 ไมครอน และ 1.0 ไมครอน ด้วยเครื่องนับอนุภาค Aerocet 531s โดยนับจำนวนละอองฝอย 4 ตำแหน่งโดยรอบเบย์ บันทึกจำนวนละอองฝอยทั้งหมด 6 ครั้ง โดยครั้งแรกก่อนเริ่มกรอฟัน และระหว่างกรอฟันนาที่ที่ 1 5 10 ทั้งนี้เมื่อกรอฟันครบ 10 นาทีแล้ว หยุดกรอฟันและวัดค่อนาทีที่ 15 และ 20 นำค่าที่วัดได้มาทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยในกลุ่มต่าง ๆ ของแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ เปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยในการทดสอบแบบเดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ผลการทดสอบทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นสามารถช่วยลดจำนวนละอองฝอยรอบเบย์ในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศในนาที่ที่ 1 5 10 15 และ 20 อีกทั้งการใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นยังสามารถช่วยลดจำนวนละอองฝอยได้มากกว่าเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานอย่างมีนัยสำคัญในบางช่วงเวลา

คำิขรหฬ : กรอฟัน/ คลินิกทันตกรรมแบบเปิด/ เครื่องกรองอากาศ/ ละอองฝอย

Received: June 21, 2023

Revised: Oct 17, 2023

Accepted: Nov 02, 2023

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาซาร์โควี (SARS-CoV-2) ซึ่งเป็นไวรัสชนิดอาร์เอ็นเอสายเดี่ยว (Single strand RNA virus) สามารถติดต่อจากคนสู่คนผ่านสารคัดหลั่ง เช่น น้ำมูก น้ำลาย เสมหะ ที่มีเชื้อไวรัสปะปนอยู่ในละอองน้ำ (Droplets) หรือละอองฝอย (Aerosol)¹ ทั้งนี้มีงานทางทันตกรรมหัตถการหลายประเภทที่ก่อให้เกิดละอองน้ำและละอองฝอย (Aerosol generating procedure) เช่น การกรอฟันด้วยด้ามกรอความเร็วสูง (Airator) หรือการดูดหินน้ำลายด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์ เป็นต้น^{2,3} ทำให้โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสร้างความกังวลให้กับวงการทันตกรรมเป็นวงกว้าง เนื่องจากไวรัสโคโรนาซาร์โควีสามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในละอองน้ำและละอองฝอยขนาดเล็ก สร้างโอกาสในการสะสมและแพร่กระจายไวรัสชนิดนี้ในคลินิกทันตกรรมได้ ทั้งนี้ละอองฝอยซึ่งมี

ขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน มีน้ำหนักเบาสามารถลอยลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าละอองน้ำ จึงแพร่กระจายไปได้ไกลกว่า⁴

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานรวมถึงผู้ป่วยที่มารับบริการในคลินิกทันตกรรมในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา คลินิกต่าง ๆ พยายามศึกษาวิธีการป้องกันและลดปริมาณละอองน้ำและละอองฝอยในอากาศอย่างเหมาะสม ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มการหมุนเวียนอากาศ (Air change per hour, ACH) ในคลินิกให้เพียงพอ การใช้เครื่องดูดกำลังสูง (High power suction) การใช้เครื่องดูดนอกปาก (Extraoral suction) และ การใช้เครื่องกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ (High efficiency particulate absorbance/air filter, HEPA filter)⁵⁻⁹ เป็นต้น ซึ่งอาจทำได้ไม่ยากในกรณีที่เป็นคลินิกที่มียูนิตทำฟันเพียงตัวเดียวในห้องปิดขนาดเล็ก ตรงกันข้ามกับโรงพยาบาลหรือคลินิกที่เป็นคลินิก

* สาขาวิชาเอนโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอกองหลวง จังหวัดปทุมธานี

** นักศึกษาทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอกองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ทันตกรรมแบบเปิด (Open plan dental clinic) ที่มีการจัดวางยูนิตทำฟันในระยะใกล้กันจำนวนหลายตัวโดยไม่มีการแบ่งกันเป็นห้อง เช่น คลินิกทันตกรรมของคณะทันตแพทยศาสตร์ ซึ่งการออกแบบลักษณะนี้มีข้อดีในเรื่องการประหยัดพื้นที่และเอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้อาจารย์สามารถนิเทศงานนักศึกษาได้อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตามคลินิกทันตกรรมแบบเปิดซึ่งไม่มีการกั้นระหว่างยูนิตทำฟันแต่ละตัวอย่างสมบูรณ์ อีกทั้งมีการทำหัตถการจำนวนหลายยูนิตพร้อม ๆ กันอาจทำให้การควบคุมจำนวนละอองน้ำและละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมทำได้ยากมากยิ่งขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาเรื่องละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดยังมีจำนวนน้อย^{10,11} อีกทั้งยังไม่เคยมีการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น (Portable air filtration) กับเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดาน (Ceiling type air filtration) ในการลดจำนวนละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดมาก่อน จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ซึ่งสนใจทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศทั้ง 2 แบบ ในคลินิกทันตกรรมแบบเปิด โดยสนใจศึกษาเฉพาะละอองฝอยเนื่องจากเป็นอนุภาคนขนาดเล็กที่มีความสามารถกระจายไปได้ไกลในพื้นที่ขนาดใหญ่ของคลินิกทันตกรรมชนิดนี้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้เลือกใช้เครื่องนับอนุภาค Aerocet 531s particle counter (Met One Instrument Inc, สหรัฐอเมริกา) (รูปที่ 1) ทำการศึกษานี้ทำการทดลองในคลินิกทันตกรรมนักศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นคลินิกทันตกรรมแบบเปิด บริเวณของคลินิกประกอบด้วยยูนิตทำฟันจำนวน 36 ยูนิต ยูนิตทำฟันแต่ละตัวจะมีฉากกั้นขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 3.7 เมตร และสูง 1.2 เมตร โดยมีการจัดวางยูนิตทำฟันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 ยูนิต เรียกว่าเบย์ (Bay) (รูปที่ 2) ติดตั้งเครื่องนับอนุภาคโดยรอบเบย์จำนวน 4 ตำแหน่งดังรูปที่ 3 โดยเครื่องนับอนุภาคมีระยะห่างจากฉากกั้นของเบย์ที่ทดสอบเท่ากับ 3 เมตรในทุกด้าน

ติดตั้งหัวหุ่นจำลอง (Mannequin) (Nissin dental product, ประเทศญี่ปุ่น) จำนวน 6 ตัว บนยูนิตทำฟันทั้ง 6 ยูนิตที่อยู่เบย์เดียวกัน หัวหุ่นจำลองมีการจำลองช่องปากและฟัน โดยให้ผู้ทดลอง 6 คนประจำหัวหุ่นจำลองแต่ละตัวเพื่อกรอฟันซี่กลางบนด้านขวาให้เป็นคลาสสิ (Class III cavity

preparation) ด้วยหัวกรอเพชรทรงกลม (Round diamond bur) โดยด้ามกรอเร็วที่มีน้ำฉีดอย่างต่อเนื่อง และให้ผู้ทำการทดลองอีก 6 คน เป็นผู้ช่วยทำหน้าที่ถือเครื่องดูดกำลังดูดน้ำที่ออกมาจากด้ามกรอ โดยวางปากกระบอกของเครื่องดูดที่ตำแหน่งด้านเพดานปากของฟันซี่กลางบนด้านขวาโดยวางให้ชิดฟันมากที่สุด

เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศทั้ง 2 แบบ การทดลองนี้จึงกำหนดรูปแบบการทดสอบที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ

แบบที่ 2 ใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดาน (PurAir 350C, AAF international, ประเทศไทย) โดยเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานจะติดตั้งอยู่บนเพดาน ที่ระดับความสูงจากพื้น 2.5 เมตร ติดตั้งโดยรอบคลินิกทันตกรรมจำนวน 16 เครื่อง

แบบที่ 3 ใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น (DD1000, DDS Air Sterilizer, ประเทศจีน) จำนวน 1 เครื่อง ต่อ 1 ยูนิตทำฟัน โดยตั้งไว้ที่บริเวณด้านข้างของที่วางเท้าของยูนิต ห่างจากปากของหัวหุ่นจำลองเท่ากับระยะ 1.0 เมตร รวมจำนวน 6 เครื่อง



รูปที่ 1 เครื่องนับอนุภาค Aerocet 531s

Figure 1 Aerocet 531s Particle counter

จุดติดตั้งเครื่องกรองอากาศทั้งสองแบบแสดงให้เห็นในรูปที่ 3 บันทึกจำนวนละอองฝอยด้วยเครื่องนับอนุภาคทั้งหมด 6 ครั้ง โดยครั้งแรกจะวัดละอองฝอยก่อนเริ่มกรอฟัน ครั้งต่อมาวัดขณะกรอฟันเมื่อครบนาทีที่ 1 5 และ นาทีที่ 10 และเมื่อครบนาทีที่ 10 แล้ว ผู้ทดลองทุกคนจะหยุดกรอฟัน พร้อมกับผู้ช่วยวางเครื่องดูดกำลังสูงลงบนแท่นวางเพื่อหยุดการดูดน้ำทันที่ วัดละอองฝอยต่ออีก 2 ครั้ง เมื่อครบนาทีที่ 15 และ นาทีที่ 20

การทดลองทั้ง 3 รูปแบบจะทำในช่วงเวลาที่คลินิกทันตกรรมไม่มีการใช้งาน เพื่อเป็นการควบคุมจำนวนละอองฝอยของหัตถการทางทันตกรรมอื่นๆ จากยูนิตทำฟันข้างเคียง

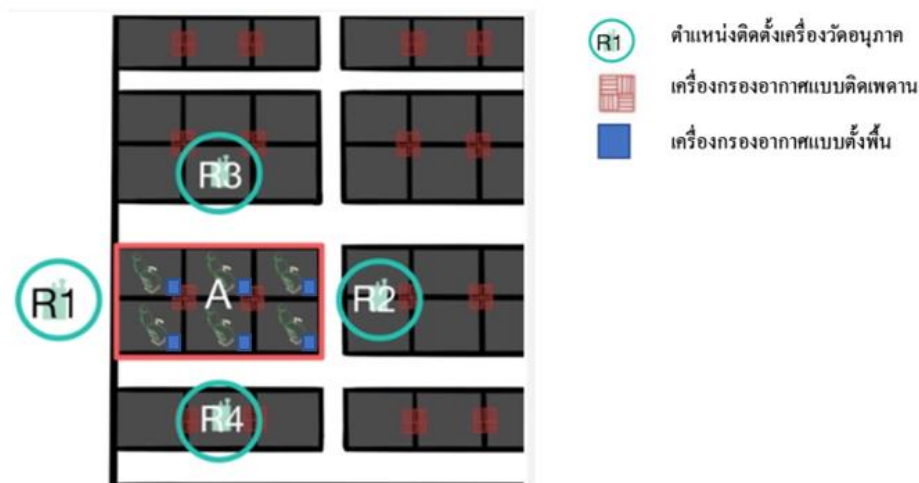
รวมถึงจะทำการทดลองเพียงวันละ 1 รูปแบบเท่านั้น เพื่อให้ค่าละอองฝอยกลับเข้าสู่ปกติก่อนทำการทดลองรูปแบบต่อไป

นำจำนวนละอองฝอยที่วัดได้มาทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยที่ได้จากการทดสอบ 3 ชนิดในแต่ละช่วงเวลา ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และ เปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยในการทดสอบแบบเดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$)



รูปที่ 2 เบย์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยยูนิตทำฟันจำนวน 6 ตัว

Figure 2 Experimental bay with 6 dental units



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงคลินิกทันตกรรมแบบเปิด และตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือ

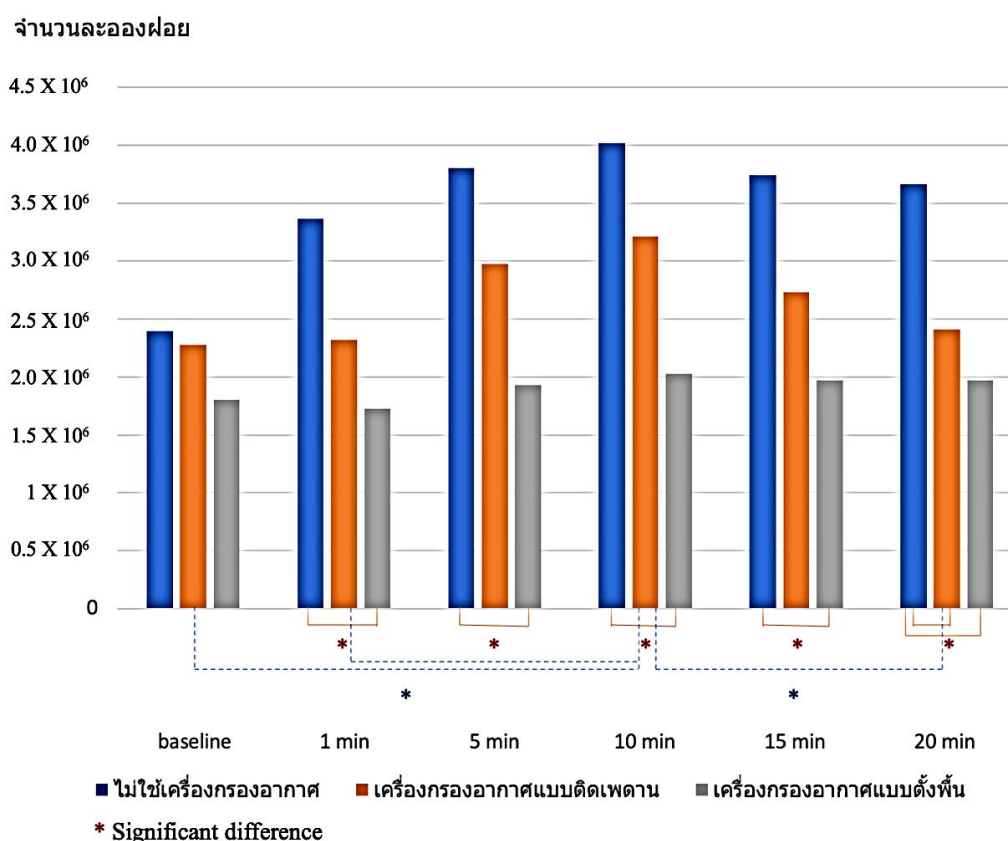
Figure 3 Diagram of open plan dental clinic, and position of devices

ผล

รูปที่ 4 แสดงจำนวนละอองฝอยในช่วงเวลาต่างๆ ในสภาวะที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ภาพรวมของแผนภูมิแสดงให้เห็นว่าจำนวนละอองฝอยในการทดลองแบบที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ และแบบที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามเวลาที่กรอฟิน โดยเพิ่มขึ้นสูงที่สุดที่นาที่ที่ 10 ซึ่งเป็นนาที่สุดท้ายก่อนหยุดกรอฟิน หลังจากนั้นจำนวนละอองฝอยจะค่อย ๆ ลดจำนวนลง ในขณะที่จำนวนละอองฝอยในการทดลองที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 20 นาที่ที่วัดผล และเมื่อนำข้อมูลมาทดสอบทางสถิติพบว่าจำนวนละอองฝอยในกลุ่มที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนละอองฝอยในกลุ่มที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เมื่อ

พิจารณาแยกเป็นแต่ละช่วงเวลาพบว่าจำนวนละอองฝอยของแบบที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นจะมีจำนวนต่ำกว่าการไม่ใช้เครื่องกรองอากาศในทุกช่วงเวลา ในขณะที่จำนวนละอองฝอยในแบบที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานจะมีค่าต่ำกว่าการไม่ใช้เครื่องกรองอากาศเฉพาะในนาที่ที่ 20 เท่านั้น

นอกจากนี้เมื่อใช้ค่าทางสถิติเปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยในช่วงเวลาต่างๆ ของเครื่องกรองอากาศที่ละแบบพบว่าเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนกรอฟินกับนาที่ที่ 10 และนาที่ที่ 1 กับนาที่ที่ 10 และนาที่ที่ 10 กับนาที่ที่ 20 ส่วนเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลา



รูปที่ 4 กราฟแท่งแสดงจำนวนละอองฝอยในช่วงเวลาต่างๆ ในสภาวะที่แตกต่างกัน 3 แบบ

Figure 4 Bar graph represent number of particle count in 3 different settings

บทวิจารณ์

หัตถการทางทันตกรรมหลายประเภทก่อให้เกิดละอองฝอยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ทางทันตกรรม เช่น ค้อนกรอฟันความเร็วสูง เครื่องดูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์ จะสามารถสร้างแรงดันลมและน้ำภายในช่องปากจนก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของน้ำลายและสารคัดหลั่งของผู้ป่วย ซึ่งอาจปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคที่อันตราย เช่น ไวรัสโคโรนาซาร์โควิด^{6,12}

วิธีการวัดจำนวนละอองน้ำและละอองฝอยที่เกิดจากงานทางทันตกรรมสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีหลักการคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ การใช้แผ่นรับละอองน้ำและละอองฝอยที่เกิดขึ้นจากการทำหัตถการแล้วนับจำนวน เช่น การใช้กระดาษความเข้มข้นร้อยละ 10 ใส่ลงในปากของหัวหุ่นจำลอง และใช้แผ่นกระดาษทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (Universal indicating paper) ตั้งไว้ในบริเวณโดยรอบยูนิตทำฟัน เมื่อกระดาษกรด กระเด็นไปสัมผัสกับกระดาษทดสอบความเป็นกรด-ด่าง สีของกระดาษก็จะเปลี่ยนไปทำให้สังเกตเห็นได้ อีกวิธีจะทำในผู้ป่วยจริงและเปลี่ยนจากแผ่นกระดาษทดสอบความเป็นกรด-ด่าง เป็นการใช้อาแดปเตอร์เลี้ยงเชื้อ (Agar culture plate) เป็นตัวรับละอองน้ำและละอองฝอยที่ปนเปื้อนแบคทีเรียจากช่องปากของผู้ป่วยแทน ซึ่งในกรณีนี้ผู้ทดลองจะรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนี (Colony forming unit) ที่เกิดขึ้นในแต่ละภาชนะเลี้ยงเชื้อ^{6,13-15} อย่างไรก็ตามข้อเสียของวิธีการทดลองแบบนี้คือจำนวนจากการวัดที่เกิดขึ้นจะสามารถแยกได้ยากว่าเป็น ละอองน้ำหรือละอองฝอย ซึ่งทั้ง 2 ชนิดแบ่งได้โดยขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน ทั้งละอองน้ำและละอองฝอยมีขนาดเล็กมองเห็นได้ยากหรือไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นการวัดด้วยจำนวนจุดสีบนแผ่นทดสอบความเป็นกรด-ด่าง ย่อมไม่ครอบคลุมถึงละอองขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในขณะที่การใช้การวัดด้วยจำนวนโคโลนีก็ไม่เหมาะสมกับไวรัสโคโรนาซาร์โควิดซึ่งเป็นไวรัสที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในภาชนะเลี้ยงเชื้อได้

การทดลองนี้จึงเลือกใช้เครื่องนับอนุภาค Aerocet 531s ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการนับจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 1.0 ถึง 5.0 ไมครอน เช่น PM 2.5 ซึ่งเป็นอนุภาคแบบแห้ง รวมถึงอนุภาคของละอองน้ำขนาดเล็ก เช่น ละอองฝอยที่เกิดจากงานทันตกรรม ซึ่งเป็นอนุภาคแบบเปียก ในการนับจำนวนละอองฝอยที่เกิดจากการกรอฟันด้วยค้อนกรอฟันความเร็วสูง¹⁶ ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ที่ต้องการวัดเฉพาะอนุภาคขนาดเล็ก 0.5 และ 1.0 ไมครอน

ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่สามารถลอยไปได้ไกล เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ง่าย เครื่อง Aerocet 531s นับอนุภาคด้วยเทคนิคการกระจายของแสงเลเซอร์ (Laser light scattering technology) มีความแม่นยำสูง น้ำหนักเบา ใช้งานง่ายด้วยการรายงานผลจำนวนอนุภาคแยกตามขนาดบนหน้าจอดิจิทัลทันทีหลังจากที่เครื่องดูดอากาศบริเวณที่ต้องการวัดเข้าไปประมวลผลเป็นเวลา 1 นาที¹⁶ ซึ่ง Nulty และคณะ⁸ ได้เคยใช้เครื่องนับอนุภาคทดสอบหาจำนวนละอองฝอยในคลินิกทันตกรรม

คณะทันตแพทยศาสตร์หลายแห่งมักออกแบบคลินิกทันตกรรมนักศึกษาให้มีลักษณะเป็นคลินิกทันตกรรมแบบเปิด กล่าวคือเป็นคลินิกที่จัดวางยูนิตทำฟันหลายตัวเอาไว้ในบริเวณเดียวกันเพื่อประหยัดพื้นที่ อีกทั้งเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีความคล่องตัว อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาทำให้คลินิกทันตกรรมต้องทบทวนมาตรการความปลอดภัยเพื่อควบคุมโรคระบบทางเดินหายใจที่สามารถแพร่เชื้อผ่านละอองฝอยในอากาศได้ มาตรการต่าง ๆ ได้แก่ การเพิ่มการหมุนเวียนอากาศขั้นต่ำ 6-12 ACH การลดหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองฝอย การใช้แผ่นยางกันน้ำลาย หรือ การใช้เครื่องดูดค่าสูง เป็นต้น⁵⁻⁹ นอกจากมาตรการที่กล่าวมาข้างต้น การใช้เครื่องกรองอากาศที่เหมาะสมก็เป็นอีกวิธีการที่ถูกแนะนำ เนื่องจากเป็นวิธีที่รวดเร็ว ทำได้ง่าย เครื่องกรองอากาศจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการระบายอากาศในคลินิกทันตกรรมได้อีกช่องทางหนึ่ง

ก่อนที่จะเกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา ระบบระบายอากาศพื้นฐานของคลินิกทันตกรรมนักศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีค่าหมุนเวียนอากาศอยู่ที่ระดับ 7 ACH ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของอาคารสำนักงานในอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่ ผ่านระบบระบายอากาศของอาคาร ได้แก่ ระบบดูดอากาศจากภายในคลินิกปล่อยออกนอกอาคาร และระบบการเติมอากาศจากภายนอกส่งกลับเข้าคลินิกเพื่อทดแทนอากาศเดิมที่ถูกดูดออกไป จนกระทั่งเกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา คณะฯ ซึ่งยังต้องรอการจัดสรรงบประมาณจากภาครัฐเพื่อปรับปรุงระบบหมุนเวียนอากาศทั้งระบบ จึงได้เลือกติดตั้งเครื่องกรองอากาศ 2 แบบ ได้แก่ เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นยี่ห้อ DDS InnoTech รุ่น DD-1000 ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศ (Air flow) ที่ 1,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ประกอบด้วยแผ่นกรอง 3 ชั้น คือ Prefilter, HEPA H13 (Medical grade) และแผ่นกรองคาร์บอน (Activated carbon) ซึ่งสามารถกรองได้ทั้งเชื้อแบคทีเรียและไวรัส¹⁷ และเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดาน ยี่ห้อ AAF รุ่น Purair350c ซึ่งออกแบบมาให้ใช้ใน

โรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยแผ่นกรอง 2 ชั้น คือ Prefilter และ HEPA H14 มีอัตราการไหลของอากาศที่ 400 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง สามารถกรองเชื้อได้ทั้งแบคทีเรียและไวรัสเช่นกัน¹⁸ โดยจำนวนและตำแหน่งของการติดตั้งได้รับการออกแบบจากบริษัทผู้ผลิตให้มีเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานทั้งหมดจำนวน 16 ตัว กระจายติดตั้งโดยทั่วห้อง เพื่อให้เพียงพอต่อพื้นที่ทั้งหมดของคลินิกทันตกรรม สำหรับการทดลองนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศของเครื่องกรองอากาศทั้ง 2 แบบที่ติดตั้ง คือ เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศที่ 1,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จำนวน 6 เครื่อง รวม 6,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง กับเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานที่มีอัตราการไหลของอากาศที่ 400 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จำนวน 16 เครื่อง รวม 6,400 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จะมีความสามารถในการหมุนเวียนอากาศในอัตราที่ใกล้เคียงกัน

ข้อมูลสืบจากการทดลองเห็นได้ว่าการทดลองแบบที่ 1 คือแบบที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ จำนวนละอองฝอยจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามเวลาที่กรอฟัน โดยเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในนาที่ที่ 10 ซึ่งเป็นนาที่สุดท้ายก่อนหยุดกรอฟัน หลังจากนั้นจำนวนละอองฝอยจะค่อย ๆ ลดจำนวนลง จากงานวิจัยก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องดูดกำลังสูงสามารถลดจำนวนละอองฝอยขณะกรอฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ^{7,8} อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้กลับพบว่ากรณีที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศและใช้เพียงเครื่องดูดกำลังสูงเพียงอย่างเดียว จำนวนละอองฝอยที่นาที่ที่ 10 จะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าก่อนเริ่มกรอฟันถึง 2 เท่า แสดงว่าขณะที่ทำการกรอฟันด้วยด้ามกรอเร็วยังมีละอองฝอยบางส่วนหลุดรอดจากการดูดของเครื่องดูดกำลังสูงไปได้ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองแตกต่างกันอาจเกิดจากวิธีการที่แตกต่างกัน กล่าวคือในการทดลองนี้กรอฟันพร้อม ๆ กันถึง 6 ซี่ อีกทั้งใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดสูง อย่างไรก็ตามแม้ปราศจากการใช้เครื่องกรองอากาศชนิดใดเสริม จำนวนละอองฝอยก็ยังสามารถลดจำนวนลงได้เองหลังการหยุดกรอฟันไประยะเวลาหนึ่ง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Shahdad และคณะ¹⁹ การลดลงของละอองฝอยในอากาศโดยรอบยูนิตทำฟันนอกจะเกิดจากการที่ละอองฝอยเริ่มตกลงสู่พื้นห้องจากน้ำหนักของตัวอนุภาคเองแล้ว ยังเกิดจากอัตราการไหลของอากาศในคลินิกทันตกรรมนักศึกษาที่มีระบบระบายอากาศซึ่งทำตามมาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อมที่กำหนดสำหรับค่าหมุนเวียนอากาศของสำนักงาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 คือไม่ต่ำกว่า 7 ACH²⁰

เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแบบที่ 2 ซึ่งใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานกระจายในคลินิก จำนวน 16 เครื่อง โดยรอบห้อง ได้รูปแบบของแผนภูมิที่คล้ายคลึงกับแบบที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ กล่าวคือจำนวนละอองฝอยจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อกรอฟัน ก่อนที่จะค่อย ๆ ลดจำนวนลงเมื่อหยุดการกรอฟันโดยลดลงจนเข้าใกล้ค่าก่อนเริ่มกรอฟันที่นาที่ที่ 20 ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้มาทดสอบทางสถิติก็พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนละอองฝอยในช่วงเวลา ก่อนกรอฟันและนาที่ที่ 1 กับนาที่ที่ 10 และนาที่ที่ 10 กับนาที่ที่ 20 นอกจากนี้เมื่อนำจำนวนละอองฝอยของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบทางสถิติแยกตามเวลาพบว่า จำนวนละอองฝอยในกลุ่มที่ใช้เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานมีค่าน้อยกว่าการไม่ใช้เครื่องกรองอากาศอย่างมีนัยสำคัญในนาที่ที่ 20 แสดงให้เห็นว่าเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนละอองฝอยในอากาศได้เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากยังไม่เคยมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดมาก่อนทำให้ยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับการทดลองก่อนหน้านี้ได้

และเมื่อพิจารณาผลทดลองในแบบที่ 3 ซึ่งใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น จำนวน 6 ตัว ดังที่ยูนิตทำฟันในรูปแบบ 1:1 พบว่าจำนวนละอองฝอยในการทดลองแบบที่ 3 จะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 20 นาที และเมื่อนำจำนวนละอองฝอยมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า จำนวนละอองฝอยที่วัดได้น้อยกว่าแบบไม่ใช้เครื่องกรองอากาศอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมจำนวนละอองฝอยได้ดีกว่าการไม่ใช้เครื่องกรองอากาศ แม้ในช่วงเวลาที่กำลังมีการกรอฟันอยู่ สอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบจำนวนละอองฝอยในแต่ละช่วงเวลาของเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนกรอฟันจนถึงนาที่ที่ 20 แสดงให้เห็นว่าเครื่องกรองอากาศชนิดนี้สามารถควบคุมจำนวนละอองฝอยได้ในระดับต่ำอย่างสม่ำเสมอ

ความสามารถที่แตกต่างกันในการลดจำนวนละอองฝอยของเครื่องกรองอากาศ 2 แบบในการทดลองนี้ อาจเกิดจากความแตกต่างของระยะทางระหว่างจุดกำเนิดละอองฝอยกับจุดติดตั้งเครื่องกรองอากาศ กล่าวคือเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานซึ่งติดตั้งไว้สูงเนื่องจากต้องแขวนบนเพดาน อีกทั้งยังติดตั้งกระจายไปโดยรอบคลินิก จึงมีระยะห่างจากจุดกำเนิดละอองฝอยมากกว่าเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้น ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดอากาศจากบริเวณพื้นล่าง

เพื่อเข้าไปทำการกรองทำให้ไม่ดีเท่ากับการวางเครื่องกรองอากาศใกล้จุดกำเนิดละอองฝอย สอดคล้องกับการทดลองก่อนหน้านี้ซึ่งสนับสนุนการใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นในการลดละอองฝอยในคลินิก²¹⁻²²

นอกจากตำแหน่งการติดตั้งเครื่องกรองอากาศควรจะต้องวางใกล้ชิดกับจุดกำเนิดละอองฝอยแล้ว ยังมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการกรองของเครื่องกรองอากาศอื่นอีก เช่น ทิศทางการหมุนเวียนอากาศภายในคลินิก Chen และคณะ²³ ทำการทดลองโดยการจำลองสภาพด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางการหมุนเวียนอากาศในคลินิกกับตำแหน่งการติดตั้งเครื่องกรองอากาศพบว่า เมื่อเครื่องกรองอากาศถูกตั้งวางในจุดที่อากาศถูกผลักให้หมุนเวียนออกจากจุดกำเนิดละอองฝอยและไหลผ่านไปยังเครื่องกรองอากาศก่อนที่จะไหลผ่านไปยังทันตแพทย์และผู้ป่วยบนยูนิตทำฟัน จะทำให้อากาศซึ่งมีละอองฝอยซึ่งปนเปื้อนเชื้อโรคสามารถถูกดูดเข้าไปกรองด้วยเครื่องกรองอากาศได้ก่อนที่ละอองฝอยนั้นจะถูกหายใจเข้าไป สอดคล้องกับการทดลองนี้ที่เลือกจุดติดตั้งเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นไว้บริเวณด้านเท้าของผู้ป่วยเพื่อให้เกิดลักษณะการไหลเวียนของอากาศในลักษณะดังกล่าว

และเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยความแตกต่างของจำนวนแผ่นกรองที่อยู่ในเครื่องกรองอากาศทั้ง 2 แบบ กล่าวคือ เครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานซึ่งมีแผ่นกรองจำนวน 2 แผ่น ประกอบด้วย Prefilter เป็นแผ่นกรองชั้นนอกสุดทำหน้าที่ดักจับอนุภาคหยาบขนาดใหญ่ 1 ถึง 10 ไมครอน และแผ่นกรอง HEPA H14 เป็นแผ่นกรองที่ดักจับอนุภาคที่มีขนาดเล็กลงมาโดยตัวเลขหลังตัวอักษร H แสดงความสามารถในการกรอง หากตัวเลขมีค่าสูงแสดงว่าแผ่นกรองนั้นมีความสามารถในการกรองได้ดีกว่าค่าตัวเลขน้อย เช่น HEPA H14 สามารถดักจับอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ในอากาศ 1 ลิตร ได้ถึงร้อยละ 99.95²⁴ สำหรับเครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นประกอบด้วยแผ่นกรองจำนวน 3 ชั้น คือ Prefilter, HEPA H13 และ แผ่นกรองคาร์บอน ซึ่งแม้ว่าจำนวนแผ่นกรองจะมากกว่าแต่เนื่องจากแผ่นกรองคาร์บอนทำหน้าที่เพียงดูดซับกลิ่นจึงไม่ได้ทำหน้าที่ช่วยในการกรองอนุภาค และ HEPA H13 สามารถดักจับอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ในอากาศ 1 ลิตร ได้ร้อยละ 99.99²⁴ ดังนั้นจึงถือว่าความสามารถในการกรองของเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบตั้งพื้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ปัจจัยด้านระยะทางระหว่างเครื่องกรองอากาศกับแหล่งกำเนิดละอองฝอยน่าจะมีผลกระทบมากกว่าค่าความสามารถในการกรองของแผ่นกรองเอง

การศึกษาเกี่ยวกับจำนวนละอองฝอยในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดมีจำนวนไม่มากนัก Yang และคณะ²⁵ ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องดูดน้ำลาย (Saliva ejector) และเครื่องดูดกำลังสูง (High speed suction) เปรียบเทียบกับเครื่องดูดกำลังสูงนอกปาก (Extra-oral high volume suction) ด้วยเครื่องนับอนุภาค พบว่าเครื่องดูดกำลังสูงนอกปากมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนละอองฝอยได้ดี อย่างไรก็ตามในการทดลองของ Yang และคณะนั้นเป็นการทดสอบด้วยการกรอฟันเพียง 1 ซี่ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับการใช้งานในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดที่ทันตแพทย์จะกรอฟันพร้อมกันในพื้นที่บริเวณเดียว อีกการทดลองหนึ่งของ Holliday และคณะ¹⁰ ซึ่งศึกษาการกระจายของละอองน้ำด้วยสีฟลูออเรสซิน (Fluorescein dye) เมื่อกรอฟัน 1 ซี่ โดยมีเครื่องดูดกำลังปานกลาง (Medium volume suction) ที่มีความสามารถในการดูดเท่ากับ 159 ลิตร/นาที่ ในห้องที่มีการหมุนเวียนอากาศ 3.45 ACH ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องดูดกำลังปานกลางนี้สามารถลดละอองน้ำในเบย์เดียวกันได้ร้อยละ 53 และสามารถลดละอองน้ำในเบย์ใกล้เคียงได้ร้อยละ 81-83 ในขณะที่หากเบย์ที่ไกลออกไปมากกว่า 5 เมตร จะไม่พบการกระจายของละอองน้ำเลย อย่างไรก็ตามในการทดลองของ Holliday และคณะเป็นการตรวจวัดจำนวนละอองน้ำซึ่งแตกต่างจากการทดลองนี้ซึ่งวัดจำนวนละอองฝอย

แม้ว่าโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาจะเป็นโรคที่ยังคงมีการแพร่ระบาดอยู่ในปัจจุบัน แต่ความรุนแรงก็ลดน้อยลงตามลำดับ จากการศึกษาในคลินิกแสดงให้เห็นว่าการทำฟันภายใต้มาตรการที่เหมาะสม สามารถป้องกันไม่ให้เกิดแพร่กระจายโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาจากผู้ป่วยไปยังทันตแพทย์ หรือผู้ป่วยรายถัดไปได้²⁶⁻²⁷ คลินิกทันตกรรมแต่ละแห่งจึงควรกำกับดูแลเพื่อให้เกิดการดำเนินการตามเกณฑ์มาตรฐานการป้องกัน เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา รวมถึงโรคทางเดินหายใจที่อาจเกิดอุบัติใหม่ได้ในอนาคต

บทสรุป

การใช้เครื่องกรองอากาศแบบตั้งพื้นสามารถช่วยลดจำนวนละอองฝอยรอบเบย์ในคลินิกทันตกรรมแบบเปิดได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้เครื่องกรองอากาศในนาที่ที่ 1 5 10 15 และ 20 ที่ทำการทดสอบ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดจำนวนละอองฝอยได้มากกว่าเครื่องกรองอากาศแบบติดเพดานอย่างมีนัยสำคัญในบางช่วงเวลา

เอกสารอ้างอิง

- Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environ Res* 2020;188:109819.
- Bentley CD, Burkhart NW, Crawford JJ. Evaluating spatter and aerosol contamination during dental procedures. *J Am Dent Assoc* 1994;125:579-84.
- Ahmed M, Jouhar R. Dissemination of aerosol and splatter in clinical environment during cavity preparation: An in vitro study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021;18(7):3773.
- Lee BU. Minimum sizes of respiratory particles carrying SARS-CoV-2 and the possibility of aerosol generation. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(19):6960.
- Maltezou HC, Tseroni M, Vorou R, Koutsolioutsou A, Antoniadou M, Tzoutzas I, et al. Preparing dental schools to refraction safely during the COVID-19 pandemic: an infection prevention and control perspective. *J Infect Dev Ctries* 2021;15(1):22-31.
- Shahdad S, Patel T, Hindocha A, Cagney N, Mueller JD, Seoudi N, et al. The efficacy of an extraoral scavenging device on reduction of splatter contamination during dental aerosol generating procedures: an exploratory study. *Br Dent J* 2020;
- Piela K, Watson P, Donnelly R, Goulding M, Henriquez F, MacKay W, et al. Aerosol reduction efficacy of different intra-oral suction devices during ultrasonic scaling and high-speed handpiece use. *BMC Oral Health* 2022;22(1):338.
- Nulty A, Lefkaditis C, Zachrisson P, Van Tonder Q, Yar R. A clinical study measuring dental aerosols with and without a high-volume extraction device. *Br Dent J* 2020;20:1-8.
- Kumar PS, Geisinger ML, Avila-Ortiz G. Methods to mitigate infection spread from aerosol-generating dental procedures. *J Periodontol* 2021;92(6):784-92.
- Holliday R, Allison JR, Currie CC, Edwards DC, Bowes C, Pickering K, et al. Evaluating contaminated dental aerosol and splatter in an open plan clinic environment: Implications for the COVID-19 pandemic. *J Dent* 2021;105:103565.
- Ali K, Raja M. COVID-19: dental aerosol contamination in open plan dental clinics and future implications. *Evidence-Based Dentistry* 2021;22:54-5.
- Matys J, Grzech-LeŚniak K. Dental aerosol as a hazard risk for dental workers. *Materials (Basel)* 2020;13(22):5109.
- Chavis SE, Hines SE, Dyalram D, Wilken NC, Dalby RN. Can extraoral suction units minimize droplet spatter during a simulated dental procedure? *J Am Dent Assoc* 2021;152(2):157-65.
- Zemouri C, Volgenant CMC, Buijs MJ, Crielaard W, Rosema NAM, Brandt BW, et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution, *J Oral Microbiol* 2020;12:1762040.
- Veena HR, Mahantesha S, Joseph P, Patil SR, Patil SH. Dissemination of aerosol and splatter during ultrasonic scaling: A pilot study. *J Infect Public Health* 2015;8(3):260-5.
- www.metone.com [homepage in the Internet]. Oregon: Metone Instrument, Inc.; 2023. Available from: <https://metone.com/wp-content/uploads/2019/10/AEROCET-531S.pdf>
- www.dds-innotech.com [homepage in the Internet]. Bangkok: DDS Innotech Co., Ltd.; 2023. Available from: <https://www.facebook.com/ddsinnotech/photos/a.339660120178225/969441253866772/?type=3>
- www.aafthailand.com [homepage in the Internet]. AAF International (Thailand) Co., Ltd. 2020. Available from: <https://www.aafthailand.com/product/purair-350c-ceiling-mounted-commercial-air-purifier/>
- Shahdad S, Hindocha A, Patel T, Cagney N, Mueller JD, Koched A, et al. Fallow time determination in dentistry using aerosol measurement in mechanically and non-mechanically ventilated environments. *Br Dent J* 2021;24:1-8.

20. www.asa.or.th [homepage in the Internet]. The Association of Siamese Architects under Royal Patronage.; Available from: <https://download.asa.or.th/03media/04law/cba/mr/mr35-33-upd69.pdf>
21. Capparè P, D'Ambrosio R, De Cunto R, Darvizeh A, Nagni M, Gherlone E. The usage of an air purifier device with HEPA 14 filter during dental procedures in COVID-19 pandemic: A randomized clinical trial. *Int J Environ Res Public Health* 2022. 23;19(9):5139.
22. Zhao B, An N, Chen C. Using an air purifier as a supplementary protective measure in dental clinics during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2021;42(4):493.
23. Chen C, Zhao B, Cui WL, Dong L, An N, Ouyang XY. The effectiveness of an air cleaner in controlling droplet/aerosol particle dispersion emitted from a patient's mouth in the indoor environment of dental clinics. *J R Soc Interface* 2010;7(48):1105–118.
24. www.globalspec.com. 2023 [Internet]. Available from: <https://www.cibsejournal.com/technical/understanding-hepa-filters/>
25. Yang M, Chaghtai A, Melendez M, Hasson H, Whitaker E, Badi M, et al. Mitigating saliva aerosol contamination in a dental school clinic. *BMC Oral Health* 2021.5;21(1):52.
26. Sakai H, Kondo E, Tanaka H, Shimane T, Yamada S, Kurita H. COVID-19 transmission in dental practice during the pandemic: A questionnaire-based survey in private dental clinics in Japan. *J Dent Sci* 2023;18(2):497-502.
27. Tanaka H, Kurita H, Shibuya Y, Chikazu D, Iino M, Hoshi K, et al. COVID-19 transmission in dental and oral/maxillofacial surgical practice during pandemic: questionnaire survey in 51 university hospitals in Japan. *J Hosp Infect* 2022;125:21-7.

ผู้รับผิดชอบบทความ

เฉลิมขวัญ ภู่วรรณ

สาขาวิชาเอ็นโคคอนต์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทรศัพท์ : 086 601 7888

โทรสาร : 02 986 9205

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : chalermk@tu.ac.th

Comparison of Effectiveness of Portable Air Filtration and Ceiling Type Air Filtration in Reducing of Dental Aerosol in an Open Plan Dental Clinic

Phuvoravan C* Sooksawasdi T** Khongkaphet K**

Abstract

The aim of this study was to investigate aerosol accumulation from aerosol generating from dental procedures in open plan clinic under different settings. There were 3 different settings in this study. Setting 1; No air purifying unit (no AP), Setting 2; Ceiling type air purifying units (CAP), and Setting 3; Portable purifying units (PAP). For each setting, 6 dental units in the same area (Bay) were utilized at the open plan clinic. The permanent right maxillary central incisor was drilled according to class III cavity preparation on plastic teeth in mannequin head of each unit. Aerocet 531s, a particle counter, was used to measure the number of aerosols of sizes $0.5\mu\text{m}$ and $1.0\mu\text{m}$. In each setting, air quality was measured at 4 locations around the bay. Number of aerosols were recorded at 6-time intervals: Prior to the procedure, then at 1, 5, 10 minutes during cavity preparation. At the end of 10 minutes, cavity preparations were stopped. Aerosol count was repeated at 15 and 20 minutes. One-way ANOVA was used to compare aerosol accumulation between setting, and One-way ANOVA with repeated measures were used to compare aerosol accumulation between time points within each setting. Statistical analysis showed that the use of PAP significantly reduced aerosol accumulation in open plan clinic compared to no AP. In addition, in specific time points, PAP can statistically lower aerosol accumulation compared to CAP.

Keywords: Cavity preparation/ Open plan clinic/ Air purifier/ Aerosol

Corresponding Author

Chalermkwan Phuvoravan
Department of Endodontics,
Faculty of Dentistry, Thammasat University
Khlong Luang, Pathum Thani 12120
Tel. : +66 86 601 7888
Fax. : +66 2 986 9205
Email : chalermk@tu.ac.th

* Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Thammasat University, Khlong Luang, Pathum Thani.

** Dental Student, Faculty of Dentistry, Thammasat University, Khlong Luang, Pathum Thani.