



# วิทยาสารออนไลน์สมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งประเทศไทย The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

ว ออนไลน์ ทันต จัดฟัน ปีที่ 1 2554 O J Thai Assoc Orthod Vol 1 2011

## สารบัญ

## CONTENTS

### คำแนะนำในการเขียนบทความ

การคุกแบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง  
และความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของขากรรไกรล่าง

วุฒิพงษ์ เหล่าอมต  
นิรมล ชำนาญนิธิอรธ  
พรทิพย์ ชิวชาร์น

การศึกษาใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์  
จากเปลือกทุเรียนต่อปริมาณเชื้อสเตรปโตคอกคัสไมวแทนส์  
ในผู้ป่วยจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น

งามพร ชาญกิจไพศาล  
วัชร เพชรคุปต์  
พสุธา ชาญกิจไพศาล  
สุนันท์ พงษ์สามารถ

อัตราความชุกของโรคฟันผุด้านประชิดที่พบจากภาพรังสี  
ในผู้ป่วยกลุ่มหนึ่งจากคณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหิดล

สมชัย มโนพัฒนกุล  
อรนุช เจียรสุจิตวิมล

การรักษาภาวะคอนดัยล์เจริญมากกว่าปกติเพียงด้านเดียว:  
รายงานผู้ป่วย

ศศิบุบผา เพิ่มสินทวี  
สุปราณี ดีเสมอ  
ศิริพงศ์ สิริธรรมวงศ์

Application of all-NiTi mechanics combined with  
J-hook headgear in the treatment of  
an adult high angle Class I extraction case

Kunihiko Otsubo  
Nahoko Imai  
Ladda Winarakwong

ผลของยาที่มีต่อการเคลื่อนที่ของฟันในทางทันตกรรมจัดฟัน

มนเทียร มโนสุตประสิทธิ์  
สุทธินันท์ ด่านธำรงกุล

การศึกษาความยาวที่เหมาะสมของโซ่อีลาสโตเมอร์  
สำหรับดึงฟันเขี้ยวที่ระยะต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

วันเดช วชิรเสรีชัย  
พาสร์ศิริ นิสาลักษณ์  
สมพร เรืองผกา  
ภูมิภาดา จาวจักรศิริ

### (3) Guidelines to Authors

1 Impaction of lower permanent second molar  
and its relationship to the mandibular components

Wuthipong Laoamata  
Niramol Chamnannidiadha  
Porntip Chiewcharat

11 A study of durian-rind polysaccharide mouthwash  
on the level of S.mutans in fixed orthodontic patient

Ngarmporn Thunyakitpisal  
Vachara Phetcharakupt  
Pasutha Thunyakitpisal  
Sunan Pongsamart

18 Prevalence rate of radiographic proximal caries in  
a group of patients at the Faculty of Dentistry,  
Mahidol University

Somchai Manopatanakul  
Oranuch Jearnsujitwimol

24 Treatment of unilateral active condylar hyperplasia:  
A case report

Sasibusaba Pirmsinthavee  
Supranee Deesamer  
Siripong Sittisomwong

33 Application of all-NiTi mechanics combined with  
J-hook headgear in the treatment of  
an adult high angle Class I extraction case

Kunihiko Otsubo  
Nahoko Imai  
Ladda Winarakwong

40 The effect of drugs on orthodontic tooth movement

Montien Manosudprasit  
Suthinun Danthumrongkul

50 The Proper Length of Elastomeric Chain for Different  
Distances of Caspid Retraction; in Vitro

Wandet Wachirasereechai  
Passiri Nisalak  
Somporn Raungpaka  
Poompada Jaochakarasiri



## วิทยาสารออนไลน์สมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งประเทศไทย The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

[www.thaiortho.org/journal](http://www.thaiortho.org/journal)

### Advisory Board:

Chuckpaiwong Somsak, Prof. Emeritus Dr.

Godfrey Keith, Assoc. Prof.

Thongprasom Kobkan, Prof. Dr.

### Editor:

Satravaha Somchai, Clinical Assoc. Prof. Dr.

### Editorial Board:

Anuwongnukroh Niwat, Assoc. Prof. Dr.

Apivatanagul Piyarat, Assoc. Prof. Dr.

Chaiwat Jiraporn, Clinical Prof. Dr.

Chaiwat Paisal, Prof. Emeritus Dr.

Chaiworawitkul Marasri, Asst. Prof. Dr.

Charoemratrote Chairat, Assoc. Prof. Dr.

Charoenying Hataichanok, Dr.

Chiewcharat Porntip, Assoc. Prof. Dr.

Chittanandha Piyathida, Dr.

Jaruprakorn Tanan, Dr.

Jotikasthira Dhirawat, Assoc. Prof. Dr.

Keinprasit Chutimaporn, Asst. Prof. Dr.

Komolpis Ruangrat, Dr.

Leethanakul Chidchanok, Assoc. Prof. Dr.

Luppanapornlarp Suwannee, Asst. Prof. Dr.

Patanaporn Virush, Assoc. Prof. Dr.

Pisek Poonsak, Dr.

Poontaweekiat Thachpan, Dr.

Ritthagol Wipapun, Asst. Prof. Dr.

Sawaengkit Pornrachanee, Assoc. Prof. Dr.

Sombuntham Nonglak, Asst. Prof. Dr.

Srivicharnkul Pennapa, Dr.

Verayangkura Porntip, Asst. Prof. Dr.

Virarat Pongjai, Dr.

Viwattanatipa Nita, Assoc. Prof. Dr.

### ที่ปรึกษา:

ศ. เกียรติคุณ ทพ.สมศักดิ์ จักรโพงค์

Godfrey Keith, Assoc. Prof.

ศ. ทพญ. กอบกาญจน์ ทองประสม

### สารณาธิการ:

รศ. (พิเศษ) ทพญ. สมใจ สาดราวาทะ

### กองบรรณาธิการ:

รศ. ทพ. นิวัต อนุวงศ์เคราะห

รศ. ทพญ. ปิยารัตน์ อภิวัฒนกุล

ศ. (คลินิก) ทพญ. จิราภรณ์ ชัยวัฒน์

ศ. คลินิกเกียรติคุณ ทพ. ไพศาล ชัยวัฒน์

ผศ. ทพญ. มารศรี ชัยวรวิทย์กุล

รศ. ทพ. ดร. ไชยรัตน์ เฉลิมรัตนโรจน์

ทพญ. หทัยชนก เจริญยิ่ง

รศ. ทพญ. พรทิพย์ ขวรัตน์

ทพญ. ปิยะธิดา จิตตานันท์

ทพ. ธานัน จารุประกร

รศ. ทพ. ชีระวัฒน์ โชติกเสถียร

ผศ. ทพญ. ชุตติมาพร เขียนประสิทธิ์

ทพญ. เรืองรัตน์ โกมลภิส

รศ. ทพญ. ดร. ชิดชนก ลีชนะกุล

ผศ. ทพญ. ดร. สุวรรณณี ถิ่นะพรลาภ

รศ. ทพ. วิรัช พัฒนภรณ์

ทพ. พูนศักดิ์ ภิเศก

ทพ. ธัชพันธุ์ พูลทวีเกียรติ

ผศ. ทพญ. วิภาพรรณ ฤทธิธกุล

รศ. ทพญ. พรวิชนี แสงวงกิจ

ผศ. ทพญ. นงลักษณ์ สมบุญธรรม

ทพญ. เพ็ญนภา ศรีวิญญกุล

ผศ. ทพญ. พรทิพย์ วีรยางกูร

ทพญ. ปองใจ วิรัตน์

รศ. ทพญ. นิตา วิวัฒน์ทีปะ

# การकु่แบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง และความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของขากรรไกรล่าง

วุฒิพงษ์ เหล่าอมต\* นีรมล ชำนาญนิธอรธ\*\* พรทิพย์ ชิวขรัตน์\*\*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของขากรรไกรล่างกับการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน และเพื่อหาความชุกของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบชนในกลุ่มผู้ป่วยทันตกรรมจัดฟัน สุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์จากกลุ่มผู้ป่วยภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 2500 คน นับจำนวนผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเพื่อคำนวณหาความชุก พบว่าความชุกของผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเป็นร้อยละ 1.92 และวัดค่าองค์ประกอบของขากรรไกรล่าง 11 ค่า จากภาพรังสีและแบบจำลองฟันก่อนการรักษาเพื่อ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของขากรรไกรล่างกับการคุดแบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกอย่างง่ายแบบสองกลุ่ม องค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้แก่ ความยาวของขากรรไกรล่างส่วนลำตัว ความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างเคลื่อนคลาด ความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่าง และขนาดโค้งสปี

**คำสำคัญ :** การคุดแบบชน • ความชุก • ความสัมพันธ์ • ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง • องค์ประกอบของขากรรไกรล่าง

## Impaction of lower permanent second molar and its relationship to the mandibular components

Wuthipong Laoamata\* Niramol Chamnannidiadha\*\* Porntip Chiewcharat\*\*

## Abstract

The purposes of this study were to investigate the relationship between the mandibular components and the impaction of lower permanent second molar and to investigate the prevalence of the impaction of lower permanent second molar in the orthodontic patients. Samples were selected by purposive sampling from 2500 patients in the Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. The patients with the impaction of lower permanent second molar were counted to calculate the prevalence. The 11 mandibular components were measured from the pretreatment radiographs and dental casts. The binary simple logistic regression analysis was performed to determine the relationship between each of the mandibular components and the impaction of lower permanent second molar. The prevalence of the impaction of lower permanent second molar in this study was 1.92%. The mandibular components which had a significant relationship to the impaction of lower permanent second molar were mandibular body length, lower arch length discrepancy, posterior arch width and curve of Spee at 95% confidence intervals.

**Key words:** impaction • lower permanent second molar • mandibular components • prevalence • relationship

\* นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\* ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\* postgraduate student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

\*\* Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

## บทนำ

ความผิดปกติเกี่ยวกับการขึ้นของฟัน (eruption disturbance) มักพบในฟันกรามแท้ซี่ที่สามบนหรือล่าง ฟันเขี้ยวแท้บนหรือฟันดัดซี่กลางแท้บน และฟันกรามน้อยซี่ที่สองล่าง<sup>(1)</sup> โดยทั่วไปความผิดปกติเกี่ยวกับการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างมักเป็นฟันคุดแบบชน (tooth impaction)<sup>(2)</sup> และไม่พบว่าเป็นสาเหตุหลักในการส่งต่อผู้ป่วยมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน<sup>(3)</sup> อันแสดงถึงความไม่ตระหนักต่อความผิดปกติของตำแหน่งฟันที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบบดเคี้ยวและสุขอนามัยของฟันได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะการคุดแบบชนของฟันมักอยู่ในส่วนโค้งแนวฟันที่เรียงเป็นปกติ และเป็นฟันซี่เกือบท้ายสุดในขากรรไกรล่าง ทำให้สังเกตได้ยาก อีกทั้งไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดเฉียบพลันแต่อย่างใด จึงทำให้ถูกละเลยจนเป็นปัญหามากต่อการจัดเรียงฟันให้เข้าสู่แนวฟันปกติ

สาเหตุการเกิด (etiology) การคุดแบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างอาจเกี่ยวข้องกับความผิดปกติในช่วงพัฒนาการของหน่อฟัน (tooth bud) และ/หรือตำแหน่งของหน่อฟันซี่นี้เองหรือเกี่ยวข้องกับการรบกวนการเจริญของขากรรไกรล่างและพัฒนาการของฟัน โดยปกติเนื้อที่ว่างสำหรับการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างได้จากการละลายตัวของกระดูกบริเวณขอบหน้าขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกราม (ramus of the mandible) และมีการเคลื่อนของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างไปทางด้านใกล้กลางเข้าสู่ช่องลิเวีย (leeway space) ในช่วงเวลาที่เหมาะสม<sup>(2)</sup> ปัจจัยที่รบกวนกระบวนการดังกล่าวไม่ให้เกิดการไปอย่างปกติอาจชักนำให้เกิดการคุดแบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง ได้แก่ การขาดเนื้อที่ว่างในส่วนโค้งแนวฟัน (arch length deficiency) เนื่องจากการเจริญของขากรรไกรล่างไม่เพียงพอ<sup>(4)</sup> โดยเฉพาะการซ้อนเกในบริเวณฟันหลัง (posterior crowding) อาจมีอิทธิพลต่อการเกิดฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน<sup>(3-6)</sup> นอกจากนี้มีรายงานว่าพบฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนร่วมกับโครงสร้างขากรรไกรที่ผิดปกติประเภท II<sup>(7)</sup> (skeletal Class II) เนื่องจากการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างในแนวหน้า-หลังน้อยกว่าปกติทำให้ไม่มีเนื้อที่เพียงพอต่อการขึ้นอย่างปกติของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง

ข้อบ่งชี้ (indication) ในการแก้ไขฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน ได้แก่ ความเจ็บปวด ความเสี่ยงต่อการละลายของรากฟันข้างเคียง การเกิดฟันผุ การเกิดโรคปริทันต์อักเสบ การเกิดฝีเหงือกอักเสบ (pericoronitis) การเกิดถุงน้ำของถุงนมหน่อฟัน (follicular cyst) การสบฟันผิดปกติ รวมถึงความยุ่งยากซับซ้อนในการแก้ไขฟันคู่สบที่ยื่นยาวอันเกิดจากการคุดแบบชน<sup>(8,9)</sup>

อย่างไรก็ตามการคุดแบบชนนี้อาจเป็นภาวะที่เกิดขึ้นชั่วคราว โดยฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างอยู่ในภาวะคุดแบบชน

ชั่วระยะเวลาหนึ่งจากนั้นฟันสามารถตั้งตรงขึ้นมาเอง หรือเป็นผลจากฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างมีการเคลื่อนตัวไปทางด้านใกล้กลางได้มากขึ้น<sup>(8)</sup> Magnusson และคณะ<sup>(10)</sup> ติดตามภาวะการคุดแบบชนของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างจำนวน 106 ซี่ พบว่าร้อยละ 20 ไม่ได้รับการรักษาใดๆ และในจำนวนฟันที่ไม่ได้รับการรักษาใดๆ นี้ ร้อยละ 44 สามารถขึ้นสู่ระนาบการสบฟันที่ดีในช่องปากได้เอง สอดคล้องกับ Kavadia และคณะ<sup>(11)</sup> ที่เน้นถึงความสำคัญในการเฝ้าระวังสังเกตฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบชนอย่างใกล้ชิด และแนะนำให้รอสายอย่างน้อย 12 เดือนก่อนตัดสินใจให้การรักษาใดๆ เพื่อให้โอกาสฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบชนขึ้นสู่ช่องปากได้ด้วยตัวเอง Cho และคณะ<sup>(12)</sup> รายงานว่าในจำนวนนักเรียนเชื้อสายจีนที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดทั้งหมด 42 ซี่ มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างจำนวน 2 ซี่ที่มีการขึ้นสู่ช่องปากได้ด้วยตัวเองภายในเวลา 2 ปี ภายหลังการวินิจฉัยในตอนแรกว่าเป็นฟันคุดแบบชน ในขณะที่ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างในเด็กบางรายมีมุมการคุดแบบชนกับฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างไม่มาก (น้อยกว่า 20 องศา) รวมทั้งไม่มีภาวะฟันซ้อนเก กลับไม่สามารถขึ้นสู่ช่องปากได้ด้วยตัวเอง ทำให้สันนิษฐานได้ว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากปริมาณการซ้อนเก และปริมาณองศาการชนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนด้วย

แม้ว่าภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างขึ้นไม่ได้นี้ อาจมีสาเหตุส่วนหนึ่งจากตำแหน่งของหน่อฟัน หรือลักษณะของหน่อฟันที่ผิดปกติเอง แต่ปัจจัยเฉพาะที่บางประการเช่น ลักษณะฟันข้างเคียง รวมทั้งสัณฐานวิทยา (morphology) ของขากรรไกรล่าง ก็อาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะดังกล่าวได้ การศึกษาถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จึงน่าจะมีประโยชน์ทั้งในการเลือกเวลาที่เหมาะสมในการรักษา และการวางแผนรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนยังมีไม่มากนัก รวมทั้งยังไม่เคยมีการสำรวจหาความชุกของภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนในประเทศไทยมาก่อน คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่มีต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน และศึกษาหาความชุกของการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบชนในกลุ่มผู้ป่วยที่มาได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันใน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## วัสดุและวิธีการ

1. ประชากรตัวอย่าง (sampling population) คือ ผู้ป่วยที่มาได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ถึง 2552 ส่วนกลุ่มตัวอย่าง (sample) ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

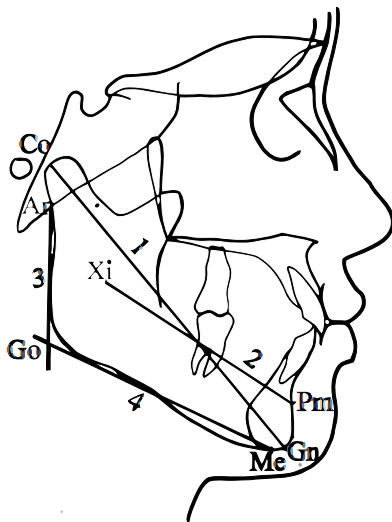
(purposive sampling) ตามเกณฑ์การคัดเลือก (inclusion criteria) ซึ่งได้แก่ ไม่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันหรือศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกร (orthognathic surgery) ไม่มีโรคทางระบบโรคทางพันธุกรรม เช่น ปากแหว่งเพดานโหว่ และไม่เคยได้รับอุบัติเหตุอันก่อให้เกิดความผิดปกติในการเจริญของขากรรไกร เป็นผู้ป่วยที่มีข้อมูลภาพรังสีแพโนรามา (panoramic radiograph) ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometric radiograph) และแบบจำลองฟันก่อนรับการรักษารอบถ้วนในแฟ้มประวัติ โดยสุ่มมาเป็นจำนวนทั้งหมด 2500 คน

2. สืบค้นแฟ้มประวัติของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว เพื่อค้นหาผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างหลุดแบบชน โดยพิจารณาจากภาพรังสีแพโนรามาและการรักษาเป็นหลัก โดยจะถือเป็นฟันหลุดแบบชนเมื่อพบว่าเป็นฟันที่มีการเอียงตัวในทิศทางใกล้กลางและชนกับตัวฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างทำให้ไม่สามารถขึ้นต่อจนถึงระนาบสบฟันตามปกติเพื่อทำหน้าที่บดเคี้ยวอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจไม่สามารถโผล่ฟันเหงือก หรือโผล่ฟันเหงือกขึ้นมาบางส่วน<sup>(8)</sup> มีการสร้างรากฟันไม่น้อยกว่าสองในสามของความยาวรากฟัน และไม่เหลือช่องลิเวียในจุดภาคเดียวกัน

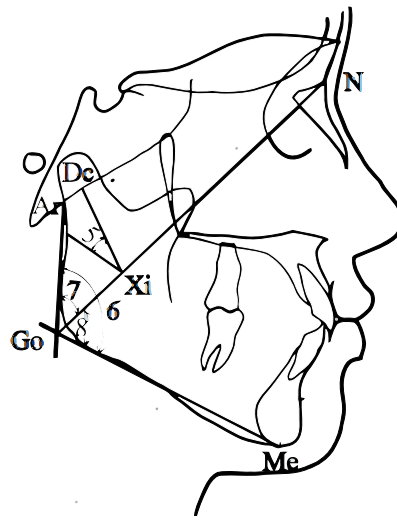
ให้ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างเคลื่อนไปในทิศทางใกล้กลางได้อีก รวมทั้งฟันกรามแท้ซี่ที่สองบนขึ้นสู่ช่องปากแล้ว นับจำนวนผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างหลุดแบบชนทั้งหมด เพื่อกำหนดหาความชุก หลังจากนั้นคัดแยกเฉพาะข้อมูลผู้ป่วยรายที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างหลุดแบบชน วัดค่าตัวแปรต่างๆ จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง และแบบจำลองฟันก่อนการรักษา ดังต่อไปนี้

ก. ตัวแปรอิสระ คือองค์ประกอบต่างๆ ของขากรรไกรล่าง 11 องค์ประกอบ (ตารางที่ 3) วัดค่าเป็นมุมและระยะทางจากส่วนต่างๆ ของขากรรไกรล่าง ตามเกณฑ์การวิเคราะห์หลายแบบ ได้แก่

ก1. องค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่วัดค่าจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง วัดค่ามุมหรือระยะตามเกณฑ์ของ Ricketts, McNamara และ Björk-Jarabak (รูปที่ 1) ด้วยไม้โปรแทรกเตอร์ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 องศาและ 0.5 มิลลิเมตรจากภาพถ่ายเส้นของศีรษะด้านข้างบนแผ่นกระดาษอาซิเตทซึ่งบันทึกกรวยโดยใช้ดินสอดความเข้มระดับ 2B เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร



1. Effective length of mandible (Co-Gn)
2. Corpus length (Xi-Pm)
3. Ramus height (Ar-Go)
4. Mandibular body length (Go-Me)

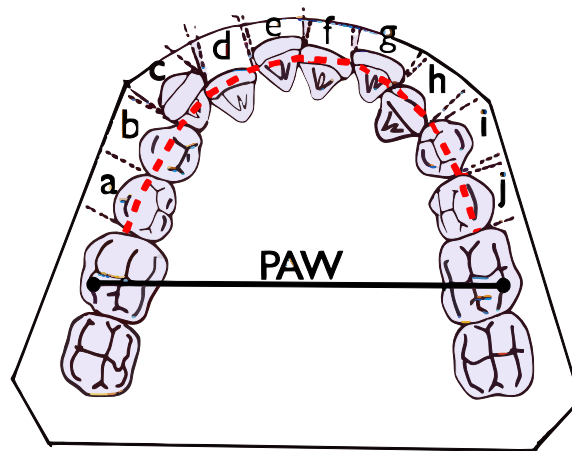


5. Mandibular arc (degree)
6. Gonial angle (Ar-Go-Me)
7. Upper gonial angle (Ar-Go-N)
8. Lower gonial angle (N-Go-Me)

รูปที่ 1 องค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่วัดค่าจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

Fig. 1 The mandibular components measured from lateral cephalometric radiograph





รูปที่ 2 ความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างเคลื่อนคลาด คำนวณโดยความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างที่ปรากฏ (เส้นประ) ลบด้วยผลรวมความกว้างของฟันแท้ล่างแต่ละซี่ที่อยู่หน้าฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง ( $a+b+c+d+e+f+g+h+i+j$ ), PAW คือ ความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟัน ตามเกณฑ์การวัดของ Korkhaus

Fig. 2 Lower arch length deficiency calculated from lower clinical arch length (dash line) minus the sum of the width of each permanent tooth mesial to lower permanent first molars ( $a+b+c+d+e+f+g+h+i+j$ ), PAW is Korkhaus's posterior arch width

ก2. องค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่วัดค่าจากแบบจำลองฟัน โดยใช้วงเวียนสองขาสำหรับวัดระยะ (devider) วัดค่าต่างๆ ดังนี้ ความยาวส่วนโค้งแนวฟันเคลื่อนคลาด (lower arch length discrepancy) (รูปที่ 2), ความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟัน (posterior arch width หรือ PAW) ตามเกณฑ์การวัดของ Korkhaus (รูปที่ 2) และขนาดโค้งสปี (curve of Spee)

ข. ตัวแปรตาม คือ การจัดแบบฟันของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่าง

3. ทดสอบความน่าเชื่อถือในการวัดของผู้วิจัย (intra-operator reliability) โดยทำในตัวอย่าง 10 ตัวอย่างที่สุ่มมาจากกลุ่มตัวอย่าง โดยวัดค่าตัวแปรอิสระภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างและแบบจำลองฟันก่อนการรักษารอบใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง หลังจากการวัดค่าและบันทึกข้อมูลครั้งแรก 2 สัปดาห์ โดยในการวัดครั้งที่สองต้องกำหนดจุดอ้างอิงทางกายวิภาค และบันทึกรอยภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างใหม่ทั้งหมด แล้วนำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากรแบบจับคู่ (paired t-test)

4. ข้อมูลต่างๆ ที่วัดได้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าปกติ (norm) ของคนไทย โดยแยกประเภทตามอายุ เพศ และเกณฑ์การวัดแบบต่างๆ<sup>(13-15)</sup> เพื่อแปลงข้อมูลออกมาแบ่งเป็นประเภทของความผิดปกติในแต่ละองค์ประกอบของขากรรไกรล่าง เช่น ความยาวของขากรรไกรล่างปกติ ยาวกว่าปกติ หรือสั้นกว่าปกติ เพื่อให้ง่ายต่อการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

5. สุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) จากกลุ่มที่ไม่มีฟันกรามแท้ล่างชุดแบบชนใน จำนวนเท่าๆ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างชุดแบบชน เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุม (control group) และคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของขากรรไกรล่างแต่ละองค์ประกอบกับการจัดแบบฟันของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างด้วยการใช้การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกอย่างง่ายแบบสองกลุ่ม (binary simple logistic regression) และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบอัตราส่วนระหว่างโอกาสที่จะเกิดฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างชุดแบบชนกับโอกาสที่จะไม่เกิด (crude odd ratio) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของผู้วิจัยโดยเปรียบเทียบการวัดครั้งที่ 1 และ 2 ในผู้วิจัยคนเดียวกัน โดยใช้สถิติ paired t-test พบว่าการวัดครั้งที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้ง 11 ค่าตัวแปรอิสระ

2. พบผู้ป่วยมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างชุดแบบชนทั้งหมด 48 คนจาก 2500 คน คิดเป็นความชุกร้อยละ 1.92 เป็นเพศหญิง 33 คน (ร้อยละ 68.75) และเพศชาย 15 คน (ร้อยละ 31.25) (ตารางที่ 1)

3. พบผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างชุดแบบชนด้านซ้ายด้านเดียว 15 คน (ร้อยละ 31.25) ด้านขวาด้านเดียว 14 คน (ร้อยละ 29.17) และมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างชุดแบบชนทั้งด้านซ้ายและด้านขวา 19 คน (ร้อยละ 39.58) (ตารางที่ 1)

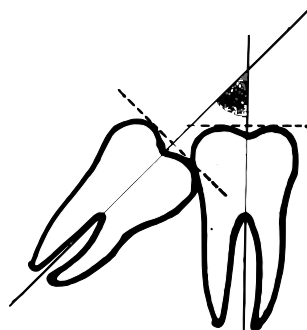
**ตารางที่ 1** แสดงจำนวนและร้อยละของตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน แยกตามเพศและด้านที่มีการคุดแบบชน

**Table 1** The number and percentage of the samples with impacted lower permanent second molar, presented in sex and side of impaction.

The impaction of lower permanent second molar	Sex		Side of the impaction of lower permanent second molar		
	Male	Female	Left	Right	Both
N	15	33	15	14	19
%	31.25	68.75	31.25	29.17	39.58

4. ในรายที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน วัดมุมการคุดแบบชนระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง (angle of inclination of the impaction) จากภาพรังสีแพโนรามา โดยในฟันกรามแท้ล่างแต่ละซี่ ให้ลากเส้นแนวแกนกึ่งกลางฟันตั้งฉากกับเส้นสัมผัสยอดปุ่มฟันทั้งสองยอดมุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นแนวแกนกึ่งกลางฟันทั้งสองเส้นดังกล่าวคือมุมการคุดแบบชนระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง (รูปที่ 3) ซึ่งมีพิสัยตั้งแต่ 9 องศา ถึง 90 องศา ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบชนทุกซี่เข้าชนในทิศ

ใกล้กลางกับฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง ค่าเฉลี่ยมุมที่ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนกระทำกับฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างในจุดภาค (quadrant) ที่ 3 เท่ากับ 37.69 องศา (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.63) ในจุดภาคที่ 4 เท่ากับ 37.86 องศา (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.10) ส่วนค่าเฉลี่ยที่ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนกระทำกับฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างรวมทุกซี่ที่พบได้ในประชากรกลุ่มนี้คือ 37.58 องศา (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.81) (ตารางที่ 2)



รูปที่ 3 มุมการคุดแบบชนระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง

Fig. 3 Angle of inclination of the impaction between lower permanent second molar and lower permanent first molar

**ตารางที่ 2** แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของมุมการคุดแบบชนระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง แยกตามด้าน

**Table 2** Means and standard deviations of the angle of inclination of the impaction between lower permanent second molar and lower permanent first molar presented in side of impaction.

The impaction of lower permanent second molar	Angle of inclination of the impaction between lower permanent second molar and lower permanent first molar (degree)	
	Mean	SD
Left side	37.69	16.63
Right side	37.86	15.10
Both sides	37.58	15.81

5. ความยาวขากรรไกรล่างส่วนลำตัว (mandibular body length) (Go-Me) มีความสัมพันธ์ต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนลำตัว ยาวกว่าค่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 4.267 เท่าของโอกาสที่จะไม่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนลำตัวปกติ (crude odd ratio = 4.267,  $p = .010$ ) (ตารางที่ 3) นั่นคือ ผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนลำตัว ยาวกว่าค่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนลำตัวปกติ

6. ความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างเคลื่อนคลาด มีความสัมพันธ์ต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือผู้ป่วยที่มีความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างเคลื่อนคลาดที่มีค่าเป็นบวก (มีช่องห่างระหว่างซี่ฟันในส่วนโค้งแนวฟัน) จะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 0.093 เท่าของโอกาสที่จะไม่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีฟันเรียงตัวปกติ (crude odd ratio = 0.093,  $p = .039$ ) (ตารางที่ 3) หรืออีกนัยหนึ่งคือ จะมีโอกาสไม่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 10.75 เท่าของโอกาสที่จะมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีฟันเรียงตัวปกติ (crude odd ratio = 10.75,  $p = .039$ ) นั่นคือ ผู้ป่วยฟันห่างจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนลดลง เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ฟันเรียงตัวเป็นปกติ

7. ความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่าง มีความสัมพันธ์ต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือผู้ป่วยที่มีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างกว้างกว่าค่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 2.969 เท่าของโอกาสที่จะไม่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างปกติ (crude odd ratio = 2.969,  $p = .031$ ) (ตารางที่ 3) นั่นคือ ผู้ป่วยที่มีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างกว้างกว่าค่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างปกติ

8. ขนาดโค้งสปี มีความสัมพันธ์ต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือผู้ที่มีขนาดโค้งสปีมากกว่าปกติ (deep curve of Spee) จะมีโอกาสที่จะมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 0.116 เท่าของโอกาสที่จะไม่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีปกติ (crude odd ratio = 0.116,  $p \leq .001$ ) (ตารางที่ 3) หรืออีกนัยหนึ่งคือจะมีโอกาสที่จะไม่มี

ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเป็น 8.62 เท่าของโอกาสที่จะมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีปกติ (crude odd ratio = 8.62,  $p \leq .001$ ) นั่นคือ ผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีมากกว่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนลดลง เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีปกติ

## บทวิจารณ์

ความชุกของภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนในการศึกษานี้ คิดเป็นร้อยละ 1.92 ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Cho และคณะ<sup>(12)</sup> ที่ศึกษาหาความชุกของภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนในเด็กวัยเรียนเชื้อชาติจีน พบว่ามีความชุกร้อยละ 1 ในจำนวน 3053 ราย ในขณะที่การสำรวจหาความชุกของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนในทหารของกองทัพสหรัฐอเมริกาจำนวน 5000 ราย มีเพียงร้อยละ 0.06(16) และจากการการศึกษาอื่นๆ มีข้อสรุปว่าความชุกของภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนมีตั้งแต่ร้อยละ 0 จนถึงร้อยละ 2.3<sup>(17, 18)</sup> จากการศึกษาครั้งนี้พบผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 68.75 และเพศชาย ร้อยละ 31.25 โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Shapira และคณะ<sup>(19)</sup> ที่รายงานว่าพบภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนในเพศชายมากกว่าเพศหญิง อาจเนื่องมาจากผู้ป่วยเพศชายไทยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน ไม่สนใจที่จะเข้ารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน จึงทำให้สำรวจพบได้น้อยกว่าเพศหญิง

พบผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนชนิดเป็นข้างเดียว ร้อยละ 60.42 (ข้างซ้ายร้อยละ 31.25 และข้างขวา ร้อยละ 29.17) และชนิดเป็นทั้งสองข้าง ร้อยละ 39.58 สอดคล้องกับที่ Shapira และคณะ<sup>(19)</sup> ได้รายงานว่าพบฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนชนิดข้างเดียว (unilateral impaction) ได้มากกว่าชนิดสองข้าง (bilateral impaction)

ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนของตัวอย่างทั้งหมดในการศึกษานี้เข้าชนกับฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างในแนวเฉียงทิศใกล้กลาง หรือแนวนอน โดยไม่มีการคุดแบบขนทิศใกล้กลางเลย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Varpio และคณะ<sup>(4)</sup> ที่สันนิษฐานว่าหน่อฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างวางตัวอยู่ในแนวเฉียงทิศใกล้กลางอยู่แล้ว ในช่วงกำลังพัฒนาอยู่ในขากรรไกรล่าง

การศึกษานี้คณะผู้วิจัยสนใจศึกษาถึงองค์ประกอบของขากรรไกรล่างเท่านั้น ไม่ได้มุ่งสนใจถึงความสัมพันธ์ของขากรรไกรล่างและขากรรไกรบน ซึ่งความยาวของขากรรไกรล่างตามเกณฑ์การวัดแบบต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน มีขนาดของขากรรไกรล่างปกติเป็นจำนวนมากที่สุด (ตารางที่ 3) แต่หากพิจารณาความสัมพันธ์



**ตารางที่ 3** แสดงจำนวนเป็นร้อยละของตัวแปรอิสระทั้งหมดในการศึกษานี้ แยกตามลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และอัตราเสี่ยงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน

**Table 3** Percentage of the parameters in this study categorized by the characteristics of the samples and the odd ratio for the relationship of each parameters and the impact of the lower permanent second molar (L7).

Parameters	% of characteristics		Relationship to the impact of L7	
			Crude odd ratio	p-value
Effective length of mandible (Co-Gn)	Normal	58.9	-	-
	Increased	18.9	2.6	.105
	Decreased	22.1	0.5	.195
Corpus length (Xi-Pm)	Normal	71.6	-	-
	Increased	13.7	1.8	.343
	Decreased	14.7	1.5	.494
Ramus height (Ar-Go)	Normal	62.1	-	-
	Increased	24.2	1.722	.277
	Decreased	13.7	0.949	.932
Mandibular body length (Go-Me)	Normal	73.7	-	-
	Increased	22.1	4.267	.010*
	Decreased	4.2	1.333	.780
Mandibular arc	Mesofacial	53.7	-	-
	Dolichofacial	30.5	0.750	.630
	Brachyfacial	15.8	1.841	.198
Gonial angle (Ar-Go-Me)	Normal bite	49.5	-	-
	Open bite	46.3	0.880	.902
	Deep bite	4.2	0.083	.603
Upper gonial angle (Ar-Go-N)	Normal	49.5	-	-
	Increased	11.6	2.579	.172
	Decreased	38.9	2.161	.085
Lower gonial angle (N-Go-Me)	Normal	45.3	-	-
	Increased	16.8	1.048	.937
	Decreased	37.9	1.171	.727
Lower arch length discrepancy	Normal	31.8	-	-
	Spacing	8.0	0.093	.039*
	Crowding	60.2	0.394	.054
Posterior arch width	Normal	46.6	-	-
	Increased	33.0	2.969	.031*
	Decreased	20.5	0.781	.678
Curve of Spee	Normal	61.4	-	-
	Excessive	38.6	0.116	<.001*
	Recessive	0.0	-	-

\*p < .05.

ของขากรรไกรบนและล่าง (มุม ANB ตามเกณฑ์การวัดของ Steiner) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนในการศึกษานี้มีความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างประเภท II เป็นจำนวนมากที่สุด คือร้อยละ 43.75 ส่วนประเภท I ร้อยละ 37.5 และประเภท III ร้อยละ 18.75 สอดคล้องกับการศึกษาของ Vedtofte และคณะ<sup>(7)</sup> ที่รายงานว่า ผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนมักมีความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างเป็นประเภท II อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างประเภท II ไม่ได้บ่งบอกถึงรูปร่างและขนาดของขากรรไกรล่างโดยตรง เนื่องจากความสัมพันธ์ประเภท II อาจเกิดจากขากรรไกรล่างมีขนาดและ/หรือตำแหน่งปกติ แต่ขากรรไกรบนมีขนาดใหญ่กว่าปกติหรือมีตำแหน่งอยู่หน้ากว่าปกติ<sup>(20)</sup> แตกต่างจากการศึกษาของ Cho และคณะ<sup>(12)</sup> ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กวัยเรียนเชื้อชาติจีนที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนมีความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้นบนและล่างเป็นแอ่งเกลประเภท III (Angle Class III) มากที่สุด โดยไม่ได้พิจารณาความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง และลักษณะการสบฟันดังกล่าวมักพบได้บ่อยในประชากรจีนมากกว่าประชากรคอเคเซียน

การพิจารณารูปร่างและขนาดของขากรรไกรล่างที่เกี่ยวข้องกับภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน ในการศึกษานี้พบว่า มุมโกเนียล (gonial angle) ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน และผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนล่างตัว ยาวกว่าค่าปกติ จะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความยาวขากรรไกรล่างส่วนล่างตัวปกติ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Vedtofte และคณะ<sup>(7)</sup> ที่รายงานว่า รูปร่างของขากรรไกรล่างของผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนมีลักษณะของมุมโกเนียลเล็กกว่ากลุ่มควบคุม

ฟันซ้อนเกเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน<sup>(3-5)</sup> ซึ่งในการศึกษาของ Magnusson และคณะ<sup>(10)</sup> พบว่าตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนที่มีฟันซ้อนเกร่วมด้วยร้อยละ 70 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cho และคณะ<sup>(12)</sup> ที่พบตัวอย่างลักษณะเดียวกันร้อยละ 63 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนการศึกษานี้ ซึ่งไม่ได้มุ่งเน้นหาสาเหตุของการเกิดฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน แต่มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่มีต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน พบตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนที่มีฟันซ้อนเกร่วมด้วยร้อยละ 53.6

Evans<sup>(3)</sup>, Varpio และคณะ<sup>(4)</sup> รายงานว่าการมีฟันซ้อนเกทั่วไปในขากรรไกรล่าง และฟันซ้อนเกในบริเวณฟันกรามแท้

มีความสัมพันธ์กับภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน แต่ Shapira และคณะ<sup>(19)</sup> กล่าวว่าการศึกษาเนื้อที่ว่างในส่วนโค้งแนวฟันล่างไม่ใช่สาเหตุหลักของการเกิดฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเสมอไป แต่มักเกี่ยวกับการมีช่องว่าง ระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่กำลังเจริญและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง เนื่องจากส่วนตัวฟันของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างต้องอาศัยรากฟันด้านไกลกลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างเป็นแนวทางเพื่อให้สามารถขึ้นมาได้อย่างถูกต้อง<sup>(19)</sup> ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Cho และคณะ<sup>(12)</sup> ที่พบว่าไม่มีตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนปรากฏช่องว่างทั่วไปในส่วนโค้งแนวฟันล่าง รวมถึงช่องว่างระหว่างฟันกรามแท้ล่างซี่ที่หนึ่งและสอง การศึกษาครั้งนี้ผู้ป่วยที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเพียงคนเดียวที่มีช่องว่างทั่วไปในส่วนโค้งแนวฟันล่าง และพบว่าผู้ป่วยฟันห่างจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนลดลง เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ฟันเรียงตัวเป็นปกติ

การที่ผู้ป่วยมีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างกว้างกว่าค่าปกติมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่างปกติ อาจเป็นเพราะส่วนโค้งแนวฟันล่างมีลักษณะเป็นรูปพาราโบลา ซึ่งส่วนหน้าของส่วนโค้งแนวฟันจะแคบกว่าส่วนหลัง หากส่วนหลังมีความกว้างมากขึ้นอาจส่งผลให้ส่วนหน้าสั้นลง ทำให้เนื้อที่ในแนวหน้าหลังของส่วนโค้งแนวฟันสั้นลง จนทำให้จำกัดพื้นที่การขึ้นสู่ช่องปากของฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างและนำไปสู่ภาวะคุดแบบชนของฟันซี่ดังกล่าวได้

ผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีมากกว่าปกติจะมีโอกาสมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชนลดลง เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีขนาดโค้งสปีปกติ อาจเป็นเพราะเมื่อฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างพยายามขึ้นสู่ช่องปาก จะมีแรงดันฟันที่อยู่หน้าต่อมันในส่วนโค้งแนวฟันล่างให้เคลื่อนตัวมาทางด้านหน้าในส่วนโค้งแนวฟันที่มีเนื้อที่จำกัด เป็นผลให้ฟันหน้าล่างยกตัวสูงขึ้นกว่าระนาบสบฟันปกติ ทำให้ขนาดโค้งสปีเพิ่มมากขึ้น

แม้ว่าแนวคิดดั้งเดิมในการศึกษานี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของขากรรไกรล่างทุกองค์ประกอบกับภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบชน ซึ่งอาจนำไปสู่การพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดภาวะดังกล่าว โดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเชิงพหุแบบสองกลุ่ม (binary multiple logistic regression analysis) ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบการพยากรณ์โอกาสที่แต่ละหน่วยจะอยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งของตัวแปรตาม (odd ratio)<sup>(21)</sup> หากจะให้สมการพยากรณ์โอกาสที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติดังกล่าวมีความเชื่อถือได้สูงสุด จำนวนตัวอย่างจะต้องมีจำนวนประมาณ 30 เท่าของตัวแปรอิสระ<sup>(22)</sup> ซึ่งในการศึกษานี้ตัวแปรอิสระคือองค์ประกอบต่างๆ

ของขากรรไกรล่าง มีทั้งสิ้น 11 ตัวแปร ดังนั้นตัวอย่างทั้งหมดควรต้องมีอย่างน้อย 330 ตัวอย่าง ในจำนวนนี้ต้องมีตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างน้อยครั้งหนึ่ง คือประมาณ 165 ตัวอย่าง การสำรวจในการศึกษานี้ทำในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2500 ราย พบตัวอย่างที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนเพียง 48 รายเท่านั้น จึงไม่เพียงพอที่จะใช้การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเชิงพหุแบบสองกลุ่ม ด้วยข้อจำกัดของจำนวนตัวอย่างนี้ ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ให้ใหม่เป็นการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกอย่างง่ายแบบสองกลุ่ม ซึ่งจะแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนกับองค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่ละค่า ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนตัวอย่างมากเท่ากับการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเชิงพหุแบบสองกลุ่ม แต่มีข้อด้อยคือ ไม่สามารถเปรียบเทียบระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัว (ในที่นี้คือ แต่ละองค์ประกอบของขากรรไกรล่าง) ที่มีต่อตัวแปรตาม (ภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน) และไม่สามารถบอกได้ว่าองค์ประกอบของขากรรไกรล่างตัวใดมีอิทธิพลมากกว่าหรือมีผลกระทบมากกว่าต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน ดังนั้นสมการที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะสามารถพยากรณ์ได้เพียงอัตราส่วนของโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจต่อโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจแบบหยาบ (crude odd ratio) เท่านั้น หากสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่มีต่อภาวะฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขน และต้องการค่าความน่าเชื่อถือมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในการพยากรณ์โอกาส โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเชิงพหุแบบสองกลุ่ม จะต้องเพิ่มจำนวนตัวอย่างโดยอาจขอความร่วมมือจากคลินิกทันตกรรมจัดฟันในมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในโอกาสต่อไป

## บทสรุป

1. ความชุกของการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างที่คุดแบบขนในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทาง ทันตกรรมจัดฟัน ใน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 1.92

2. องค์ประกอบของขากรรไกรล่างที่มีความสัมพันธ์กับการมีฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างคุดแบบขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้แก่ ความยาวขากรรไกรล่างส่วนล่าง ความยาวส่วนโค้งแนวฟันล่างเคลื่อนคลาด ความกว้างส่วนหลังของส่วนโค้งแนวฟันล่าง และขนาดโค้งสปี

## คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลทั้งหมดในงานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านสถิติ

## เอกสารอ้างอิง

1. Aitasalo K, Lehtinen R, Oksala E. An orthopantomographic study of prevalence of impacted teeth. *Int J Oral Surg* 1972;1:117-20.
2. Sawicka M, Racka-Pilszak B, Rosnowska-Mazurkiewicz A. Uprighting partially impacted permanent second molars. *Angle Orthod* 2007;77:148-54.
3. Evans R. Incidence of lower second permanent molar impaction. *Br J Orthod* 1988;15:199-203.
4. Varpio M, Wellfelt B. Disturbed eruption of the lower second molar: clinical appearance, prevalence, and etiology. *ASDC J Dent Child* 1988;55:114-8.
5. Buchner HJ. Correction of impacted mandibular second molars. *Angle Orthod* 1973;43:30-3.
6. Ranta R. Impacted maxillary second permanent molars. *ASDC J Dent Child* 1985;52:48-51.
7. Vedtofte H, Andreasen JO, Kjaer I. Arrested eruption of the permanent lower second molar. *Eur J Orthod* 1999;21:31-40.
8. Andreasen JO. Textbook and Color Atlas of Tooth Impactions. Copenhagen: Munksgaard; 1997:199-201.
9. Raghoebar GM, Boering G, Vissink A, Stegenga B. Eruption disturbances of permanent molars: a review. *J Oral Pathol Med* 1991;20:159-66.
10. Magnusson C, Kjellberg H. Impaction and retention of second molars: diagnosis, treatment and outcome. A retrospective follow-up study. *Angle Orthod* 2009;79:422-7.
11. Kavadia S, Antoniadis K, Kaklamanos E, Antoniadis V, Markovitsi E, Zafiriadis L. Early extraction of the mandibular third molar in case of eruption disturbances of the second molar. *J Dent Child (Chic)* 2003;70:29-32.
12. Cho SY, Ki Y, Chu V, Chan J. Impaction of permanent mandibular second molars in ethnic Chinese schoolchildren. *J Can Dent Assoc* 2008;74:521.
13. Jindaroachanakul P. Ricketts analysis of cephalometric roentgenography in Thai children[thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 1981.
14. Meesil C. Prediction of arch width and arch height from sum of incisors[thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 1980.
15. Suntharasaj P. A cephalometric analysis of children in Bangkok age 8-16 years by McNamara analysis and Björk-Jarabak analysis[thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 1993.
16. Grover PS, Lorton L. The incidence of unerupted permanent teeth and related clinical cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:420-5.

17. Bondemark L, Tsiopa J. Prevalence of ectopic eruption, impaction, retention and agenesis of the permanent second molar. *Angle Orthod* 2007;77:773-8.
18. Farman AG, Eloff J, Nortje CJ, Joubert JJ. Clinical absence of the first and second permanent molars. *Br J Orthod* 1978;5: 93-7.
19. Shapira Y, Borell G, Nahlieli O, Kuftinec MM. Uprighting mesially impacted mandibular permanent second molars. *Angle Orthod* 1998;68:173-8.
20. Jirawadee Narkdee, Niramol Chamnannidiadha, Piyarat Apivatanagul. Class II skeletal characteristics in a group of Thai orthodontic patients. *CU Dent J* 2009;32:39-52.
21. กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด; 2552. หน้า 424-82.
22. กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด; 2546. หน้า 83.

# การศึกษาน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนต่อปริมาณเชื้อสเตรปโตคอกคัสมิวแทนส์ในผู้ป่วยจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น

งามพร ธัญยกิจไพศาล\* วรเชษฐ์ เพชรบุปผ์\*\* พสุธา ธัญยกิจไพศาล\*\*\* สุนันท์ พงษ์สามารถ\*\*\*\*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนในการลดจำนวนเชื้อสเตรปโตคอกคัสมิวแทนส์ โดยมีน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนร้อยละ 0.2 และน้ำเกลือเป็นน้ำยาบ้วนปากควบคุมบวกและควบคุมลบตามลำดับ ศึกษาในอาสาสมัครที่จัดฟันด้วยเครื่องมือติดแน่นอายุ 16-35 ปี จำนวน 36 คน โดยอาสาสมัครทุกคนจะได้รับน้ำยาบ้วนปากที่ละชนิดตามการสุ่มลำดับจนครบทั้ง 3 ชนิด และเว้นระยะเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มน้ำยาบ้วนปากชนิดถัดไป ทำการเก็บและวัดปริมาณเชื้อในน้ำลายก่อนและหลังใช้น้ำยาบ้วนปากที่ 1 ชั่วโมง และหลังใช้อย่างต่อเนื่อง 1 สัปดาห์ เพื่อคำนวณค่าล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณเชื้อก่อนและหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากด้วยสถิติเพียร์ที่ทดสอบและสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ผลการศึกษาพบว่าน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนสามารถลดจำนวนเชื้อสเตรปโตคอกคัสมิวแทนส์ในน้ำลายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากจำนวนเชื้อเริ่มต้นเฉลี่ย 5.433 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร ลดลงเหลือ 4.841 และ 4.965 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร ที่ 1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ ตามลำดับ น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อได้ดีกว่าน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนที่ 1 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ 1 สัปดาห์ประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อในน้ำลายของน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนกับน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่าพิน้อยกว่า 0.05

**คำสำคัญ :** น้ำยาบ้วนปาก • ผู้ป่วยที่จัดฟันด้วยเครื่องมือติดแน่น • สเตรปโตคอกคัสมิวแทนส์ • สารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน

## A study of durian-rind polysaccharide mouthwash on the level of S.mutans in fixed orthodontic patient

Ngarnporn Thunyakitpisal\* Vachara Phetcharakupt\*\* Pasutha Thunyakitpisal\*\*\* Sunan Pongsamart\*\*\*\*

## Abstract

The purpose of this clinical study was to investigate the antibacterial activities of mouthwash which contained polysaccharide extracted from fruit-hull of durian (*Durio zibethinus* L. ) against *Streptococcus mutans* in whole saliva after use at 1 hour and 1 week. The 0.2% chlorhexidine mouthwash and normal saline were used as positive and negative control, respectively. Thirty six fixed orthodontic patients aged between 16 to 35 were assigned to use all types of mouthwash in random sequence with at least 2 weeks interval. Bacterial colony per milliliter (CFU/ml) in saliva were measured prior to rinse, 1hour and 1 week after use of each mouthwash. Paired

\* นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 \*\* ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 \*\*\* ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 \*\*\*\* ภาควิชาเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 \* postgraduate student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
 \*\* Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
 \*\*\* Department of Anatomy, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
 \*\*\*\* Department of Biochemistry, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University



*T-test and One-way ANOVA were used in data analysis. Durian-rind polysaccharide mouthwash significantly reduced the level of Streptococcus mutans ( $P \leq 0.05$ ) from 5.433 to 4.841 and 4.965 log(CFU/ml) at 1 hour and 1 week later, respectively. Antimicrobial effect of durian-rind polysaccharide mouthwash was significantly less than that of chlorhexidine at 1 hour, but not significantly difference at 1 week.*

**Key words:** durian-rind polysaccharide • fixed orthodontic patient • mouthwash • Streptococcus mutans

## บทนำ

รอยบุ๋มขาวของเคลือบฟันระหว่างจัดฟัน นับเป็นปัญหาสำคัญด้านความสวยงามและอาจลุกลามทำลายเคลือบฟันจนเกิดเป็นฟันผุ<sup>(1)</sup> เนื่องจากการทำความสะอาดช่องปากนั้นทำได้ลำบาก ก่อให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ และการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ต่างๆ<sup>(2)</sup> โดยเฉพาะเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ (Streptococcus mutans)<sup>(3)</sup> ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดฟันผุระยะเริ่มต้น โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกทำให้เคลือบฟันถูกกัดกร่อนจนเกิดฟันผุในที่สุด

น้ำยาบ้วนปากเป็นผลิตภัณฑ์เสริมในการดูแลสุขภาพช่องปากที่สามารถช่วยร่วมกับการแปรงฟันและการใช้เส้นใยขัดฟัน<sup>(4)</sup> โดยน้ำยาบ้วนปากบางชนิดมีการใส่สารเคมีที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อเป็นสารออกฤทธิ์หลักได้แก่แอลกอฮอล์ และคลอเฮกซิดีนไกลในน้ำยาบ้วนปาก ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มักก่อให้เกิดอาการแสบร้อนและระคายเคืองเนื้อเยื่อในช่องปาก คลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ดี แต่มีรสชาติขม ส่งเสริมการเกิดหินน้ำลายและอาจเกิดคราบสีบนตัวฟันหากใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน<sup>(5,6)</sup> ดังนั้นการใช้สารสมุนไพรธรรมชาติเป็นสารออกฤทธิ์หลักในน้ำยาบ้วนปากเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอีกทางหนึ่ง

ประสบความสำเร็จในการสกัดสารโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide gel - PG) จากเปลือกทุเรียน<sup>(7)</sup> ซึ่งมีลักษณะเป็นเจลข้นหนืด มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ และแอคติโนแบซิลลัสแอคติโนไมซีเตมโคมิแทนส์ (Actinobacillus actinomycetemcomitans)<sup>(8,9)</sup> ที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนดังกล่าวมาเป็นสารออกฤทธิ์หลักในน้ำยาบ้วนปากและทดลองใช้ในสัตว์ทดลองพบว่าน้ำยาบ้วนปากนี้<sup>(10)</sup> มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ และแอคติโนแบซิลลัสแอคติโนไมซีเตมโคมิแทนส์ และไม่มีผลข้างเคียงต่อสัตว์ทดลองที่ได้รับน้ำยาบ้วนปากติดต่อกันเป็นเวลา 21 วัน โดยสูตรน้ำยาดังกล่าว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนด นอกจากนี้การทดลองใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนในอาสาสมัครปกติ<sup>(11)</sup> จำนวน 35 คน พบว่า

มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ สเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ในน้ำลายได้อย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 1 ชั่วโมงและ 3 ชั่วโมง<sup>(11)</sup>

อย่างไรก็ตาม การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนในการลดเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ในผู้ที่มีความเสี่ยงเช่นผู้ป่วยจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นยังไม่มีการศึกษามาก่อน คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพน้ำยาบ้วนปากสมุนไพรที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนในการลดเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ในผู้ป่วยจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้สมุนไพรในผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปากและเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกทุเรียนซึ่งเป็นขยะทางเกษตรกรรมของประเทศไทย

## วิธีการและวัสดุอุปกรณ์

การศึกษาในครั้งนี้ได้ผ่านการเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยลงวันที่ 13 ตุลาคม 2552 ลงเลขที่ จร. 76/2552 โดยอาสาสมัครจะได้รับการแจ้งรายละเอียดของการวิจัยพร้อมทั้งลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมโครงการ

อาสาสมัครในการทดลองนี้คือผู้ที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นที่ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยติดเครื่องมือมาแล้วมากกว่า 1 เดือน ไม่มีโรคภัยเรื้อรังหรือพฤติกรรมที่จะส่งผลต่อการวิจัย เช่น สูบบุหรี่ ไม่อยู่ในระหว่างได้รับยาปฏิชีวนะหรือใช้น้ำยาบ้วนปากอื่น อายุ 16-35 ปี จำนวน 36 คนโดยน้ำยาบ้วนปากที่ศึกษาคือน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน เลขที่คำขอสิทธิบัตร 0801004570<sup>(10)</sup> น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (0.2% chlorhexidine) และใช้น้ำเกลือปราศจากเชื้อความเข้มข้นร้อยละ 0.9 (0.9% normal saline)

อาสาสมัครทุกคนจะได้รับน้ำยาบ้วนปากทั้ง 3 ชนิด โดยได้รับทีละ 1 ชนิดตามลำดับที่ได้จากการจับสลาก การเก็บตัวอย่างน้ำลายทำโดยให้อาสาสมัครเคี้ยวแผ่นพาราฟิล์มแล้วบ้วนน้ำลายใส่ในภาชนะปลอดเชื้อ โดยในครั้งแรกจะทำการ

เก็บตัวอย่างน้ำลายก่อนใช้น้ำยาบ้วนปากเพื่อใช้เป็นระดับเชื้อเริ่มต้นในแต่ละบุคคล จากนั้นอาสาสมัครจะต้องอมน้ำยาบ้วนปากที่กำหนดเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำลายอีกครั้งหลังใช้น้ำยาบ้วนปาก 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลานี้อาสาสมัครจะต้องไม่รับประทานอาหารและเครื่องดื่ม ยกเว้นน้ำเปล่าเท่านั้น หลังจากนั้น อาสาสมัครจะได้รับน้ำยาบ้วนปากที่กำหนดเพื่อนำไปใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยจะต้องอมน้ำยาบ้วนปากเป็นเวลา 1 นาทีในตอนเช้าและเย็นหลังแปรงฟัน เมื่ออาสาสมัครใช้น้ำยาบ้วนปากที่ได้รับจนครบกำหนดหนึ่งสัปดาห์ ในเช้าวันสุดท้ายของการทดสอบจะเก็บน้ำลายอาสาสมัครอีกครั้งหลังการแปรงฟันและใช้น้ำยาบ้วนปากไปแล้วประมาณ 3 ชั่วโมง และเว้นระยะเวลอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มทำการทดสอบน้ำยาบ้วนปากชนิดต่อไป

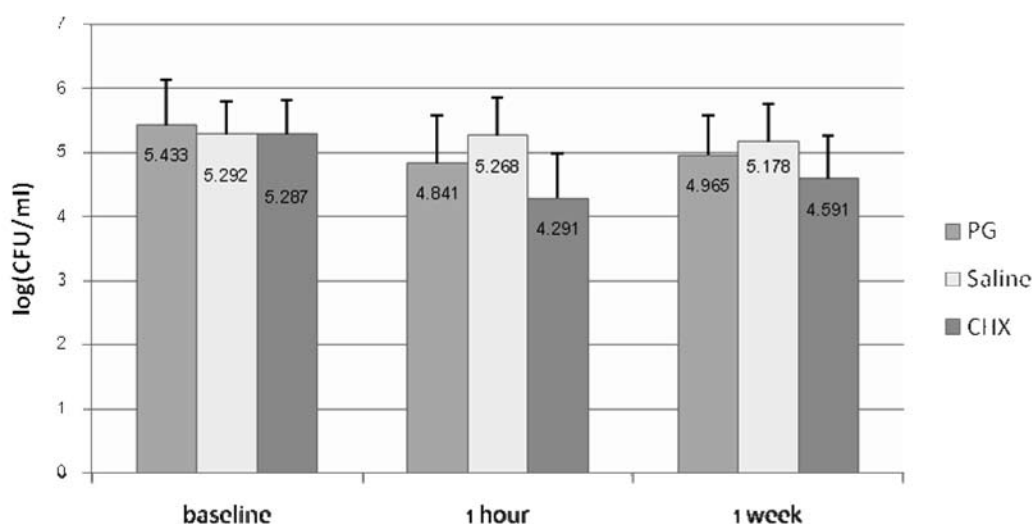
ตัวอย่างของน้ำลายที่ได้ ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และทำการตกตะกอนสารแขวนลอย ด้วยเครื่องปั่นตกตะกอน (microcentrifuge) ที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นดูดแยกน้ำลายส่วนใส นำมาเจือจาง (serial dilution) ด้วยน้ำเกลือปราศจากเชื้อในอัตราส่วน 1:10, 1:100, 1:1,000 และ 1:10,000 ตามลำดับ นำตัวอย่างน้ำลายที่เจือจางในอัตราส่วนที่กำหนด มาเกลี่ยลงบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดไมติสซาลาเวียส (Mitis salivarius agar) ซึ่งจำเพาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ สเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ เท่านั้น นำไปเพาะเลี้ยงที่ตู้เพาะเลี้ยงเชื้อคาร์บอนไดออกไซด์

ร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนี (colony) ของเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ โดยตัวอย่างน้ำลายถูกเพาะเลี้ยงและนับจำนวนเชื้อซ้ำอย่างน้อยสามครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

รวบรวมข้อมูลจำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำลายโดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิเมตร [ $\log(\text{CFU/ml})$ ] ทำการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อแบคทีเรียก่อนและหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากแต่ละชนิดที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงและ 1 สัปดาห์ โดยใช้สถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแฟรแชมเปิลทีเทส (Pair T-test) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากทั้งสามชนิดด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และ ทดสอบด้วยสถิติการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแทมฮาน (Tamhane) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 13.0 for Windows

### ผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้มีอาสาสมัครขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการ 5 คน จากทั้งหมด 41 คน ทำให้เหลือผู้เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 36 คน เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติวันแชมเปิลโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq .05$ ) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีการกระจายเป็นปกติ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ ในน้ำลายอาสาสมัคร ก่อนการใช้น้ำยาบ้วนปาก (baseline) และหลังการใช้น้ำยาบ้วนปาก 1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์

PG = น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน, Saline = น้ำเกลือ และ CHX = น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน

Figure 1 Means and standard deviations of the levels of *Streptococcus mutans* in volunteer's whole saliva. The saliva samples were collected before (baseline) and after using mouthwash for 1 hour and 1 week

PG = durian-rind polysaccharide mouthwash, Saline = 0.9% normal saline, CHX = 0.2% chlorhexidine

ผลการศึกษาพบว่า น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนและน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน มีผลในการลดจำนวนเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์หลังใช้น้ำยาบ้วนปาก เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อก่อนการใช้น้ำยาบ้วนปาก ปริมาณเฉลี่ยของเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ที่ลดลงหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนที่

1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 0.592 และ 0.468 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิตรตามลำดับ ส่วนน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนพบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อลดลงเท่ากับ 0.996 และ 0.696 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิตรตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมซึ่งเป็นน้ำเกลือ ไม่มีผลลดจำนวนเชื้อเฉลี่ยของสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq .05$ ) (ตารางที่ 1 )

Mouthwash	Time interval	Mean differences log (CFU/ml)	SD log (CFU/ml)	Sig. (2-tailed)
PG	Baseline - 1hour	.592	.365	<.001 *
	Baseline - 1week	.468	.509	<.001 *
Saline	Baseline - 1hour	.025	.235	.531
	Baseline - 1week	.114	.368	.071
CHX	Baseline - 1hour	.996	.388	<.001 *
	Baseline - 1week	.696	.616	<.001 *

\*  $p\text{-value} \leq .05$

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ที่ลดลงระหว่าง ก่อนการใช้น้ำยาบ้วนปาก (baseline) กับหลังการใช้ 1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์

**Table 1** Comparison of mean differences of the level of Streptococcus mutans after using mouthwash for 1 hour and 1 week as compared to the baseline

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำยาบ้วนปากทั้งสามชนิดในการลดปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงหลังการใช้ พบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อที่เปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำยาบ้วนปากทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนสามารถลดปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ได้มากที่สุด รองลงมาคือน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน และน้ำเกลือตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ที่ลดลงระหว่างน้ำยาแต่ละชนิดดังนี้ น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนและน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนสามารถลดปริมาณเชื้อได้มากกว่าน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 0.971 และ 0.567 ล็อกซีเอฟยูต่อ

มิลลิตรตามลำดับ และ ค่าเฉลี่ยเชื้อที่ลดลงของน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนมีค่ามากกว่าน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนเท่ากับ 0.404 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิตร (ตารางที่ 2)

ที่ 1 สัปดาห์หลังการใช้ พบว่าน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนสามารถลดปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ได้มากกว่าน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนเท่ากับ 0.228 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำยาบ้วนปากทั้งสองสามารถลดปริมาณเชื้อได้มากกว่าน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 0.345 และ 0.581 ล็อกซีเอฟยูต่อมิลลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 2)

Time interval	Mouthwash	Mean differences (log CFU/ml)	Std. Error (log CFU/ml)	Sig. (2-tailed)
Before – 1 hour	PG vs. Saline	.567	.072	<.001*
	CHX vs. Saline	.971	.076	<.001*
Before – 1 week	PG vs. CHX	.404	.089	<.001*
	PG vs. Saline	.345	.105	.004*
	CHX vs. Saline	.581	.120	<.001*
	PG vs. CHX	.228	.133	.251

\*  $p\text{-value} \leq .05$

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากทั้งสามชนิด ที่ 1 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ ระหว่างน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน น้ำเกลือ และน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน

**Table 2** Comparison of mean differences of the level of Streptococcus mutans between each group after using mouthwash for 1 hour and 1 week

## บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน สามารถลดปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ในน้ำลายของอาสาสมัครที่จัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นได้อย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 1 ชั่วโมง และหลังใช้อย่างต่อเนื่อง 1 สัปดาห์ โดยน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนได้มีการศึกษาถึงความปลอดภัยในสัตว์ทดลอง<sup>(10)</sup> และอาสาสมัครที่ไม่ได้รับการจัดฟัน<sup>(11)</sup> การที่จำนวนเชื้อภายหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน และน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนมีได้ลดลงจนเป็นศูนย์เหมือนกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ<sup>(10)</sup> อาจเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยในช่องปากน้ำยาบ้วนปากจะถูกเจือจางจากน้ำลายทำให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อลดลง และเชื้อแบคทีเรียในช่องปากจะอยู่รวมกันในรูปไบโอฟิล์มและคราบจุลินทรีย์<sup>(12, 13)</sup> ทำให้การซึมผ่านของสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน และสารคลอเฮกซิดีนไปสู่เชื้อแบคทีเรียที่อยู่ภายในไบโอฟิล์มขึ้น ความเป็นไปได้ประการหนึ่งคือ ในน้ำลายมีสารไกลโคโปรตีน และประจุเรขาคณิตต่างๆ ซึ่งอาจไปรบกวนสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนและคลอเฮกซิดีน ทำให้ไม่สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ<sup>(14)</sup> นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างน้ำลายของอาสาสมัครเกิดขึ้นภายหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากเป็นเวลา 1 ชั่วโมง อาจทำให้เชื้อแบคทีเรียที่หลงเหลืออยู่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้อีก

จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อสเตรปโตคอคคัสมิวแทนส์ภายหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากเป็นเวลา 1 ชั่วโมงพบว่า

ประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนในการลดปริมาณเชื้อมีระดับต่ำกว่าน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน สาเหตุอาจเกิดจากสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนมีลักษณะโครงสร้างใกล้เคียงกับสารโคโคซาน คือเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ประกอบขึ้นจากน้ำตาลหลายชนิด(10, 14, 15) จึงทำให้ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ในน้ำลายได้ง่าย ในขณะที่คลอเฮกซิดีนเป็นสารสังเคราะห์ที่สลายตัวยากและประจุบวกของคลอเฮกซิดีนสามารถจับกับพื้นผิวต่างๆ ในช่องปากทำให้ตกค้างอยู่ได้เป็นเวลานานกว่า<sup>(16)</sup>

อย่างไรก็ดี ประสิทธิภาพการลดเชื้อระหว่างน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนเปรียบเทียบกับน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีนภายหลังการใช้อย่างต่อเนื่องนาน 1 สัปดาห์พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากที่ใกล้เคียงกันภายหลังการใช้อย่างต่อเนื่องนานหนึ่งสัปดาห์ ในระหว่างการวิจัยมีอาสาสมัครจำนวนหนึ่งให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงรสชาติของน้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้เกี่ยวกับรสชาติขมของน้ำยาบ้วนปากชนิดนี้<sup>(17)</sup> นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งนี้มีอาสาสมัคร 1 รายที่พบการติดเชื้อบริเวณรอบเครื่องมือจัดฟันหลังใช้คลอเฮกซิดีนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ซึ่งตรงกับรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้เรื่องการติดเชื้อของคลอเฮกซิดีน<sup>(17)</sup> ในขณะที่อาสาสมัครที่ใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนไม่พบการติดเชื้อ

จากการเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ในอาสาสมัครที่ไม่ได้รับการจัดฟัน<sup>(11)</sup> พบว่ามีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาพบว่า น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนจะมีความสามารถในการลดเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีเทนส์ได้น้อยกว่า น้ำยาบ้วนปากคลอเฮกซิดีน แต่อย่างไรก็ตาม สารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ ดังนั้น น้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียนจึงอาจเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มประชากรที่มีอาการแพ้สารคลอเฮกซิดีนหรือต้องการหลีกเลี่ยงผลข้างเคียงจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์

1. Gorelick, L., Geiger, A. M., and Gwinnett, A. J. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982;81: 93-8.
2. Bloom, R. H., and Brown, L. R., Jr. A Study of the Effects of Orthodontic Appliances on the Oral Microbial Flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964;17: 658-67.
3. Jordan, C., and LeBlanc, D. J. Influences of orthodontic appliances on oral populations of mutans streptococci. *Oral Microbiol Immunol* 2002;17: 65-71.
4. Sol Silverman, J. a. R. W. Antimicrobial mouthrinse as part of a comprehensive oral care regimen: Safety and compliance factors. *J Am Dent Assoc* 2006;137: 22S-6S.
5. Beaudouin, E., Kanny, G., Morisset, M., Renaudin, J. M., Mertes, M., Laxenaire, M. C., et al. Immediate hypersensitivity to chlorhexidine: literature review. *Eur Ann Allergy Clin Immunol* 2004;36: 123-6.
6. Koshy, G., Corbet, E. F., and Ishikawa, I. A full-mouth disinfection approach to nonsurgical periodontal therapy--prevention of reinfection from bacterial reservoirs. *Periodontol* 2000 2004;36: 166-78.
7. จิตริรัตน์ ปานม่วง, และ สุนันท์ พงษ์สามารถ. การแยกสารโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกทุเรียน (*Durio zibethinus* L.). *ว สงขลานครินทร์ วิทยาศาสตร์* 2541;21: 323-32.
8. สุนันท์ พงษ์สามารถ, นันทวัน นันทวนิช, และ วิมลมาศ ลิปิพันธ์. การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในหลอดทดลองของสารโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกของผลทุเรียน. *ว สงขลานครินทร์ วิทยาศาสตร์* 2545;24: 31-8.



9. ผกาวัลย์ มุสิกพงศ์, พสุธา รัชัญญะกิจไพศาล, และ สุนันท์ พงษ์สามารถ. ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ และเชื้อแอคติโนแบซิลลัส แอคติโนมัยซีเทมโคมิแทนส์ ของเจลโพลีแซคคาไรด์ที่สกัดจากเปลือกทุเรียน. *ว ทันต จูฬาฯ* 2548;28: 137-44.
10. พสุธา รัชัญญะกิจไพศาล, สุนันท์ พงษ์สามารถ, และ วิจิตร บรรณูรา. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารโพลีแซคคาไรด์สกัดจากเปลือกทุเรียน ระยะที่ 1. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร: 2551.
11. พสุธา รัชัญญะกิจไพศาล, กิตติพงษ์ หนูไทย, ณฤดี ลิ้มปวงทิพย์, สุภรต์ สักดาการกุล, และ เบญจา อิศรางกูร ณ อยุธยา. ผลของน้ำยาบ้วนปากเปลือกทุเรียนที่มีต่อการลดจำนวนเชื้อ S.mutans ในน้ำลายเทียบกับน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของ 0.2% chlorhexidine และน้ำเกลือ. เอกสารประกอบงานวันวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2552; กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2552.
12. Bradway, S. D., Bergey, E. J., Jones, P. C., and Levine, M. J. Oral mucosal pellicle. Adsorption and transpeptidation of *salivary components to buccal epithelial cells*. *Biochem J* 1988;42: 887-96.
13. Kolenbrander, P. E. Intergeneric coaggregation among human oral bacteria and ecology of dental plaque. *Annu Rev Microbiol* 1988;42: 627-56.
14. ทศนี สลัดขะนันท์, นวลฉวี หงษ์ประสงศ์, สุนันท์ พงษ์สามารถ, วันดี อภิณห์สมิต, and และ พสุธา รัชัญญะกิจไพศาล. สารพอลิแซ็กคาไรด์เจลสกัดจากเปลือกทุเรียน:ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์และแอคติโนแบคทีเรียแอคติโนมัยซีเทมโคมิแทนส์. *ว ทันต จูฬาฯ* 2550;30: 235-44.
15. ผกาวัลย์ มุสิกพงศ์, พสุธา รัชัญญะกิจไพศาล, และ สุนันท์ พงษ์สามารถ. ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัสมีแทนส์ และเชื้อแอคติโนแบซิลลัส แอคติโนมัยซีเทมโคมิแทนส์ ของเจลโพลีแซคคาไรด์ที่สกัดจากเปลือกทุเรียน. *ว ทันต จูฬาฯ* 2548;28: 137-44.
16. Jenkins, S., Addy, M., and Wade, W. The mechanism of action of chlorhexidine. A study of plaque growth on enamel inserts in vivo. *J Clin Periodontol* 1988;15: 415-24.
17. Jones, C. G. Chlorhexidine: is it still the gold standart? *Periodontol 2000*: 55-62.

# อัตราความชุกของโรคฟันผุด้านประชิดที่พบจากภาพรังสีในผู้ป่วยกลุ่มหนึ่ง จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สมชัย มโนพัฒน์กุล\* อรนุช เจียรสูจิตวิมล\*

## บทคัดย่อ

ฟันผุเป็นโรคฟันที่พบบ่อยที่สุด ผู้ป่วยอาจมีรอยผุด้านประชิดซึ่งตรวจไม่พบทางคลินิก รอยโรคเหล่านี้ควรได้รับการตรวจทางภาพรังสีก่อนจัดฟัน ในระหว่างจัดฟันควรถ่ายภาพรังสีเพื่อประเมินการดำเนินของโรคและตรวจหาโรคใหม่ การศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราความชุกและการกระจายของฟันผุในผู้ป่วยกลุ่มหนึ่งโดยใช้ภาพถ่ายรังสีกัดปีก (bitewing radiograph) ทดสอบความถี่ของฟันผุด้านประชิดว่าขึ้นกับด้าน (ซ้ายหรือขวา) หรือ ขากรรไกร(บนหรือล่าง) ด้วยการทดสอบไคกำลังสอง จากผู้ป่วย 76 คน ผลพบว่าผู้ป่วยมีฟันผุด้านประชิดอย่างน้อยหนึ่งด้าน 36 คน (คิดเป็นร้อยละ47.37) พบฟันผุด้านประชิดเฉลี่ยต่อผู้ป่วยหนึ่งคนคือ 3.64 ด้าน (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน=2.76) จากรอยโรคทั้งหมด พบเป็นฟันผุเฉพาะชั้นเคลือบฟัน 91 ด้าน และฟันผุถึงเนื้อฟัน 40 ด้าน ไม่พบว่าความชุกของฟันผุด้านประชิดขึ้นกับด้านหรือขากรรไกร ( $p>0.05$ ) ร้อยละของฟันผุด้านประชิดมีค่าต่ำกว่าการศึกษาเดิม แต่จำนวนด้านฟันผุเฉลี่ยต่อคนมีค่าสูง อีกทั้งยังพบฟันผุในชั้นเคลือบฟันซึ่งตรวจไม่พบทางคลินิกถึง 91 ด้าน จึงอาจแนะนำว่าควรถ่ายภาพรังสีกัดปีกและให้ความรู้ทางด้านทันตกรรมป้องกันแก่ผู้ป่วยจัดฟันใหม่ทุกราย

**คำสำคัญ :** การรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน • อัตราความชุกของโรค • ฟันผุด้านประชิด • ภาพรังสี

## Prevalence rate of radiographically diagnosed proximal caries in a group of patients at the Faculty of Dentistry, Mahidol University

Somchai Manopatanakul \* Oranuch Jearnsujitwimol\*

## Abstract

Dental caries is the most common dental disease. Some patients may have clinically undetectable proximal caries which requires bitewing radiographs prior to orthodontic treatment. During treatment, to reevaluate the existent proximal caries and assess new lesions, more radiographic examination will be required. If the prevalence rate of the caries is known, the frequency of repeat radiographic examination can be established precisely. It is the aim of this study to evaluate the prevalence rate and site-distribution of the proximal caries in a group of patients. The bitewing radiographs of seventy-six patients prior to treatment at Department of Hospital Dentistry, Mahidol University were examined. Chi-square test was utilized to test whether the presence of proximal caries was due to the dependence of two variables, sides (left or right) and dental arches (maxilla or mandible). The result showed that thirty-six patients (47.37 per cent) showed at least one surface of proximal caries. The mean of proximal carious surfaces was 3.64 surfaces per person. (S.D.=2.76) Among these lesions, 91 lesions were confined enamel caries and 40 lesions were dental caries. There is no significant dependence between the proximal caries prevalence neither on sides nor dental arches. ( $p>0.05$ ) To summarize, the percentage of individual with proximal caries of this group of patients is lower than previous studies. However, the average surfaces of proximal caries per person were not low. In addition, the distribution of caries showed 91 clinically undetected enamel caries. Therefore, it is recommended to have the bitewing radiograph and preventive dentistry for new orthodontic patients.

**Key words:** orthodontic treatment • prevalence rate • proximal caries • radiography

\* ภาควิชาทันตกรรมโรงพยาบาล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

\* Department of Hospital Dentistry, Mahidol University

## Introduction

Dental caries is one of the most common dental diseases. The cost of treatment increases dramatically from an incipient lesion to an exposed pulp. Early detection of caries helps reduce this expense. It also eases the treatment procedure and the dental visits significantly. While occlusal and smooth surface caries are easily detected and treated, proximal caries detection is more complicated.

Lith and his colleagues suggested that clinical examination under-detected proximal caries.<sup>(1)</sup> Therefore, bitewing radiography seems to be the practical way for proximal lesions detection.<sup>(2)</sup> However, the accuracy of this radiograph is skeptical. A false positive is not uncommon especially when the prevalence rate of caries is low.<sup>(3)</sup> Treatment options according to this diagnostic method are also confusing. When the outer wall of the enamel is violated and the cavity is formed, the treatment of choice is restoration. However, when the cavity is still confined to the enamel, treatment options are intriguing. Although, overtreatment by filling is recommended by some operators<sup>(4)</sup>, the remineralization process also provides a cheaper non-aggressive option. To arrest the caries process, extensive oral hygiene instruction, information about dietary habits and fluoride application should be designated. In addition, repeat bitewing radiography should be cautiously done. This process is made so that the carious lesion would be detected before reaching the inner half of the dentin.<sup>(5)</sup> While the radiographic guideline is recommended, the bitewing radiograph to detect the caries in the individual patient should be exercised circumspectly. Moles and Downer found that this guideline for the frequency of bitewing radiography is too permissive for dentists.<sup>(6)</sup> Individual intervals between repeat bitewing radiographs also are determined by the caries risk, in other words, prevalence rate of caries in the community.

In orthodontic extraction cases where removal of some permanent teeth is necessary, orthodontists have always been requested that a tooth with caries be removed instead of a sound one. However, removal of a defective tooth causes treatment time to be longer or treatment procedure to be more complicated in some cases. Therefore, it is of value to know whether proximal caries detected in the radiograph are true positive caries. As shown previously, preventive dentistry might arrest the caries process. On the other hand, the unwanted effect that may happen will be undetected proximal caries. Because only caries extending into dentin shows cavity formation clinically<sup>(2)</sup>, enamel caries is not detectable. This enamel caries, if left untreated may extend into the inner half of the dentin or pulp

cavity during orthodontic treatment. Even worse, it may not be detected during orthodontic treatment if the teeth were banded. This scenario can be avoided by preventive dentistry. Otherwise, it may cause patient's disapproval especially in extraction cases. Ultimately, it is also the individual caries risk or the prevalence rate of caries in the community which determines the progression of caries and finally affects the decision of an orthodontist.

Hugoson and his colleagues investigated proximal caries in 1973, 1983 and 1993. In the age group of 30-year-olds, they reported the carious proximal surface of 1.7, 3.3 and 3.6 surfaces per person respectively.<sup>(7)</sup> While the authors reported that overall oral health improved greatly in this 30-year period study, proximal caries did not. Studies by Fosling et al. and Bjarnason and Grondahl investigated proximal caries in teenagers only.<sup>(8,9)</sup> While Fosling et al. showed that 69.3 per cent of individuals had proximal caries,<sup>(8)</sup> Bjarnason and Grondahl reported the higher percentage of 94 per cent.<sup>(9)</sup>

Although, the information of DMFT and DMFS are available in Thailand, there is poor correlation between occlusal surface caries and proximal caries.<sup>(9)</sup> In addition, proximal caries that confines to enamel cannot be detected clinically. While proximal caries information in Thailand is available mainly for Thai children, the prevalence rate of the proximal caries from bitewing radiographs in adults is lacking. Further, little is known about the site-distribution of the proximal caries in Thai. Furthermore, at present, there is no report evaluating the dependence of proximal caries prevalence on the sides and dental arches. Therefore, it is the aim of this study to report the prevalence rate and site-distribution of the proximal caries from the bitewing radiographs. The test whether the presence of the proximal caries was due to the dependence of two variables, sides and dental arches, will also be carried out.

## Material and method

The bitewing radiographs of 76 patients who were accepted in the Department of Hospital Dentistry, Mahidol University were analyzed. All patients were exposed to the bitewing radiography with Belmont Searcher model DX 068 dental X-ray machine, operating at 65 kV, 8 mA and 200 mm SSD (Takara Belmont, Japan). Kodak D-Speed films were used. (Carestream Health Inc., US) The films were developed manually as recommended by the company using Kodak developer and fixing solutions. (Carestream Health Malaysia Sdn. Bhd., Malaysia). The radiographs were read by six dental students who were trained

by one staff member of the Department of Hospital Dentistry(SM). All students had access to all films of a single patient at the time of the reading. Three light boxes with viewers providing a two-time magnification were used. All radiographic interpretations were reexamined by experienced staff members of the Department. At the time of radiography, all patients lived in Bangkok with a natural drinking water content of fluoride under 1 part per million.

The proximal surfaces were read from the mesial surface of the first permanent premolar to the distal surface of the second molar. There have been various categorizations reported in previous studies. This study

proposed a systematic and detailed categorization. The category for the reading was coded 0 when sound enamel is detected. It was coded E1 when the caries was confined to the outer third of the enamel. E2 stood for the enamel caries that extended more than one third but no more than two thirds of the enamel thickness. E stood for the enamel caries that extended more than two thirds of the enamel thickness. Likewise, dentin caries was coded in the same way except for the alphabet was changed to D. When the caries progressed into the pulpal cavity, it was designated as P. This categorization was summarized in Table 1.

**Table 1** The categorization of the severity of proximal caries and their code designation.

Code	Radiographic characteristics
0	Sound enamel
E1	Enamel caries confined to the outer third of the enamel thickness.
E2	Enamel caries extended more than one third but no more than two thirds of the enamel thickness.
E	Enamel caries extended more than two thirds of the enamel thickness.
D1	Dentin caries confined to the outer third of the dentin thickness.
D2	Dentin caries extended more than one third but no more than two thirds of the dentin thickness.
D	Dentin caries extended more than two thirds of the dentin thickness.
P	Dental caries exposed pulpal cavity.

## Results

Among seventy-six patients, twelve men and twenty-four women (36 patients) showed at least one surface of proximal caries. These consisted of 47.37 per cent of the overall patients. The average age of these patients was 29.19 years. (S.D. =10.14) The total number of teeth with proximal caries was 118. The total number of surfaces with caries was 131. The mean of carious surfaces was 3.64 surfaces per person. (S.D. =2.76) Three of these lesions exposed the pulpal cavity and required endodontic treatment. There were 49 and 42 surfaces of maxillary and mandibular enamel caries, respectively. There were 24 and 16 surfaces of maxillary and mandibular dentin caries, respectively. There was more proximal caries surfaces and teeth in the maxillary teeth than the mandibular teeth. The total number of enamel caries was 91 surfaces. The sum of the dentin caries of the maxillary and mandibular teeth was 40 surfaces. The site-distribution of the proximal

caries is shown in Tables 2 and 3, and Figure 1. For the maxillary arch, the most prevalent proximal caries were found on the first molar. By contrast, in the mandibular arch, proximal caries was most prevalent on the second premolar. The contingency table (Table 4) illustrates the sides (left or right) and dental arches (maxillary or mandibular arches) of the radiographic diagnosis of proximal caries by counting tooth surfaces. Table 5 is the similar contingency table, however, with the different unit count of number of tooth. To assess the dependence of the prevalence of the proximal caries on sides and dental arches, the Chi-square analysis was utilized. When the data from contingency table counted by surface of proximal caries (Table 4) were analyzed, no significant dependence was found on both factors, side and dental arch. ( $p > 0.05$ ). A similar Chi-square analysis was made on the contingency table counted by number of tooth (Table 5), and again no significant dependence was found ( $p > 0.05$ ).

**Table 2** The distribution of the proximal caries of the maxillary teeth. (Di:Distal, Me:Mesial)

Tooth	17		16		15		14		24		25		26		27		Total
Surface	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	
Enamel caries	E2	E2	E1	E1	E2	E1	E1		E2	E1	E1	E1	E2	E1		E2	
		E2	E1	E2		E2	E2		E2			E2	E2	E1		E2	
			E2	E2		E2	E2		E2			E2	E2	E2		E2	
			E2	E2		E2	E2		E2			E2	E2	E2			
			E	E			E2					E2		E2			
							E2					E2		E2			49
Dentin caries		D1	D1	D1	D	D2	D2		D1			D1	D1	D2		D2	
				D1		D			D1			D2	D1				
									D1			D2					
									D2			D2					
									D								21
Exposed pulp					P						P						
					P												3
Total (surfaces)	1	3	6	7	4	6	7	0	9	1	2	10	6	7	0	4	73
<b>Total (tooth)</b>	<b>3</b>		<b>11</b>		<b>9</b>		<b>7</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>		<b>4</b>		<b>67</b>

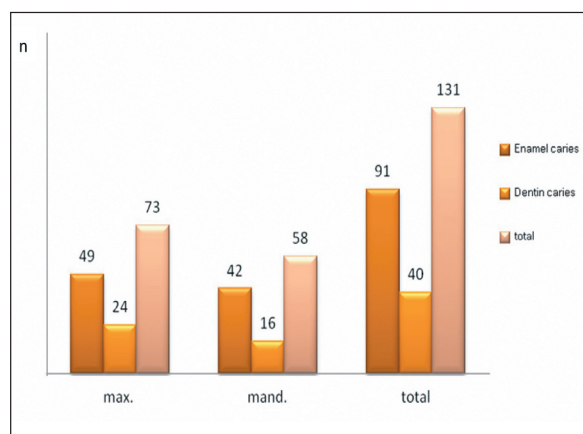
**Table 3** The distribution of the proximal caries of the mandibular teeth. (Di:Distal, Me:Mesial)

Tooth	37		36		35		34		44		45		46		47		Total
Surface	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	Di	Me	
Enamel caries		E2	E2	E2	E1	E1	E1		E1		E1	E1	E2	E2		E1	
		E2	E2		E1	E2			E2		E2	E2	E2	E2		E1	
		E2	E2		E2	E2			E2		E2	E2	E2			E2	
		E2	E2						E2		E2	E2				E2	
		E2									E2	E				E2	
																E2	42
Dentin caries	D1		D1	D2	D	D1	D1		D1		D2		D		D2	D1	
			D	D	D						D						
					D												16
Total (surfaces)	1	5	6	3	6	4	2	0	5	0	7	5	4	2	1	7	58
<b>Total (tooth)</b>	<b>6</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>2</b>		<b>5</b>		<b>8</b>		<b>5</b>		<b>8</b>		<b>51</b>

E1, Enamel caries confined to the outer third of the enamel thickness; E2, Enamel caries extended more than one third but no more than two thirds of the enamel thickness; E, Enamel caries extended more than two thirds of the enamel thickness; D1, Dentin caries confined to the outer third of the dentin thickness; D2, Dentin caries extended more than one third but no more than two thirds of the dentin thickness; D, Dentin caries extended more than two thirds of the dentin thickness; P, Dental caries exposed pulpal cavity.



**Fig. 1** The site-distribution of enamel and dentin caries surfaces (n) of maxillary (max.), mandibular (mand.) and both maxillary and mandibular teeth. (total)



**Table 4** The summary of the number of tooth surfaces with carious lesions, distributed by side and dental arch

Tooth Surface	Right side	Left side	Total
Maxillary tooth	34	39	73
Mandibular tooth	27	31	58
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>70</b>	<b>131</b>

**Table 5** The summary of the number of tooth with carious lesions, distributed by side and dental arch

Tooth	Right side	Left side	Total
Maxillary tooth	30	37	67
Mandibular tooth	25	26	51
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>118</b>

## Discussion

Site-distribution and prevalence rate of proximal caries help determine options of treatment for proximal carious lesions. Firstly, the result of this study could not detect the site-distribution dependence on sides or arches. Secondly, the prevalence rate may indicate the progression of dental caries. Therefore, it determines the interval between repeat bitewing radiography. Knowing the prevalence rate of the proximal caries may enhance clinicians' ability to accurately interpret and treat proximal caries. The result may be the reduction of the cost of the dental treatment. Orthodontic treatment that requires extraction of some teeth leaves no choices for other teeth to be extracted. Early accurate diagnosis of both incipient and advanced dental caries aids an orthodontist's decision concerning extraction or conservation of particular teeth.

The number of carious surfaces per person of this study is similar to a previous study of the same age range.<sup>(7)</sup>(3.60 surfaces/person compared with 3.64 surfaces/person in the present study) The percentage of the individuals with proximal caries in this study, however,

is much lower than previous studies. The percentage of the individuals with proximal caries in this study was only 47.37 per cent for patient with mean age of 29.19. Others reported the percentage of 69.3 and 94 per cent in teenager groups.<sup>(8,9)</sup> This may be due to the sample of this study. They are in different age group. This study also was carried out in the Faculty of Dentistry. All patients seek dental treatment which may indicate their attitude towards dental health and their dental health status. It may be because the patients of the Faculty of Dentistry clinic can be divided into two groups, one with rampant caries and another with good oral health. This may explain why the percentage of the individual with proximal caries is low; however, the mean number of carious surfaces per person is not low. They also have to pay the cost of dental treatment. Although, it is partly supported by the government, the patients still consider this relatively expensive. Their positive attitude of seeking dental treatment may explain the low prevalence rate group.

As mentioned before, only caries extending into dentin shows cavity formation clinically.<sup>(2)</sup> Due to the result of this study, it is quite clear that proximal bitew-

ing radiographs are required before orthodontic treatment commencement. Although the prevalence of the proximal caries is lower than that of other studies<sup>(8,9)</sup>, the enamel caries of 91 surfaces may be missed out if there are no bitewing radiographs.

The accuracy of proximal radiograph gives more of the false positive when the prevalence rate of caries is low.<sup>(3)</sup> Hence, it should be noted here that proximal bitewing radiographs should be interpreted cautiously. In case non-aggressive preventive dentistry is possible, repeat bitewing radiography should be done so that the carious lesion would be detected before reaching the inner half of the dentin. We still recommend that the interval between taking bitewing radiographs should be determined by the caries risk, individually.

To arrest the caries process, preventive dentistry is the best solution. Extensive oral hygiene instruction, information about dietary habits and fluoride application should be given to every patient. Moreover, it should be done especially for the patient with high caries risk.

## Conclusion

The percentage of individuals with proximal caries of this group of 30 years old patients from the Faculty of Dentistry, Mahidol University is lower than in previous studies. However, the average surfaces of proximal caries per person were not low. The distribution of the proximal caries from the bitewing radiographs showed that the clinically undetected proximal caries of 91 surfaces. Hence, bitewing radiography is still recommended as per caries risk. As mentioned before, these patients were clearly separated into two groups. Due to this dichotomy of two groups of patients, interpretation of the bite-wing radiograph is not difficult; however, it should be done with caution to prevent false negative results. This study consisted of a select sample and the sample size is quite small. This was a study of an older age group than the typical orthodontic patient, so the findings may not be directly applicable to younger age

groups. Future study will be required and expansion of the sample to increase both the sample size and age groups is certainly needed. Finally, it is still always recommended that preventive dentistry is the main key to good oral health of every patient.

## Acknowledement

The assistance with the statistical analysis from Assist.Prof.Dr. Somsak Mitirattanakul is truly appreciated.

## References

1. Lith A, Lindstrand C, Grondahl HG. Caries development in a young population managed by a restrictive attitude to radiography and operative intervention: I. A study at the patient level. *Dentomaxillfac Radiol* 2002;31:224-31.
2. Mejare I, Grondahl HG, Carlstedt K, Grever AC, Ottosson E. Accuracy at radiography and probing for the diagnosis of proximal caries. *Scand J Dent Res* 1985;93:178-84.
3. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res* 2004; 83 Spec No C:C72-5.
4. Elderton RJ. Overtreatment with restorative dentistry: when to intervene? *Int Dent J* 1993;43:17-24.
5. Schwartz M, Pliskin JS, Grondahl HG, Boffa J. The expected benefits from alternative frequencies of bitewing radiograms. *Acta Odontol Scand* 1986;44:11-6.
6. Moles DR, Downer MC. Optimum bitewing examination recall intervals assessed by computer simulation. *Community Dent Health* 2000;17:14-9.
7. Hugoson A, Koch G, Gothberg C, Helkimo AN, Lundin SA, Norderyd O, et al. Oral health of individuals aged 3-80 years in Jonkoping, Sweden during 30 years(1973-2003). II. Review of clinical and radiographic findings. *Swed Dent J* 2005;29: 139-55.
8. Forsling JO, Halling A, Lundin SA, Paulander J, Svenson B, Unell L, et al. Proximal caries prevalence in 19-year-olds living in Sweden. A radiographic study in four counties. *Swed Dent J* 1999;23:59-70.
9. Bjarnason S, Grondahl HG. Relationships between free smooth surface and proximal caries in the young permanent dentition. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996;24:7-10.

## การรักษาภาวะคอนดัยล์เจริญมากกว่าปกติเพียงด้านเดียว : รายงานผู้ป่วย

ศศิบุษบา พิมลสินทวี\* สุปราณี ดีเสมอ\*\* สิริพงศ์ สิทธิสมวงศ์\*\*\*

### บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นรายงานผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 21 ปี 1 เดือน มีภาวะคอนดัยล์ทางด้านขวาเจริญมากกว่าปกติเพียงด้านเดียว ใบหน้าไม่สมมาตร คางเบี้ยงเบนไปทางด้านซ้าย 18 มิลลิเมตร ใบหน้าด้านข้างมีลักษณะเว้า มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่สามในแนวหน้าหลัง และภาวะสบเปิดในแนวดิ่ง ระบายสบฟันบนและล่างลาดเอียงลงด้านล่างขวา การสบฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งและฟันเขี้ยวมีความสัมพันธ์ประเภทที่สามทั้งด้านซ้ายและด้านขวา มีฟันหน้าล่างสบคร่อมฟันหน้าบน และฟันหลังล่างสบคร่อมฟันหลังบนตั้งแต่ฟันคุดซี่กลางบนซ้ายถึงฟันกรามบนซ้ายซี่ที่สอง ฟันกรามน้อยบนขวาซี่แรกมีลักษณะสบไขว้ทั้งซี่ ร่วมกับแนวกึ่งกลางของฟันคุดกลางบนเบี้ยงเบนไปทางซ้ายจากแนวกึ่งกลางใบหน้า 2 มิลลิเมตร และแนวกึ่งกลางของฟันคุดกลางล่างเบี้ยงเบนไปทางด้านซ้ายจากแนวกึ่งกลางใบหน้า 10.5 มิลลิเมตร ผู้ป่วยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรบนและล่าง และการตัดข้อต่อขากรรไกร ผลการรักษาที่ได้รับพบว่าผู้ป่วยมีการสบฟันที่เป็นปกติและรูปหน้าที่สมมาตร

**คำสำคัญ :** ภาวะคอนดัยล์เจริญมากกว่าปกติ • ใบหน้าไม่สมมาตร

## Treatment of unilateral active condylar hyperplasia : A case report

Sasibusaba Pirmsinthevee\* Supraanee Deesamer\*\* Siripong Sittisomwong\*\*\*

### Abstract

This article presents the case of a Thai woman aged 21 years and 1 month old at her initial consultation who had facial asymmetry secondary to the active unilateral right condylar hyperplasia, with chin deviation to the left 18 mm., concave profile, skeletal Class III and deep-bite pattern in vertical plane. The occlusal plane was slightly canted downward to the right. The right and the left molars and canines were in Class III relationship. There were anterior and posterior crossbite of #21 - #27 and #15 showed scissor-bite. The upper dental midline deviated from mid-sagittal plane to the left 2 mm., and the lower dental midline also deviated from mid-sagittal plane to the left 10.5 mm. The patient was treated with a combination of orthodontic treatment and two-jaw surgery with high right side condylectomy. The results of the treatment produced good esthetics and acceptable occlusal relationships and function.

**Key words:** condylar hyperactivity • condylar hyperplasia • facial asymmetry

\* นักศึกษาปริญญาโทสาขาทันตกรรมจัดฟัน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\* ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\*\* ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\* Postgraduate student in Master of Science [Orthodontics], Khon Kaen University

\*\* Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

\*\*\* Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

## Introduction

Condylar hyperplasia of the mandible is a situation of overdevelopment involving the size and morphology of the condyle and the condylar neck<sup>(1)</sup>. The major features of it include an enlargement of the affected condyle, elongation of condylar neck, outward bowing and downward growth of the body, and ramus of the mandible on the affected side<sup>(2)</sup>. According to Obwegeser in 2001<sup>(3)</sup>, there are three clearly definable forms of condylar hyperactivity: type I, type II, and type III. Type I is hemimandibular hyperplasia; mandible on the affected side becomes larger in volume in all its sections (the condyle and its neck, ascending ramus and its body) and extending to the symphysis only, without chin deviation. Type II is hemimandibular elongation, there is elongation of one half of the mandible with displacement of the chin prominence to contralateral side and with typical crossbite but without the increase in the volume of the affected side. This type of malformation also can lead to significant facial asymmetry, mandibular deviation, malocclusion with cant of the occlusal plane, and articular dysfunction<sup>(2,4,5)</sup>. Lastly is type III which this type is the combination of elongation and hyperplasia. The affected side is increased in volume together with chin deviation to the other side and rotation of the occlusion.

The condylar hyperplasia usually occurs during puberty or early adolescence, and continues the deformity until the growth is complete, which is normally by the end of the second decade. If this deformity has occurred before the completion of growth, the occlusal plane is usually canted because of dental compensation. But if it presents after the growth is completed, posterior openbite is usually

apparent<sup>(1,2,6)</sup>. Traditionally, the surgical methods of bilateral mandibular ramus osteotomy have been used to treat the facial deformity of condylar hyperplasia in nongrowing patients<sup>(1,2,5)</sup>. The combined methods of mandibular ramus osteotomy and condylar surgery may be indicated in the cases which still have active condylar hyperplasia<sup>(1)</sup>.

The following case report presents the pre-treatment, pre-surgical, and post-treatment records of a patient with unilateral right active condylar hyperplasia type II (hemimandibular elongation) treated with a combination of orthodontic treatment and double jaws orthognathic surgery (Le Fort I osteotomy and bilateral sagittal split ramus osteotomy) and unilateral condylectomy.

## Case history

A twenty one years old female had a problem of the asymmetrical face with severe chin deviation to the left side. She had a history of right TMJ trauma when she was two years old. She noticed her chin deviation at the age of 16. She was healthy without any significant medical problems. The patient had good attitude in receiving dental health care and she was well motivated to have orthodontic treatment.

## Clinical evaluation

### Extra-oral assessment

The patient had an asymmetrical mesofacial type, with slightly increased lower anterior facial height. Level of the left eye and ear were lower than those on the right. Lips were incompetent at rest with 3 mm. interlabial gap. The lip line canted downward to

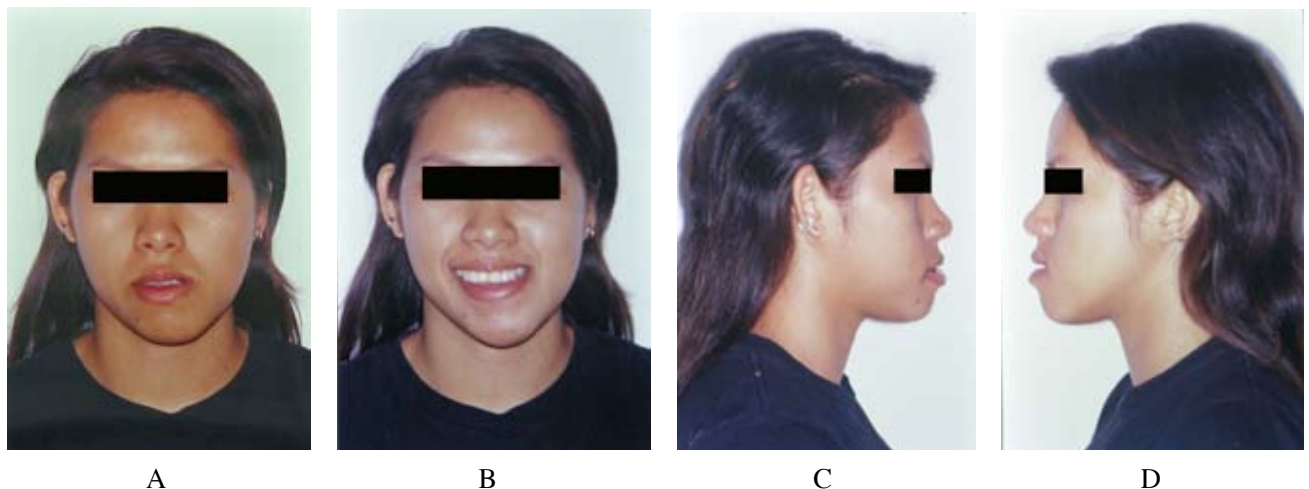


Figure 1 A, B, C, D Pre-treatment extraoral photographs



the right side. Upon smiling, 100% of upper incisor crowns were displayed and the teeth were exposed to the mesial half of the second premolars. The level of the left gonion was lower than the right side. The chin point deviated to the left side 18 mm. She had a concave profile with normal nasolabial angle. She had slightly protrusive upper lip with upper lip strain and severely protrusive lower lip. She had no signs or symptoms of jaw muscle but her mandible deviated to the right while opening. Her speech and swallowing patterns were normal. (Figure 1 A - D)

#### Intra-oral assessment

The patient had fair oral hygiene with generalized moderate plaque and calculus accumulation but with adequate attached gingival. Frenum, tongue, palate and tonsils appeared normal. Upper dental midline deviated from the midsagittal plane to the left 2 mm., as was the lower dental midline also deviated

from midsagittal plane to the left 10.5 mm. When compared to mid-chin point, the lower dental midline deviated to the right 7.5 mm.

The inter-arch relationship showed Class III canine and molar relationships on both sides. She presented a reverse overjet with -2 mm. and 3 mm. incomplete overbite. Both upper and lower occlusal planes slightly canted downward 5° to the right. The right upper first premolar (#14), the right upper second premolar (#15), the right upper first molar (#16), the left upper first premolar (#24), the left upper first molar (#26), the left lower first molar (#36) had amalgam fillings. The left upper second premolar (#25) had previous root canal treatment with severe loss of tooth structure and the right lower first molar (#46) had incomplete root canal treatment with an amalgam filling. CO-CR discrepancy was not present. (Figure 1 E - I)



E



F



G



H



I

Figure 1 E, F, G, H, I Pre-treatment intraoral photographs

#### Model analysis

She had an asymmetrical ovoid maxillary dental arch form due to buccal tipping of the left posterior teeth, similar to as well as an asymmetrical ovoid mandibular dental arch form due to lingual tipping of the left posterior teeth. Space available and space required in the maxillary arch were 81.5 and 83.5,

respectively, which resulted in 2 mm. of crowding. In the mandibular arch, there was 1 mm. of crowding from 62.5 mm. space available and 63.5 mm. space required. Both maxillary and mandible arches showed mild crowding, 2 mm. and 1 mm. respectively. The patient had crossbite from the left upper central incisor (#21) to the left upper second molar (#27), while the



upper right second premolar (#15) showed scissors bite. The Bolton's tooth size analysis showed no tooth size discrepancy. Anterior and posterior arch width were coincided between upper and lower arches.

## Radiographic evaluation

### Orthopantomogram

All teeth were present. The left lower third molar (#38) was mesioangular impacted against the cervical margin of the left lower second molar (#37). The right upper third molar (#18) and the left upper third molar (#28) were missing. No supernumerary tooth was present. There was good alveolar bone level and no pathology. Nasal floor and sinuses appeared normal. The mandibular asymmetry was clearly noticeable with the higher ramus-condyle section and the longer body section on the right than the left. The right condyle with its neck was clearly longer than the left. Neither the condyle nor its neck seemed enlarged in volume. (Figure 2 A)

### Periapical radiographs

The crown-to-root ratio of upper and lower anterior teeth was normal (1:1.5). There was no sign of root resorption. #25 had improper root canal filling with indistinct lamina dura. #46 had temporary filling and widening of PDL space.

### Lateral cephalogram

The pre-treatment lateral cephalogram (Figure 2B) indicated a mild Class III skeletal pattern ( $ANB = -0.5^\circ$ ) due to orthognathic maxilla ( $SNB 84.5^\circ$ ) and prognathic mandible ( $85^\circ$ ). Vertically, she had an opening rotation of the mandible resulting in a steep mandibular plane ( $FMA = 32^\circ$ ). The maxillary incisors were protruded ( $U1-NA = 8 \text{ mm.}$ ) and proclined ( $U1-SN = 115^\circ$ ) relative to cranial base, whereas the mandibular incisors were retroclined ( $IMPA = 85^\circ$ ). She had a straight facial profile (profile angle =  $176^\circ$ ) with decreased nasolabial angle ( $91^\circ$ ). There was extreme lower lip protrusion relative to esthetic line (4 mm.), with protrusive chin relative to the SN vertical (5.5 mm.). These findings are summarized in Table 1.

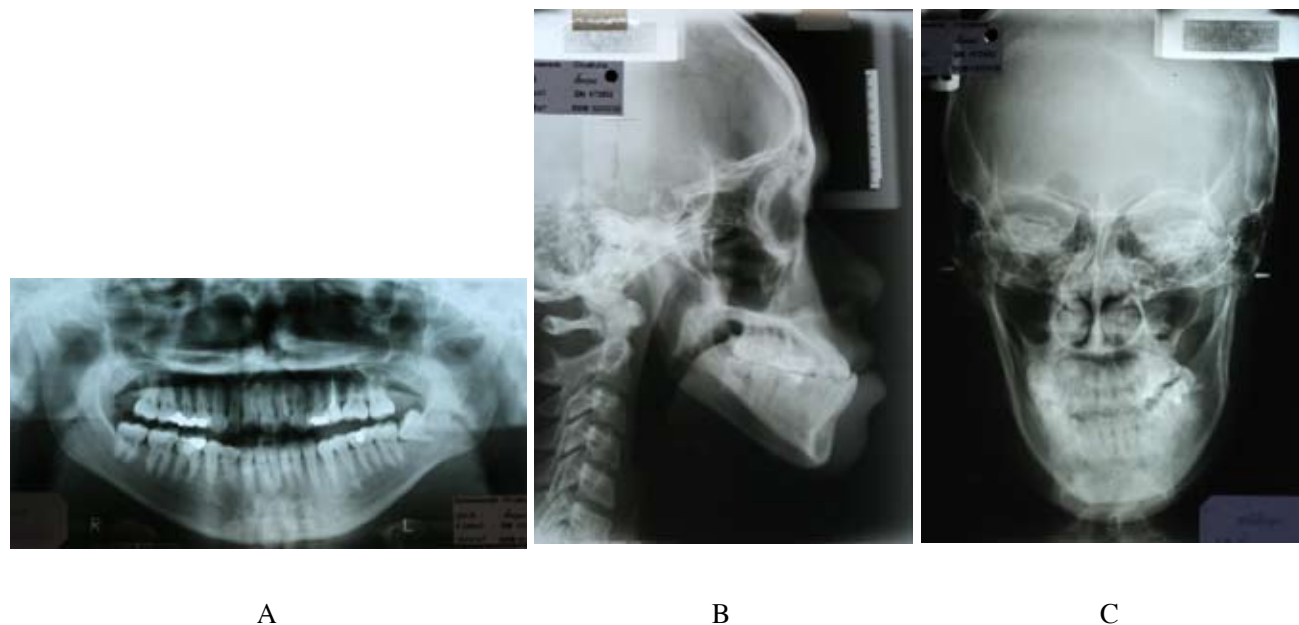


Figure 2 (A) Pre-treatment orthopantomogram, (B) Pre-treatment lateral cephalogram, (C) Pre-treatment postero-anterior cephalogram

### Frontal asymmetry analysis

The frontal analysis presented a significantly asymmetrical face due to the deviation of the mandible to the left and significantly tilted down on the right. The deviation was confirmed by 18 mm. difference of B1 offset and 6 mm. of Me-Ag distance which

indicated that chin was severely deviated to the left side. (Figure 2C)

### Bone Scintigraphy

Anterior and posterior whole body planar images were obtained approximately 3 hours after

intravenous injection of  $^{99m}\text{Tc}$  MDP. The study in November 2005 showed the increased uptake along mandible that extended to the right side. But there was no active growth plate in the whole skeleton. The impression was concluded as bone lesions mentioned above were considered active osteoblastic activity along the mandible with no other bone lesion.

### Treatment objectives

In order to correct the facial asymmetry and malocclusion, the treatment objectives were to correct the mandibular prognathism, correct asymmetric mandibular position and asymmetry of ramal height, correct upper and lower incisors position and inclination, correct anterior and posterior crossbite, obtain normal overjet and overbite, and good intercuspation, coincide upper and lower dental midline, and obtain acceptable facial profile and lips position.

### Treatment options and plan

During the consultation, the patient was informed about the treatment options as follows,

Option 1 : A combination of orthodontic treatment and two-jaw orthognathic surgery and by extraction #15, 25, 38. In this option #46 will be preserved by root canal treatment and re-evaluation, if #46 has a good prognosis and #48 will be referred for extraction later on. For the orthognathic surgery, Le Fort I osteotomy will be done in the maxilla and bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) with high condylectomy at the right TMJ will be done in the mandible.

Option 2 : Orthodontic treatment combined with two-jaw orthognathic surgery together with extraction #15, 25, 38, 46. This option will be chosen if #46 has a poor prognosis and it should be removed. The extraction space of #46 would be closed during presurgical orthodontic stage by moving #47 and #48 mesially. The orthog-nathic surgery would be the same as option 1.

### Treatment

After oral prophylaxis, the patient was referred to an oral surgeon for the extraction of her #15, 25 and surgical removal of #38 and #48. The fixed orthodontic appliances (0.022" slot "MBT prescription" edgewise brackets) were placed in April 2005. Aligning and

leveling started with 0.014" NiTi to 0.019" x 0.025" stainless steel continuous archwires. When approaching 0.019" x 0.025" stainless steel wire, the lingual buttons were placed at #17, 14, 24, and #27. Teeth numbers #14 and #24 were started to retract via powerchain on both buccal and ligual sides following with #13 and #23. Class II elastic (3/16", 3½ ounces) were placed on both sides to help the canine retraction. After the retraction of upper canines and upper first premolars were completed, the four maxillary incisors were retracted via powerchain. The upper and lower arches were coordinated.

After 1 year 8 months of treatment, the patient had a motorcycle accident causing subdural hemorrhage, fractured base of skull and unilateral facial palsy. So the surgery was postponed for at least 6 months until the neurological status was stable.

During the period of treatment, the bone scinti-graphy was performed again in December 2007. It revealed the increased radiotracer uptake at the right mandibular condyle region. So the oral surgeon decided to post-pone the surgery for at least one year, for observation of the rate of condylar growth. In September 2008 (after 3 years 5 months with orthodontic appliances), the bone scintigraphy was done again and revealed increasing of radiotracer uptake at the right mandibular condyle region, but no other significant change from the previous study. Due to the result of the latest bone scintigraphy, the surgeon decided to perform surgery. Double jaws surgery was done by Le Fort I osteotomy for the maxilla and bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) with high condylectomy at the right TMJ for the mandible.

The patient was instructed to were used anterior cross elastic for 2 months during orthodontic finishing. The appliances were removed at age 24 years 11 months (total active treatment time was 3 years 10 months). Upper and lower wrap-around retainers were used in the retention phase.

### Treatment results

The combined orthodontic-orthognathic surgical treatment approach allowed this patient to have an acceptable occlusion. All spaces were closed, overjet and overbite were within normal limits. Anterior crossbite was corrected but there was a remaining of 2 mm. posterior crossbite presented at #26 and #27. The maxillary canting was corrected and the mandibular

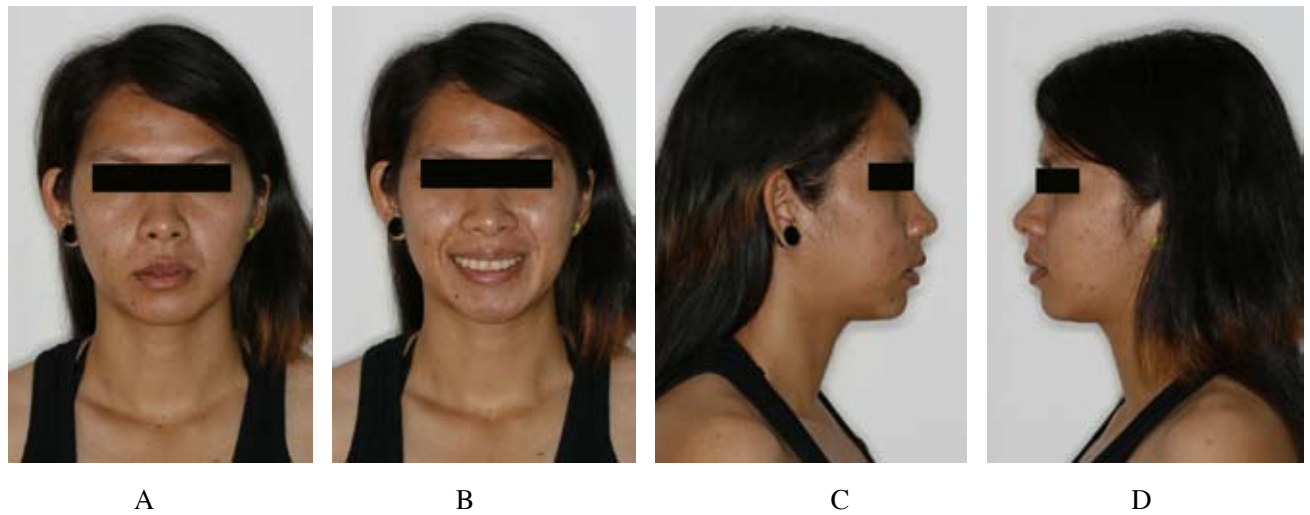


Figure 3 A, B, C, D Post-treatment extraoral photographs

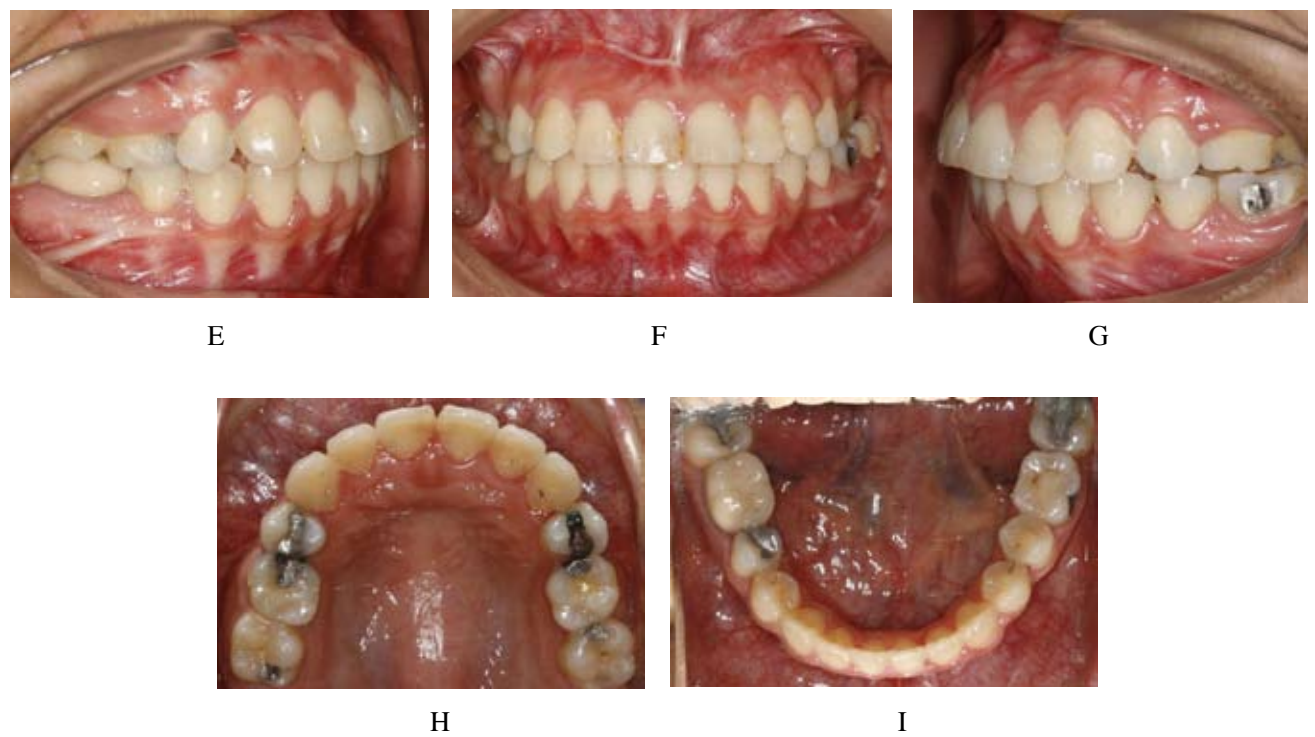


Figure 3 E, F, G, H, I Post-treatment intraoral photographs

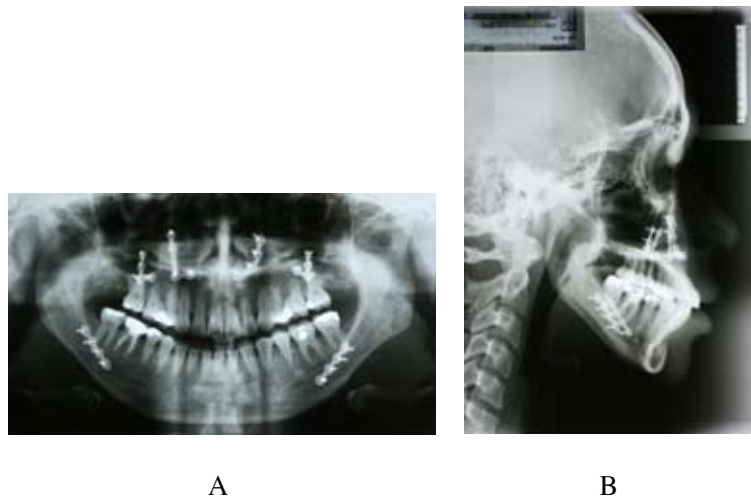


Figure 4 (A) Post-treatment orthopantomogram , (B) Post-treatment lateral cephalogram

asymmetric prognathism was eliminated. The facial profile and lip position were improved to acceptable esthetic level. It was noted that left facial palsy also improved as well. The comparisons of cephalo-metric measurement values between pre- and post-treatment interpretation are shown in Table 1. Post-treatment orthopantomogram film showed the equal length of both right and left condylar heads as well as both sides of the body of mandible. The patient was very satisfied with the overall treatment results in both esthetics and function. (Figure 3 A – I and Figure 4 A – B)

## Discussion

Nowadays, the etiology of condylar hyperplasia remains controversy. The main causes that have been reported are hormonal disturbances, hypervascularity, hereditary, heredity, previous trauma, abnormal loading, and infection<sup>(2,3,7,8)</sup>. In this case, the history was that the patient had been hit by basketball at her right TMJ when she was two year-old and the presented of chin deviation was noticed when she was 16 year-old. However, although the mandibular trauma may be the cause of condylar hyperplasia, this cannot be substantiated as causative factor by case history alone and may in fact be coincidental<sup>(2)</sup>. The tilting of occlusal plane also had been observed in this case because the deformity had occurred before her completion of growth. Hyperplastic activity of the condyle can be diagnosed using bone scan<sup>(2,9)</sup>. It can be used to monitor the activity of the growing condyle. The short-lived gamma-emitting isotope is concentrated in areas of active bone deposition. Based on histopathological criteria, condylar hyperplasia

has been classified in two types<sup>(10)</sup>: active condylar hyperplasia and inactive hyperplasia (stable situation in which the abnormal growth is completed). The surgical treatment also varies according to the activity of the disease which can be determined by the scintigraphic finding.

Surgical methods used for management of facial asymmetry secondary to condylar hyperplasia have consisted primarily with various bilateral ramus osteotomies for correcting the asymmetry, and with the condylar surgery when active growth of the condyle has been observed<sup>(4,5,11)</sup>.

Condylar shaving or high condylectomy has been advocated for correction of growth abnormalities in the mandibular condyle, as it is expected that the removal of the condyle will stop the growth of the mandible in the disease region and can provide a long-term stable results<sup>(7)</sup>. The decision of whether condylectomy is required usually depended on the evidence of active change in the hyperplastic condyle or radiographic or clinical suggestion of pathologic conditions such as chondroma, osteoma, or other neoplasms that may warrant tissue diagnosis<sup>(2,5)</sup>. However, when the hyperplastic activity and neoplasia are not suspected, the condylectomy also can shorten the affected ramus in order to restore the facial symmetry<sup>(2)</sup>. By contrast, if the condyle is mature and stable with normal function and cessation of growth, the condylectomy may not be indicated. The ramus osteotomy to shorten the affected side of ramus is the best treatment of choice<sup>(12)</sup>, the slightly enlarged condyle that has normal function being left intact, and it may later



remodel<sup>(15)</sup>. Recently, Wolford and co-worker<sup>(13)</sup> in 2002 did a retrospective study to evaluate the efficacy of combining high condylectomy and orthognathic surgery for treating condylar hyperplasia. They concluded that the patients who underwent the combined surgery presented better results compared with to those who had orthognathic surgery alone, indicating that the combination of both pro-cedures is beneficial for patients with active condylar hyperplasia<sup>(14)</sup>.

For this patient, the surgeon decided to observe rate of condylar growth after first bone scintigraphy showed the hyperactivity of the condyle. The surgery was performed one year later since the second bone scintigraphy revealed continuing growth. Therefore, combining of double-jaws surgery and condylectomy were carried out.

In this case, it was found that the hemimandibular elongation was present with maxillary occlusal plane cant and skeletal Class III condition together with the active hyperplastic activity of the condyle. So Le Fort I maxillary impaction on the ipsilateral side combined with bilateral sagittal split osteotomy with high condylectomy as described by other authors<sup>(7,8,15)</sup> were the most suitable treatment techniques to treat the dento-skeletal discrepancies.

The presurgical orthodontic is the important part of treatment. In this stage, the first important key is to establish interdental relationship with proper arch coordinations<sup>(2,12)</sup>. During this stage, no attempt must be made to orthodontically shift the teeth to coincide with facial midline, because this will decrease the rage of jaw movement during surgery and thus the degree of change. In fact the decompensation orthodontic tooth movement may be worsen the midline discrepancies presurgically, however, it allow greater jaw movement<sup>(12)</sup>. After the surgery, postsurgical orthodontics is offered to the patients if an ideal occlusion is desired, and when skeletal and dental studies do not mandate orthodontic treatment presurgically. In this case, even though there were attempts to coordinate arch form presurgically as well as treatment in a postsurgical orthodontics phase, there was still has a remaining of posterior crossbite presented at #26 and #27. However, both esthetics and dental function were still acceptable.

It is noteworthy that maximum intercuspation was achieved by spontaneous movement of upper and lower teeth and unilateral movement of the body of the mandible backward to the neutral position. The facial

structures also had a spontaneous remodeling process after elimination of the actively growing hyperplasia condyle resulting in correction of facial asymmetry<sup>(16)</sup>.

## Conclusion

This case repot is an example of treatment of active hemimandibular elongation with canting of the occlusal plane by the combination of orthodontics and orthognathic surgery including Le Fort I osteotomy and bilateral sagittal split ramus osteotomy with high condylectomy that produces good esthetic and function functional results.

## Acknowledgement

The authors are grateful to the treatment team composed of Assoc. Prof. Nita Viwattanatipa, Asst. Prof. Waranyoo Khongkankong, and Dr.Jarintip Rakrujirek for their advice and suggestion.

## References

1. Munoz MF, Monje F, Goizueta C, Rodriguez-Campo F. Active condylar hyperplasia treated by high condylectomy: report of case. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:1455-9.
2. Motamedi MH. Treatment of condylar hyperplasia of the mandible using unilateral ramus osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:1161-9.
3. Obwegeser HL. Mandibular growth anomalies. Heidelberg: Springer; 2001.p.139-44.
4. Feldmann G, Linder-Aronson S, Rindler A, Soderstrom U. Orthodontic and surgical treatment of unilateral condylar hyperplasia during growth--a case report. *Eur J Orthod* 1991;13:143-8.
5. Iannetti G, Cascone P, Belli E, Cordaro L. Condylar hyperplasia: cephalometric study, treatment planning, and surgical correction (our experience). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;68:673-81.
6. Obwegeser HL, Makek MS. Hemimandibular hyperplasia-hemimandibular elongation. *J Maxillofac Surg* 1986;14:183-208.
7. Lippold C, Kruse-Losler B, Danesh G, Joos U, Meyer U. Treatment of hemimandibular hyperplasia: the biological basis of condylectomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45:353-60.
8. Gray RJ, Sloan P, Quayle AA, Carter DH. Histopathological and scintigraphic features of condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990;19:65-71.
9. Robinson PD, Harris K, Coghlan KC, Altman K. Bone scans and the timing of treatment for condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990;19:243-6.



10. Norman JE, Painter DM. Hyperplasia of the mandibular condyle. A historical review of important early cases with a presentation and analysis of twelve patients. *J Maxillofac Surg* 1980;8:161-75.
11. Leopard PJ. Surgery of the non-ankylosed temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1987;25:138-48.
12. Henderson D, Poswillo DE. A Color Atlas and Textbook of Orthognathic Surgery. London: Mosby; 1985.p.121-30.
13. Wolford LM, Mehra P, Reiche-Fischel O, Morales-Ryan CA, Garcia-Morales P. Efficacy of high condylectomy for management of condylar hyperplasia. *Am J Orthod Dento-facial Orthop* 2002;121:136-50.
14. Sheffer MAR, Corso A, Tomazi M, Bortoluzzi AC. Condylar hyperplasia treated by simultaneous orthognathic surgery and high condylectomy: A case report. *Rev Odont Ciênc* 2008;23: 407-10.
15. Gray RJ, Horner K, Testa HJ, Lloyd JJ, Sloan P. Condylar hyperplasia: correlation of histological and scintigraphic features. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;23:103-7.
16. Ali AM, Sharawy M. Enlargement of the rabbit mandibular condyle after experimental induction of anterior disc displacement: a histomorphometric study. *J Oral Maxillofac Surg* 1995;53:544-60.

## Application of all-NiTi mechanics combined with J-hook headgear in the treatment of an adult high angle Class I extraction case

Kunihiko Otsubo\* Nahoko Imai\*\* Ladda Winarakwong\*\*

### Abstract

*An adult high angle Class I with bimaxillary protrusion was treated by extraction of four first premolars. Application of a rectangular NiTi archwire from the beginning of the active treatment period, in combination with J-hook headgear, was used to facilitate the vertical control and reduce the dental and lip protrusion. Satisfactory treatment results were obtained after twenty-four months, with improvement in facial profile and smile appearance. The exclusively use of NiTi wires throughout the entire treatment, together with its advantages and disadvantages are discussed.*

**Key words:** high angle • J-hook headgear • nickel-titanium • protrusion

### Introduction

A high mandibular plane angle is a typical characteristic frequently found among the Japanese population<sup>(1, 2)</sup>. Adult patients with such vertical facial pattern, especially those with type II skeletal pattern, are not easily manipulated because most orthodontic force systems tend to extrude the posterior teeth, resulting in bite opening and backward rotation of the mandible. These consequences are unfavorable to the patient's facial morphology both in the anteroposterior relationship, e.g. exaggerated convex profile, and in the vertical dimension, which results in extrusion of upper incisors and increased gingival display. The relatively weak occlusal force usually associated with high angle subjects<sup>(3)</sup> makes the vertical control even more difficult.

Since 1971 when nickel-titanium (NiTi) wires were firstly used in orthodontics<sup>(4)</sup>, the alloy has been continually improved and become more common in orthodontic use<sup>(5-8)</sup>. With its most benefits, a resilient rectangular NiTi wire allows simultaneous rotation, leveling, tipping, and torquing movements to be accomplished early in treatment<sup>(9)</sup>. Recently, we have successfully used super-elastic rectangular NiTi wires as initial wires in treating a wide range of malocclusions<sup>(10)</sup>.

In the following case report, an application of a rectangular NiTi archwire from the beginning of the

active treatment period, in combination with J-hook headgear, was used to facilitate the vertical control in successfully treating an adult patient who exhibited a Class II skeletal pattern with a high mandibular plane angle. The exclusively use of NiTi wires throughout the entire treatment, together with its advantages and disadvantages would also be discussed.

### Diagnosis and Etiology

A 29y10m-old Japanese female patient came with the chief complaint of crowding and protrusion of her front teeth. She had a mouth-breathing habit, and often experienced sore throat due to sleeping with her mouth open. Her systemic background included allergic rhinitis and atopic dermatitis. Similar features of malocclusion were recognized in her family members; her mother also had protrusion and crowding, and her brother had severe crowding.

Clinical and functional examinations revealed a symmetric oval facial type and convex profile (Fig. 1). She had a gummy smile and incompetent lips at rest. The mentalis muscle was tense as she closed her lips. No sign or symptom of the temporomandibular joints (TMJ) was present. The border movements of the mandible were within normal limits in all directions. No discrepancy between the centric relation and centric occlusion was detected.

\* Director and Head Orthodontist, Otsubo Orthodontic Clinic, Tokyo, Japan

\*\* Orthodontist, Otsubo Orthodontic Clinic



Fig. 1 Pretreatment photographs

Intraorally, permanent dentition with clinical absent of the upper and partial impaction of the lower third molars was observed. The patient had her upper third molars extracted five years ago. The molar and canine relationships were Angle Class I. The upper dental midline was 2 mm deviated to the right, while the lower midline coincided with the facial midline. The overjet was 2.5 mm and 4.5 mm on the left and right, respectively. The overbite was 2 mm and 4.5 mm on the left and right, respectively. The maxillary right lateral incisor was lingually malposed and was in cross bite. Remarkable crowding was observed in the anterior region of both arches.

Model analysis revealed -7.5 mm and -7.0 mm tooth-arch discrepancies in the upper and lower arches, respectively. The mesio-distal width of all teeth was larger than one time S.D. of the Japanese norms.

According to the Bolton's analysis, there was no discrepancy between the upper and lower dentitions.

The panoramic radiograph showed mild and moderate mesial inclination of the right and left mandibular third molars, respectively. No particular pathology was found in both skeletal and dental tissues (Fig. 2). Cephalometric analysis indicated a skeletal type II jaw relationship (Table 1) due to the retruded position of the mandible ( $ANB = 7^\circ$ ,  $SNA = 82.5^\circ$ ,  $SNB = 75.5^\circ$ ,  $SNPg = 74^\circ$ ), and a large mandibular plane angle ( $FMA = 43.0^\circ$ ,  $Gonial\ angle = 129.0^\circ$ ,  $Ramus\ inclination = -3.5^\circ$ ). The upper incisor inclination was in the normal range, but the lower incisors were labially proclined relative to the Frankfort horizontal ( $U1\ to\ SN = 104.0^\circ$ ,  $FMIA = 45^\circ$ ). The relative positions of the upper and lower lips to the E-line were +4.5 mm and +9.5 mm, respectively.



Fig. 2 Pretreatment panoramic radiograph

**Table 1** Cephalometric Measurements

Cephalometric measurements	Norm	Pretreatment	Posttreatment
Facial angle	84.83	81.0	81.0
Convexity	7.58	16.5	16.0
A-B plane	-4.48	-7.5	-8.0
Mandibular plane	28.81	43.0	43.0
Y-axis	65.38	70.0	70.0
Occlusal plane	11.42	19.0 (17.5)	17.0
Interincisal angle	124.09	115.0	130.0
L1 to Occlusal plane	23.84	25.5 (24.5)	15.0
L1 to mandibular plane	96.33	92.0 (82.0)	79.0
U1 to A-P plane	8.92	14.0	9.0
FH to SN	6.19	7.0	7.0
SNA	82.32	82.5	82.0
SNB	78.90	75.5	75.0
ANB	3.39	7.0	7.0
U1 to N-P plane	11.74	20.0	9.0
U1 to FH plane	111.13	111.0	107.0
U1 to SN plane	104.54	104.0	100.0
Gonial angle	122.23	129.0	129.0
Ramus inclination	2.93	-3.5	-3.5
FMIA	54.60	45.0	58.0
APDI	80.61	81.0	80.0
ODI	72.34	71.5	71.0

The patient was diagnosed as a Class I malocclusion with a high mandibular angle, bimaxillary protrusion, and dental crowding. Considering her familial history, it was highly possible that there was a strong hereditary

factor associated with the patient's arch dimensions and the tooth size. Her habitually lip opening suggested the weakened lip force, which was likely another cause of her malocclusion.

## Treatment objectives

1. Improve the facial profile
2. Eliminate anterior tooth crowding
3. Maintain the anterior vertical dimension

## Treatment alternatives

The patient was informed of treatment possibilities, with or without the four premolars extraction. It would be inevitable that the lower third molars be extracted if the patient wanted to keep her premolars. In addition, the improvement of her lip profile could not be expected without premolars extraction.

Since the protrusion of the anterior teeth was the patient's main concern, she agreed with the plan to extract all four first premolars in order to improve her facial profile and eliminate the crowding, but insisted to keep her lower third molars.

The definite treatment plan was therefore derived as follow:

1. Insert a transpalatal arch to gain stable anchorage, then refer for four first premolars extraction
2. Bond preadjusted edgewise appliances to the canines and buccal teeth to distalize the canines until enough spaces to level the incisors are acquired
3. Apply a J-hook headgear to the upper anterior teeth during incisors leveling to gain stable anchorage and intrude the upper incisors
4. Use vertical elastics to solidify the establishment of Class I occlusion and for final detailing
5. Use a full-coverage clear removable retainer for the upper arch, and a combination of Hawley type with a canine-to-canine fixed retainers for the lower arch.

## Treatment progress

After a transpalatal arch was placed to the upper first molars, the four first premolars were extracted, an .018 X .025-inch slot preadjusted edgewise appliances with an oriental prescription (Kosaka, Tomy International, Japan) were bonded to the buccal segments of the upper and lower arches. Then .016 X .022-inch super-elastic NiTi sectional archwires were placed and canine distalization with elastic power chains was started (Fig. 3A).

Three months later, the brackets were bonded to the incisors except the upper right lateral incisor. An

.016 X .022-inch super-elastic NiTi wire for the upper arch, and an .016-inch NiTi wire for the lower arch were inserted to level the anterior teeth (Fig. 3B). A 50 g preformed NiTi open coil spring was placed between the upper right canine and central incisor to gain space for the lateral incisor and for midline coincidence. In the fifth month, a bracket for lower incisors was bonded to the upper right lateral incisor, and the upper archwire was changed to an .016-inch NiTi wire.

At nine months after treatment start, the crossbite was corrected, and the upper archwire was changed to an .016 X .022-inch NiTi wire. A J-hook headgear with 200 g force was applied to the hooks crimped between the upper lateral incisors and canines on each side for upper anterior retraction and intrusion. A compensating curve and gable bends between the upper canines and the second premolars were added to the working wire by using a heat-bending machine (Fig. 4). The canines were also retracted with power chains at the same time. The transpalatal arch was removed after the completion of canine retraction around the twelfth month, while anterior retraction was continued with J-hook, occasionally in conjunction with short Class II elastics (Fig. 3C).



Fig. 3A-C During treatment photograph



Fig. 4 Heat-bending machine



After nineteen months, a combination use of curved NiTi wires, J-hook headgear, and vertical elastics was performed. For this mechanics, .016 X .022-inch NiTi wires were used in both arches, with a compensating curve for the upper, and a reverse curve for the lower wires. Vertical elastics were applied on the left and the right sides at the distal of upper canines and the mesial of lower second premolars. Labial root torque was given to the upper right lateral incisor during the last few months of the treatment.

Twenty-four months after the start of active treatment, Class I occlusion with appropriate overbite and overjet was achieved. After removing all appliances, a full-coverage clear retainer for the upper arch, and a Hawley type with a fixed canine-to-canine retainers for the lower arch were delivered.

### Treatment results

The treatment had provided Class I molar and canine relationships with a 3.0 mm overjet, and a 3.5 mm overbite (Fig. 5). The mandibular plane angle was successfully maintained. The upper incisors were intruded while the favorable inclination was preserved (Fig. 6). The FMIA increased from 45° to 58°, indicating an improvement of the lower incisors inclination. The relative relationships of the upper and lower lips to the E-line were reduced to 0 mm and 4.5 mm, respectively. The facial profile and smiling appearance

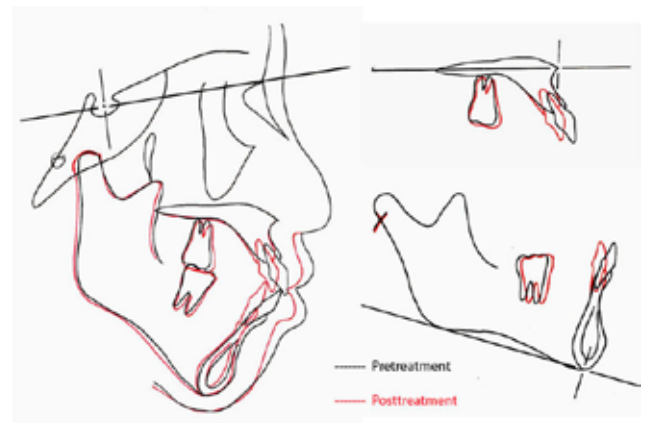


Fig. 6 Superimposition

were dramatically improved. Although some tension in the mentalis muscle was still visible, since the soft tissues change are known to come later, we expect an improvement in the future follow-ups.

Post treatment panoramic radiograph demonstrated root paralleling, and no root resorption was detected (Fig. 7). The lower third molars have not been problematic so far, and since the patients insisted to keep them, they were remained in place under periodic check-up. Physiological TMJ functions were preserved throughout the treatment period, without any symptom reported during the treatment.



Fig. 5 Post treatment photographs



Fig. 7 Post treatment panoramic radiograph

## Discussion

The high mandibular plane angle is one of the craniofacial characteristics often found in Japanese population. The key to success in orthodontic treatment of such patients who also have retruded mandible, convex facial plane, and excessive gingival display, is to avoid the further opening of the mandible, and to intrude the incisors while anterior retraction was carried out.

The force system used in this case can be summarized as follows. First, the intrusion of upper incisors is carried out by using a super-elastic NiTi rectangular wire from the leveling stage, combined with the application of J-hook headgear. The upward-backward force exerted by the headgear acted as anterior support while the crowding was relieved without unnecessary proclination or extrusion of the incisors. As a result, the round-trip tooth movement was prevented, and the occlusal plane could be altered from the beginning. Furthermore, the method of applying anterior retraction force to the hooks crimped to the archwire allowed us to continue canine distalization by sliding mechanics simultaneously. This, in turn, effectively shortened the overall treatment period. During the final stage of treatment, the same working NiTi rectangular archwires in conjunction with vertical elastics in the canine regions were employed to tip back the molars and refine the posterior tooth interdigitation. With a compensating curve for the upper and a reverse curve for the lower arches embedded into the wires, the appliances gave a similar force system as the multi-edgewise archwire (MEAW) mechanics<sup>(11)</sup>. Additionally, continual use of the J-hook headgear in the mean time could prevent the elongation of the incisors.

It can be stated that one of the most remarkable advantages of the NiTi wire is the low magnitude of

force, and thus, less potential to cause root damage<sup>(12)</sup>. Although the intrusion of upper incisors increases the risk of apical root resorption<sup>(13)</sup>, the present case demonstrated only minimal root resorption despite the considerable amount of the upper incisors intrusion that had been accomplished. Moreover, the continuous arch mechanics had been delayed in an effort to limit the duration of force applying to the incisors, and to avoid unnecessary or round-trip tooth movement. Therefore, leveling of the crowded incisors had not been started until sufficient spaces were obtained from canine distalization. The delay, however, did not prolong the total treatment time because the resilient rectangular NiTi wire allows the clinician to level, intrude and retract the incisors at the same time.

Generally, NiTi wires are mostly used only during the leveling stage due to its restricted formability, which makes it difficult to bend<sup>(14)</sup>. In order to fully gain the benefit from the super-elastic property of NiTi wires, we used a heat-bending machine to facilitate wire bending, as well as to strengthen the wires and make them suitable for the sliding mechanics<sup>(15, 16)</sup>. As shown in this case, several kinds of bends and wire hardening by heat treatment could be performed in the same manner as other manually bendable wires, demonstrating that NiTi wires can be useful throughout the entire process of treatment. However, the third order bends sometimes provide insufficient torque level, and other measures maybe required. For example, we had used a lower incisor bracket for the lingually retroclined right lateral incisor to assure effective labial root torque. In some other occasions, a stainless steel wire would be more preferable when critical torque control is necessary.

The use of extraoral anchorage in this case had provided a maximum control of the upper molars, indicating the patient's excellent cooperation. Other alternatives such as skeletal anchorage or miniscrew/mini implant anchorage<sup>(17)</sup> may be indicated if the patient's compliance could not be expected.

In summary, combined usage of NiTi rectangular wires and J-hook headgear is an efficient method in treating such skeletal type II high angle with gummy smile cases.

## References

1. Miura F, Inoue N and Suzuki K. Cephalometric standards for Japanese according to the Steiner analysis. *Am J Orthod* 1965;51:288-95.

2. Iwasawa T, Moro T and Nakamura K. Tweed triangle and soft-tissue consideration of japanese with normal occlusion and good facial profile. *Am J Orthod* 1977;72:119-27.
3. Braun S, Bantleon HP, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR and Johnson BE. A study of bite force, part 2: Relationship to various cephalometric measurements. *Angle Orthod* 1995; 65:373-7.
4. Andreasen GF and Hilleman TB. An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 1971;82:1373-5.
5. Shima Y, Otsubo K, Yoneyama T and Soma K. Bending properties of hollow super-elastic Ti-Ni alloy wires and compound wires with other wires inserted. *J Mater Sci Mater Med* 2002;13:169-73.
6. Miura F, Mogi M, Ohura Y and Hamanaka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986;90:1-10.
7. Waters NE. Superelastic nickel-titanium wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;19:319-22.
8. Kusy RP. A review of contemporary archwires: Their properties and characteristics. *Angle Orthod* 1997;67:197-207.
9. Miura F, Mogi M and Okamoto Y. New application of superelastic NiTi rectangular wire. *J Clin Orthod* 1990;24: 544-8.
10. Kanno Z, Enokida M, Otsubo K and Soma K. Efficient anterior intrusion and posterior uprighting accomplish excellent treatment outcomes in bi-alveolar protrusion cases The 65<sup>th</sup> Annual Meeting of the Japanese Orthodontic Society. Fukuoka, Japan; 2006.
11. Kim YH. Anterior openbite and its treatment with multiloop edgewise archwire. *Angle Orthod* 1987;57:290-321.
12. Owman-Moll P. Orthodontic tooth movement and root resorption with special reference to force magnitude and duration. A clinical and histological investigation in adolescents. *Swed Dent J Suppl* 1995;105:1-45.
13. Dermaut LR and Demunck A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement - a radiographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986;90:321-6.
14. Drake SR, Wayne DM, Powers JM and Asgar K. Mechanical properties of orthodontic wires in tension, bending, and torsion. *Am J Orthod* 1982;82:206-10.
15. Otsubo K. Changes in force level of Ti-Ni alloy wires in the experimental oral environment. *J Jpn Orthod Soc* 1994;53: 555-61.
16. Otsubo K, Yoneyama T, Hamanaka H and Soma K. Influence of temperature on the force level of a super-elastic NiTi alloy wire under strain. *J Jpn Soc Dent Mater Devices* 1993;12: 521-7.
17. Choi NC, Park YC, Lee HA and Lee KJ. Treatment of class II protrusion with severe crowding using indirect miniscrew anchorage. *Angle Orthod* 2007;77:1109-18.

# ผลของยาที่มีต่อการเคลื่อนที่ของฟันในทางทันตกรรมจัดฟัน

มนเทียร มโนสุตประสิทธิ์\* สุธินันท์ ด่านธำรงกุล\*\*

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่า มีผู้ป่วยทันตกรรมจัดฟันจำนวนมากที่ใช้ยาในการบรรเทาอาการปวดภายหลังที่ผู้ป่วยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน นอกจากนี้ผู้ป่วยบางรายมีโรคประจำตัวที่ต้องใช้ยารักษาอาการหรือมีการรับประทานอาหารเสริมเป็นประจำ การศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมามีผลพบว่า ยาเหล่านี้มีผลต่อการเคลื่อนที่ของฟัน โดยยาบรรเทาอาการปวดในกลุ่มที่มีไซโคลอ็อกซีจีเนสจะมีผลยับยั้งการเคลื่อนที่ของฟัน ส่วนยาบรรเทาอาการปวดในกลุ่มพาราเซตามอลจะไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของฟัน นอกจากนี้ยังพบว่า ยา비스ฟอสเฟตที่ใช้ในผู้ป่วยมะเร็งจะมีผลยับยั้งการเคลื่อนที่ของฟัน โดยทำให้เกิดการหายของกระดูกที่ไม่สมบูรณ์และมีการเหนียวทำให้เกิดการตายของกระดูก ส่วนยาอื่นๆ เช่น อีพีไฟร์-อะโกนิส, มิโซพอสทอล และอีฟนิ่ง ปริมโรสอยล์จะช่วยเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ของฟัน ดังนั้นทันตแพทย์จัดฟันควรแจ้งให้ผู้ป่วยทราบถึงผลข้างเคียงของยาเหล่านี้ที่มีต่อการเคลื่อนที่ของฟัน เนื่องจากยาบางตัวอาจส่งผลให้เกิดการล่าช้าในการรักษา หรือทำให้เกิดความเสี่ยงในขณะทำการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้

**คำสำคัญ :** ยา • การเคลื่อนที่ของฟัน • ทันตกรรมจัดฟัน

## The effect of drugs on orthodontic tooth movement

Montian Manosudprasit\* Suthinun Danthumrongkul\*\*

## Abstract

Recently, many analgesic drugs are used for relief pain or discomfort in orthodontic patients. Some patients take dietary supplements or some drugs to relieve systemic diseases. Several studies that showed the side-effects of these drugs on orthodontic tooth movement were included in the review. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) can inhibit orthodontic tooth movement as well as COX-2 inhibitors. Non-NSAID analgesics, paracetamol (acetaminophen), have no effect on orthodontic tooth movement. Bisphosphonates inhibit tooth movement by impaired bone healing and induced osteonecrosis. EP4 agonist, Misoprostal and Evening Primrose Oil can increase the rate of tooth movement. Orthodontists should inform their patients about side-effects of these drugs because some drugs may increase the treatment time or the risk to health when drugs are combined with orthodontic therapy.

**Key words:** Drugs • Tooth movement • Orthodontics

## Introduction

Orthodontic tooth movement is based on bone metabolism such as bone modeling, bone remodeling and regulation of bone metabolism.<sup>(1,2)</sup> Furthermore, the remodeling of periodontal structures, including the alveolar bone and periodontal ligament, is the biologic principle of orthodontic tooth movement<sup>(3)</sup>, so this

knowledge is important for all orthodontists to understand the nature of orthodontic tooth movement. Nowadays, orthodontic patients usually use analgesics for relieving discomfort or pain after orthodontic treatment. Many studies showed that some drugs can effect orthodontic tooth movement.

\* คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\* นักศึกษาปริญญาโทสาขาทันตกรรมจัดฟัน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\* Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

\*\* Postgraduate student in Master of Science [Orthodontics], Khon Kaen University

## Bone modeling

The process of bone modeling shows resorption and formation that occur at the separate sites. Modeling process produces a change in the size and/or shape of the bone by the addition of lamellar bone to surfaces without prior resorption, or the resorption of lamellar bone from surfaces without subsequent formation (activation-resorption cycle). Modeling is also controlled by means of hormones during growth and aging, so it leads to an overall net gain of bone. Facial growth, response to headgear and rapid palatal expansion are the good example of bone modeling.<sup>(1,2)</sup>

## Bone remodeling

Bone remodeling occurs as a coupling of the resorption and formation processes to replace bone. Bone turnover involves means of constant remodeling to preserve a normal function, while active remodeling will lead to bone loss.<sup>(1,2)</sup>

Orthodontic tooth movement is accompanied by bone remodeling (alveolar bone turnover). The remodeling of bone is a cycle that starts with activation followed by resorption, reversal and formation phases. The activation period is about 10 days. There are cells recruitment, differentiation, proliferation and migration in this period followed by resorption. The resorption period takes 21 days that occurs by osteoclast activity. The next stage is reversal stage when inactive osteoblasts become activated and begin to form bone. Bone formation is determined by rate and duration of osteoblast activity. The new bone formation is completed over a period of 6 months with mineralization. The remodeling cycle from activation through to the start of the formation phase requires about 4 months in humans.<sup>(1)</sup> The amount of bone remodeling is related to the amount of tooth movement at that site.<sup>(4)</sup>

Mediators of bone remodeling<sup>(2, 5)</sup>

### 1. Hormones

**Parathyroid hormone (PTH)** affects both bone resorption and formation process. If PTH appears around bone cells, the effect of bone will be resorption. By contrast, low level of PTH results in bone formation. When the calcium level in blood decreases, PTH will stimulate osteoclastic activity to increase calcium and phosphate absorption in the gut, and decrease calcium excretion and tubular phosphate reabsorption in the kidney. This plays a role as

regulator of calcium homeostasis by PTH.<sup>(2)</sup>

**Calcitonin** inhibits bone resorption by acting directly on osteoclasts.<sup>(2, 5)</sup> In addition, calcitonin is the regulator of calcium homeostasis by increasing renal calcium excretion to decrease the extracellular calcium.<sup>(5, 6)</sup>

**The effect of vitamin D** may be the same as PTH. The rate of bone resorption will increase when vitamin D is in excess.<sup>(2)</sup>

**Glucocorticoids** will increase bone resorption by stimulating osteoclastogenesis that is the result of increasing the expression of receptor activator of NF- $\kappa$ B ligand (RANKL) and decreasing the expression of its receptor. This hormone will decrease bone mineral density, so the main effect is an inhibition of bone formation.<sup>(7)</sup>

**Thyroid hormone** stimulates prostaglandin, so it increases osteoclastic bone resorption. Furthermore, it works through a separate prostaglandin-independent mechanism.<sup>(8)</sup>

**Sex hormones** play a role of bone metabolism. Estrogen has a direct effect on bone. It preserves calcium in bone by suppressing the activation frequency of bone remodeling. The remodeling activation will increase when menopause starts and the result is rapid bone loss leading to symptomatic osteoporosis.<sup>(9)</sup>

### 2. Cytokines

Cytokines are small proteins that are identified as mediators of bone resorption. One cytokine, Interferon (IFN)- $\gamma$ , acts as a bone resorption inhibitor that is opposite to other cytokines.

**Interleukin (IL)-1** has potential as a bone resorption stimulator by stimulation of prostaglandins. From experimental studies, applying tensile stress to periosteal fibroblasts will increase the level of IL-1 inhibitor. IL-1 has two molecular forms, alpha (IL-1 $\alpha$ ) and beta (IL-1 $\beta$ ), and is secreted by many kinds of cells such as macrophages, B cells, neutrophils, fibroblasts, and epithelial cells. IL-1 and prostaglandins are synergistic.<sup>(2, 5, 10)</sup>

**Interleukin (IL)-2** shows in the attraction and proliferation of osteoclast progenitors as well as the stimulation of acid production by osteoclasts.<sup>(2)</sup>

**Interleukin (IL)-6** is produced by lymphocytes, monocytes and fibroblasts.<sup>(11)</sup> It is one of an inflammatory cytokines that stimulates plasma cell proliferation and antibody production.<sup>(12)</sup> Furthermore, this



cytokine stimulates osteoclast and bone resorption.<sup>(5, 12)</sup>

**Interleukin (IL)-11** stimulates osteoclast formation and bone resorption. The effect of osteoclast formation may be prostaglandins mediated.<sup>(2)</sup>

**Tumor necrosis factor (TNF) and lymphotoxin** are cytokines that are implicated in the stimulation of osteoclastic bone resorption. This effect is produced by prostaglandins mediation.

**Interferon (IFN)- $\gamma$**  is produced by activated T lymphocytes. It can inhibit bone resorption by inhibiting the differentiation of precursors into mature cells.<sup>(5)</sup>

**Leukotriene B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>)** has a highly potential as a chemotactic agent. It induces the accumulation of inflammatory cells especially neutrophils and stimulates bone resorption.<sup>(2)</sup>

### 3. Prostaglandins (PGs)

Prostaglandins that comprise PGE, PGF and prostacyclin (PGI<sub>2</sub>) have been associated with bone remodeling. They play a major role of local regulation of bone metabolism and bone remodeling process that is associated with mechanical stimulation such as orthodontic tooth movement. The bone resorption and bone formation effects of prostaglandins are the increasing of bone turnover rate that is the result of mechanical stimulation. The resorption effects may be induced by osteoclastic cAMP. For prostaglandin mediated bone resorption process, intracellular calcium is essential. Furthermore, IL-1 can stimulate prostaglandins as a potent stimulator of bone resorption.<sup>(2)</sup> PGE<sub>1</sub> and PGE<sub>2</sub> are found to increase bone resorption.<sup>(2, 13, 14)</sup> But PGI<sub>2</sub> inhibits osteoclastic activity and stimulates bone formation.<sup>(2)</sup>

### 4. Osteoclast activating factors

**Macrophage colony-stimulating factor (M-CSF)** is produced by osteoblasts and stromal cells. It is a soluble factor that is essential for osteoclastogenesis by inducing the hematopoietic cells to become osteoclasts.<sup>(5, 15, 16)</sup>

### 5. Growth factors

**Transforming growth factor (TGF)- $\beta$**  is stored in bone and secreted by osteoblasts, macrophages and PDL cells. It can stimulate formation of bone by involving the cartilaginous intermediate and induce granulation tissue formation.<sup>(6, 17)</sup> TGF- $\beta$  was found on the tension side of tooth movement and plays a negative role for osteoclastogenesis.<sup>(16)</sup>

**Insulin-like growth factor (IGF)** is secreted by PDL cells, macrophages, osteoblasts, plasma cells and stored in bone as well as TGF- $\beta$ . It is an important mediator of postnatal longitudinal growth. Normally, IGF alone can not significantly stimulate bone healing, but it can work together with platelet-derived growth factor (PDGF) for enhancing bone healing process. So, IGF is synergistic with PDGF and stimulates extracellular matrix.<sup>(5, 6, 17)</sup>

**Fibroblast growth factor (FGF)** is secreted by macrophages, osteoblasts and stored in bone. It has a direct effect to stimulate osteoblast proliferation.<sup>(5, 6, 17)</sup>

**Platelet-derived growth factor (PDGF)** is secreted by PDL cells, macrophages, endothelial cells, and osteoblasts, and stored in bone. It has biologic effects of mitogenesis and chemotaxis on osteoblasts and fibroblasts. PDGF can promote skin healing, bone formation and periodontal regeneration.<sup>(5, 6, 17)</sup>

**Bone morphogenetic proteins (BMP<sub>s</sub>)** are stored in the osteoblasts and bone. They are the important factors that can initiate osteoblastogenesis.<sup>(5, 6, 17)</sup>

### 6. Other mediators

**Cyclosporin A** can inhibit bone resorption because it is a potent immunosuppressive agent that stimulates osteoclast apoptosis.<sup>(5)</sup> This effect on bone depends on the duration and dose of Cyclosporin. Sakakura's study showed that the osseointegration process of pure titanium implants was decreased if the administration period of Cyclosporin A was greater than four weeks.<sup>(18)</sup>

**Osteocalcin** is the main non-collagenous matrix protein in bone. Its function is a negative regulator for mineral apposition and bone formation. Furthermore, it is a chemotactic for osteoclast precursor cells.<sup>(19, 20)</sup>

**Receptor activator of NF- $\kappa$ B ligand (RANKL)** is a cell surface protein that is present in stromal cells such as osteoblasts and lymphocytes. The differentiation of osteoclasts and bone resorption are activated by this mediator. RANKL and its receptor, RANK, in hematopoietic cells have interaction together that is essential for osteoclast activation.<sup>(5, 15)</sup>

**Osteoprotegerin (OPG)** is physiologically important inhibitor of osteoclastic bone resorption.<sup>(5, 15)</sup> It is a soluble factor that binds with RANKL and inhibits the osteoclast differentiation.<sup>(5)</sup>

### 7. Secondary messengers

cAMP and cGMP are universal signaling molecules in the cellular environment. Extracellular signals

can generate intracellular signals by surface receptors. The surface receptors may open or close ion channels at the plasma membrane and change the ions into the cell. The important secondary messengers such as  $\text{Ca}^{2+}$ , cAMP, and cGMP, are the regulators of mechanically-induced tissue remodeling. Several studies showed resorption activity that responded to mechanical or chemical stimuli by the periodontal ligament cells and were characterized by synthesizing PGE with increasing of cAMP level.<sup>(2, 21)</sup> This process is regulated by many mediators such as PTH, calcitonin, neurotransmitters and cytokines.<sup>(2, 21)</sup>

#### **Cell and molecular responses during orthodontic tooth movement**

During orthodontic tooth movement, bone remodeling process is related to the expression of mediators. Acute inflammatory response is presented in the early phase of orthodontic tooth movement. Inflammatory mediators may stimulate the biological processes that associated with alveolar bone resorption and deposition. Furthermore, orthodontic forces can induce the bone remodeling process by the local mediators, such as prostaglandins, cytokines and growth factors, that play an important role in bone remodeling.  $\text{PGE}_2$  has been involved in bone remodeling and especially recognized as a potent stimulator of bone resorption.<sup>(22)</sup>

#### **Pharmacologic control of orthodontic tooth movement**

There are several studies showing the usage of pharmacologic agents to induce bone resorption and deposition for control of tooth movement. For example, the study of Yamasaki shows the usage of local injection of prostaglandin to stimulate tooth movement.<sup>(13, 14)</sup> Other pharmacologic agents such as calcitonin<sup>(16)</sup>, and  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ <sup>(23-25)</sup> can also induce tooth movement. The daily injection of osteocalcin into the palatal subperiosteum in rat showed it can stimulate tooth movement significantly in the early period but not significantly after day 5<sup>th</sup>.<sup>(16)</sup> One injection of  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  per 7 days into the PDL of cats increased tooth movement 60% as well as in the human that received  $\text{PGE}_1$  submucosal injection.<sup>(25)</sup> Although the pharmacologic agents can induce the tooth movement in both human and animal study but they have side effects during the injection procedure such as local pain and discomfort, so these techniques are not practical to use for the patient.<sup>(26)</sup>

#### **Prostaglandins and orthodontic tooth movement**

Prostaglandins are synthesized at phospholipids cell membranes. Enzyme phospholipase  $\text{A}_2$  will change fatty acid in phospholipids membranes into arachidonic acid. There are two major enzyme systems to change arachidonic acid; the first is cyclooxygenase, and the second is lipoxygenase. The cyclooxygenase enzyme system plays a role in prostaglandins synthesis. This enzyme can change arachidonic acid into the stable prostaglandins ( $\text{PGE}_2$ ,  $\text{PGF}_{2a}$ ,  $\text{PGD}_2$ ), the unstable but potent anti-platelet substance (prostacyclin,  $\text{PGI}_2$ ), and more unstable platelet activator, thromboxane  $\text{A}_2$ .<sup>(2, 21)</sup>

For bone remodeling process, prostaglandins effect both bone resorption and bone formation by increase of bone turnover rate that is the result of mechanical stimulation. Intracellular  $\text{Ca}^{2+}$  is essential for prostaglandins to stimulate bone resorption. Furthermore, osteoclastic cAMP may mediate the resorption process and IL-1 is a potent stimulator of bone resorption, involving stimulation of prostaglandins. In applying mechanical stress, it has been found that the fibroblasts of periodontal ligament respond to this stress by synthesis PGE. Bradykinin from the inflammatory reaction may mediate  $\text{PGE}_2$ ,  $\text{PGI}_2$  and IL- $1\beta$ .<sup>(2)</sup>

In addition, prostaglandins release can be stimulated by tissue trauma. The local concentration of prostaglandins is increased when the tissue is manipulated by very gentle procedure, so the resulting ischemia can stimulate prostaglandin syntheses. For the orthodontic tooth movement, it has been found that the area of PDL compression has a local concentration of prostaglandins that is relate to the inflammatory process at that site. So, this process may induce orthodontic bone resorption and remodeling.<sup>(14, 21)</sup> In the bone resorption process, prostaglandins may be mediated by the macrophages that invade and remove the hyalinized tissue and by osteoclast stimulations.<sup>(21)</sup> Several studies have shown that increase in the rate of orthodontic tooth movement is associated with  $\text{PGE}_1$  and  $\text{PGE}_2$  that increase the bone resorption process.<sup>(2, 13, 14)</sup>

#### **Pain and orthodontic tooth movement**

When orthodontic force is applied to the patient, discomfort or pain will be present for about 2 to 4 days, and will disappear until the next visit and the orthodontic appliance is reactivated.<sup>(26, 27)</sup> Mild or no pain indicates

that the optimum force is applied to the tooth, while severe pain indicates excessive force. The degree of patient's pain, especially orthodontic pain, may vary and depend on pain experience in each person.<sup>(26)</sup> Ischemic areas in the PDL that produce sterile necrosis or hyalinization are the cause of orthodontic pain.<sup>(26)</sup> During tissue inflammation, pain response is associated with the release of prostaglandins, bradykinin, and substance P.<sup>(13, 28)</sup> After separation of incisors by orthodontic force, the substance P level increases and peaks at 36 hours.<sup>(28)</sup>

## Effects of drug to orthodontic tooth movement

Nowadays, orthodontists suggest the patients to take analgesics to relieve pain from orthodontic treatment.<sup>(27, 29, 30)</sup> There are many drugs in common use that have effects on orthodontic tooth movement. Many drugs can inhibit tooth movement, while some drugs that stimulate tooth movement are rarely found. Normally, many analgesics are used in orthodontic patient to relieve pain during treatment such as acetaminophen, nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAID). These drugs may affect tooth movement in different ways.

### *Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs)*

These drugs can relieve pain by the results of their analgesic and antipyretic actions. The anti-inflammatory effects happen by inhibition of the biosynthesis of PGs when these drugs act on the cyclooxygenase involved in catabolism of arachidonic acid in the phospholipid membrane.<sup>(31)</sup> Some studies reported that the specific inhibitors of PGs such as indomethacin and flurbiprofen can reduce the tooth movement (50% of the dental movement index) in cats and rabbits that received orthodontic force. It is a result of reducing the amount of osteoclasts in the alveolar bone.<sup>(32, 33)</sup> For that reason, Chumbley and Tuncay<sup>(33)</sup> recommended that orthodontic patient should avoid to using aspirin and other nonsteroidal anti-inflammatory analgesics to relieve pain because these drugs can prolong orthodontic treatment time. Mohammed *et al*<sup>(34)</sup> found that orthodontic tooth movement are inhibited by indomethacin in rats. Furthermore, Arias's study<sup>(35)</sup> showed the effect of aspirin and ibuprofen on orthodontic tooth movement in the rats. Fewer osteoclasts were observed in the pressure side of the teeth because these drugs inhibited the production of PGs. Because the bone resorption was reduced, the teeth moved less than average. Williams *et al*<sup>(36)</sup> studied the effect of ibuprofen on alveolar bone

in dogs. Their result showed that ibuprofen can inhibit alveolar bone loss when the dogs were treated with 4 mg/kg of ibuprofen daily for 13 months. Kehoe *et al* confirmed that ibuprofen inhibits PGE<sub>2</sub> synthesis in the PDL of guinea pig significantly by decreasing the degree and rate of orthodontic tooth movement.<sup>(37)</sup> Kyrkanides *et al*<sup>(3)</sup> investigated the effect of indomethacin on orthodontic tooth movement. Their results indicated loss of prostaglandin mediated cellular effects subsequent to cyclooxygenase inhibition by this drug. The cyclooxygenase inhibition resulted in exacerbation of IL-1 $\beta$ -mediated collagenase B (MMP-9) synthesis and activity, as well as attenuation of type IV procollagen synthesis levels by endothelial cells. Furthermore, Ito *et al*<sup>(38)</sup> reported that the induction of MMP-9 synthesis caused cyclooxygenase inhibition in rabbit articular chondrocytes. So, Kyrkanides *et al*<sup>(3)</sup> stated that the use of anti-inflammatory drugs may influence orthodontic tooth movement by altering biochemical pathways that mediate extracellular matrix remodeling. At the present, the use of cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibitor for relief orthodontic pain is increasing, and replacing conventional NSAIDs<sup>(39-41)</sup> because its anti-inflammatory effect is less injurious to gastrointestinal mucosa than the nonselective NSAID.<sup>(42)</sup> Furthermore, Chan *et al*<sup>(43)</sup> reported that new COX-2 specific inhibitors decreased serious gastrointestinal perforations, obstructions and bleeding when compared with conventional NSAID. de Carlos *et al*<sup>(44)</sup> studied orthodontic tooth movement that resulted from the effect of rofecoxib (COX-2 inhibitor) and compared with diclofenac (a traditional NSAID). The results showed both rofecoxib and diclofenac can inhibit COX-2 action that means that the orthodontic tooth movement was inhibited by these drugs. Gameiro *et al*<sup>(45)</sup> reported the short- and long-term effects of celecoxib (COX-2 inhibitor) on orthodontic tooth movement in rats. The short-term treatment was simulated the preoperative administration of analgesics to decrease post-operative pain whereas the long-term effect treatment was simulated the situation that patients receive celecoxib in treatment of chronic disease all time of tooth movement. The results showed that tooth movement was inhibited by celecoxib action in both situations. Moreover, they stated that celecoxib not only affected COX-2 level but also affected IL-1 and IL-6 that had the result of bone resorption and tooth movement.<sup>(45,46)</sup> However, Sari *et al*<sup>(47)</sup> suggested that the one drug, rofecoxib, can be used to relieve pain or patient discomfort during orthodontic treatment because

the inhibitory effect on PGs synthesis with rofecoxib was less than the inhibition effect of aspirin during the first 24 hours. In addition, Wong *et al*<sup>(48)</sup>, stated that aspirin does not change the orthodontic tooth movement in guinea pigs. However, they found that the dose of the analgesic used was lower than the dose that can reduce the secretion of PGs because the metabolic rate of these animals is faster than humans. For this reason, they require higher doses than the does to produce the same orthodontic effect in humans.<sup>(49, 50)</sup>

### **Acetaminophen**

It is nonsteroidal anti-inflammatory drug in the paraminophenols family. It does not effect orthodontic tooth movement because it does not inhibit the secretion of peripheral PGs or only inhibit them slightly. So, acetaminophen is considered to be a very weak PGs inhibitor and has no anti-inflammatory effect.<sup>(51)</sup> Antipyretic and analgesic actions are the same as aspirin but analgesic effect is produced at the central nervous system<sup>(52, 53)</sup> and does not act at the cell membrane as do aspirin or ibuprofen.<sup>(53)</sup> Kehoe *et al* found that at the level of PDL, acetaminophen inhibited the peripheral PGs synthesis but the degree and rate of orthodontic tooth movement were not significantly different when compared with control group.<sup>(37)</sup>

The study of Arias *et al*<sup>(35)</sup> showed the presence of osteoclasts in the pressure side of the orthodontically moved incisors in rats treated with acetaminophen. The bone resorption lacunae and dental movement are the same as the control group. Furthermore, the bone is actively regenerated because of orthodontic treatment that activates the secretion of PGs and the osteoclasts that act in bone resorption. These results did not happen in the groups treated with aspirin and ibuprofen. Roche claimed that acetaminophen has no effect on orthodontic tooth movement in rabbits because acetaminophen is a weak inhibitor of cyclooxygenase-1 and cyclooxygenase-2, and analgesic action lacks the anti-inflammatory properties.<sup>(54)</sup>

### **Bisphosphonate**

For bone metabolic disorders such as osteoporosis, bone disease, and bone pain from bone cancer, the drugs of choice are bisphosphonates. However, they have side-effects in dental treatment that inhibit tooth movement, impaired bone healing, and induced osteonecrosis in the maxilla and mandible. Bisphosphonates directly inhibit osteoclastic activity that results in decreasing bone resorption.<sup>(55)</sup> For long term

treatment with bisphosphonates, it is claimed that if osteoclastic activity decreases sufficiently, the osteoblastic activity will decrease too.<sup>(56)</sup> The study of Igarashi *et al*<sup>(57)</sup> showed that after giving of subcutaneous bisphosphonates for 3 weeks in rats, tooth movement was decreased by 40%. In addition, the alveolar bone adjacent to the periodontal ligament showed the reducing of osteoclasts after giving a single dose of intravenous bisphosphonate (pamidronate) during tooth movement.<sup>(58)</sup> Marx *et al*<sup>(59)</sup> stated that bisphosphonate osteonecrosis showed the decrease of microcirculation of bone until the stage of necrosis happened. Because the osteoclast cannot absorb the mineral matrix of bone, and the capillary formation in new bone cannot be stimulated completely, acellular and avascular bone will occur.<sup>(59)</sup> The typical osteonecrosis in patients who received intravenous bisphosphonate appeared as painful abscess teeth. When they are extracted, the underlying necrosis bone will be exposed, and abnormal healing causes bone loss in the future.<sup>(59, 60)</sup> Bisphosphonate osteonecrosis symptoms such as severe bone loss or dental abscess look like dental or periodontal disease. For this reason, if routine dental and periodontal treatment can not treat these diseases, it should be considered as a possible diagnosis of osteonecrosis.<sup>(61)</sup> At the present, there should be concerned about orthodontic treatment in the patients who received bisphosphonates.<sup>(62, 63)</sup> High intravenous doses of bisphosphonates can inhibit tooth movement more than lower oral doses.<sup>(56)</sup> Orthodontic tooth movement may increase the uptake of bisphosphonates locally, so it decreases osteoclastic activity. The result of this process shows as slower tooth movement.<sup>(56)</sup>

### **EP4 agonist**

Bone anabolic responses to external loading are induced by stimulation of prostaglandin receptor EP4. Chung *et al*<sup>(64)</sup> claimed that the activation of the EP4 receptor of the paradental region might induce osteoblasts and stimulate new bone formation in vivo. Their study reported that the local administration of EP4 agonist can induce tooth movement and increase bone volume at least in the tension side. Furthermore, PGE stimulates bone resorption through the EP4 receptor via a mechanism involving an increase of cAMP and RANKL in osteoblasts. So, there is a high possibility of increased bone resorption.<sup>(65)</sup> Chung *et al* stated that the role of EP4 agonists not only enhances bone formation during tooth movement but



also stimulate osteoblasts to produce increased amounts of RANKL that increase osteoclastogenesis and bone resorption.<sup>(64)</sup>

### **Misoprostal**

Misoprostal is a synthetic PGE<sub>1</sub> analog which is used in the patients that receive NSAIDs for a long time.<sup>(37)</sup> Because its effect can increase the secretion of bicarbonate in duodenum and gastric mucosa,<sup>(66)</sup> this drug can help to protect gastric mucosal damage from the effect of NSAIDs. In a mouse study, misoprostol has analgesic effect in a same dose as morphine. This drug can act together with recognized NSAIDs, so the usual dose level can be decreased.<sup>(37)</sup> Furthermore, Kehoe *et al* studied the effect of misoprostal, acetaminophen and ibuprofen on orthodontic tooth movement. They claimed that misoprostal could be induced tooth movement because the inhibitory effect on local PGE<sub>2</sub> production was insignificant, and their results showed the degree and rate of tooth movement was increased when compared with the other groups. The acceleration of tooth movement may be the result from increasing bone resorption activity of PGE<sub>1</sub>.<sup>(37)</sup>

### **Evening Primrose Oil**

At the present, evening primrose oil (EPO) is a popular encapsulated dietary supplement which contains gamma linolenic acid (GLA). Some studies found that GLA can help to relieve the inflammatory disorders such as rheumatoid arthritis.<sup>(67, 68)</sup> The metabolite of GLA is dihomogamma-linolenic acid (DGLA) that is precursor of PGE<sub>1</sub> synthesis.<sup>(69)</sup> For this reason, the dietary EPO supplement has been reported to enhance orthodontic tooth movement. Taweekaisupapong *et al*<sup>(70)</sup> studied the effect of EPO on osteoclasts during tooth movement in rats. They found that the increase of osteoclasts was significant in an experimental (EPO) group because EPO induced more PGE<sub>1</sub> synthesis. The increase of PGE<sub>1</sub> level was the cause of increasing osteoclasts appearance. So, they concluded that the oral administration of EPO may accelerate orthodontic tooth movement.

### **Conclusion**

NSAIDs such as Ibuprofen and aspirin can inhibit orthodontic tooth movement. They reduce the synthesis of PGs that results in decreasing osteoclasts in the pressure sides. Because they have potential for slowing tooth movement, it is not recommended to use them for relief of orthodontic pain. Nowadays, the numbers of adult orthodontic patients are increased, so orthodontists

should be aware that adult patients who received NSAIDs for long-term treatment for chronic diseases such as arthritis, tricyclic antidepressants, and antiarrhythmics that can experience reduced rate of tooth movement. COX-2 inhibitor reduce the osteoclast activity and inhibit tooth movement as well as NSAIDs. Orthodontists should be aware of the patients who under short- and long- term therapy with COX-2 inhibitors because these drugs can decrease the rate of orthodontic tooth movement. Acetaminophen acts at the central nervous system and does not stimulate PGs synthesis, so it does not interfere with the orthodontic tooth movement. The numbers of osteoclasts in the pressure areas are not decreased, and the bone regeneration does not change by acetaminophen. So, it is a drug of choice that orthodontists should recommend to their patients for relieving the discomfort during orthodontic treatment. Bisphosphonate is used in patients who have bone metabolism disorders. It can inhibit tooth movement. Furthermore, it impairs bone healing and induces osteonecrosis in alveolar bones of maxilla and mandible. Medication screening and patient counseling are essential in these patients. EP4 agonist, Misoprostal and Evening Primrose Oil can increase the rate of tooth movement. For this action, these drugs can reduce orthodontic treatment time in the future. Furthermore, EP4 agonist can increase bone volume in the tension side, so it may be useful for inducing bone formation in patients who have bone loss.

For post-orthodontic treatment care, orthodontists should inform the patients about the side-effects of analgesics, especially NSAID and COX-2 inhibitors that may increase the treatment time and the risk of orthodontic therapy.

### **References**

1. Burr DB. Orthopedic principles of skeletal growth, modeling and remodeling. In: Carlson DS, Goldstein SA, editors. Bone biodynamics in orthodontic and orthopedic treatment. Monograph 27. University of Michigan: Center for Human Growth and Development, Ann Arbor; 1992:15-50.
2. Collett T. Biology of tooth movement. In: Fricker JP, editor. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Australia: Jacqui McLeay; 1998:349-76.
3. Kyrkanides S, O'Banion MK, Subtelny JD. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs in orthodontic tooth movement: Metalloproteinase activity and collagen synthesis by endothelial cells. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:203-9.
4. King GJ, Keeling SD, Wronski TJ. Histomorphologic and chemical study of alveolar bone turnover in response to



- orthodontic tipping. In: Carlson DS, Goldstein SA, editors. Bone biodynamics in orthodontic and orthopedic treatment. Monograph 27. University of Michigan: Center for Human Growth and Development, Ann Arbor; 1992:281-97.
5. McCauley LK, Nohutcu RM. Mediators of periodontal osseous destruction and remodeling: principles and implications for diagnosis and therapy. *J Periodontol* 2002;73:1377-91.
  6. Waraaswapati N. Bone remodelling and factors affecting bone cell activity and function. Unpublished. Khon-Kaen University 2001.
  7. Canalis E, Delany AM. Mechanisms of glucocorticoid action in bone. *Ann NY Acad Sci* 2002; 966:73-81.
  8. Klaushofer K et al. Bone-resorbing activity of thyroid hormones is related to prostaglandin production in cultured neonatal mouse clavaria. *J Bone Mineral Res* 1989;4:305-12.
  9. Robert WE, Garetto LP, Katona TR. Principles of orthodontic biomechanics: metabolic and mechanical control mechanisms. In: Carlson DS, Goldstein SA, editors. Bone biodynamics in orthodontic and orthopedic treatment. Monograph 27. University of Michigan: Center for Human Growth and Development, Ann Arbor; 1992:189-255.
  10. Grieve WG, Johnson GK, Moore RN, Reinhardt RA, DuBois LM. Prostaglandin E (PGE) and interleukin 1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) levels in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;105:369-74.
  11. Matsuki Y, Yamamoto T, Hara K. Detection of inflammatory cytokine messenger RNA (mRNA)-expressing cells in human inflamed gingiva by combined in situ hybridization and immunohistochemistry. *Immunology* 1992;76:42-7.
  12. Informational Paper : The pathogenesis of periodontal diseases. *J Periodontol* 1999;70:457-70.
  13. Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E<sub>1</sub> (PGE<sub>1</sub>) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1984;85:508-18.
  14. Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *J Dent Res* 1980;59:1635-42.
  15. Suda T, Udagawa N, Takahashi N. The molecular mechanism of osteoclast differentiation and activation. *Dentistry in Japan* 2000;36:42-6.
  16. Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod* 2001;23:535-45.
  17. Schenk RK. Bone regeneration: biologic basis. In: Buser D, Dahlin C, Schenk RK, editors. Guided bone regeneration in implant dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.; 1994:49-100.
  18. Sakakura CE, Margonar R, Holzhausen M, Nociti Jr FH, Alba Jr RC, Marcantonio Jr E. Influence of cyclosporin-a therapy on bone healing around titanium implants: a histometric and biomechanic study in rabbits. *J Periodontol* 2003;74:976-81.
  19. Malone JD, Teitelbaum SL, Griffin GL, Senior RM, Kahn AJ. Recruitment of osteoclast precursors by purified bone matrix constituents. *J Cell Biol* 1982;92:227-30.
  20. Mundy GR, Poser JW. Chemotactic activity of the gamma-carboxyglutamic acid containing protein in bone. *Calcif Tissue Int* 1983;35:164-8.
  21. Rygh P. The response of the periodontal ligament to orthodontics forces. In: Carlson DS, Goldstein SA, editors. Bone biodynamics in orthodontic and orthopedic treatment. Monograph 27. University of Michigan: Center for Human Growth and Development, Ann Arbor; 1992:257-80.
  22. Ren Y, Maltha JC, Van't Hof MA, Von den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM, Zhang D. Cytokine levels in crevicular fluid are less responsive to orthodontic force in adults than in juveniles. *J Clin Periodontol* 2002;29:757-62.
  23. Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> and mechanical force in the rat. *J Dent Res* 1992;71:1487- 92.
  24. Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Kobayashi Y, Yamashiro T, Sakuda M. The effect of local application of 1,25-dihydroxycholecalciferol on osteoclast numbers in orthodontically treated rats. *J Dent Res* 1992;71:53-9.
  25. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;94:278-84.
  26. Proffit WR. The biological basis of orthodontic therapy . Contemporary orthodontics. 3<sup>rd</sup> ed. St. Louis: Mosby Year Book; 2000:296-325.
  27. Ngan P, Kess B, Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96:47-53.
  28. Kamogashira K, Yanabu M, Ichikawa K, Itoh T, Matsumoto M, Ishibashi K, Abe K. The effects of upper incisor separation on the submandibular and sublingual glands of rats. *J Dent Res* 1988;67:602-10.
  29. White L. Pain and cooperation in orthodontic treatment. *J Clin Orthod* 1984;35:572-5.
  30. Ngan P, Wilson S, Shanfeld J, Amini H. The effect of ibuprofen on the level of discomfort in patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;106:88-95.
  31. Thomas G, West GB. Prostaglandins, kinin and inflammation in the rat. *Br J Pharmacol* 1974;50: 231-5.
  32. Sandy JR, Harris M. Prostaglandins and tooth movement. *Eur J Orthod* 1984;6:175-82.

33. Chumbley AB, Tuncay OC. The effect of indomethacin (an aspirin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1986;89:312-4.
34. Mohammed AH, Tatakis DN, Dziak R. Leukotrienes in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;95:231-7.
35. Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: Their effects on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:364-70.
36. Williams RC, Jeffcoat MK, Howell TH, Reddy MS, Johnson HG, Hall CM, Goldhaber P. Ibuprofen: an inhibitor of alveolar bone resorption in beagles. *J Periodont Res* 1988;23:225-9.
37. Kehoe MJ, Cohen SM, Zarrinnia K, Cowan A. The effect of acetaminophen, ibuprofen, and misoprostol on prostaglandin E2 synthesis and the degree and rate of orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 1996;66:339-50.
38. Ito A, Nose T, Takahashi S, Mori Y. Cyclooxygenase inhibitors augment the production of pro-matrix metalloproteinase-9 (progelatinase B) in rabbit articular chondrocytes. *FEBS Lett* 1995;360:75-9.
39. Gameiro GH, Pereira-Neto JS, Magnani MB, Nouer DF. The influence of drugs and systemic factors on orthodontic tooth movement. *J Clin Orthod* 2007;41:73-8.
40. Krishnan V. Orthodontic pain: from causes to management--a review. *Eur J Orthod* 2007;29:170-9.
41. Young AN, Taylor RW, Taylor SE, Linnebur SA, Buschang PH. Evaluation of preemptive valdecoxib therapy on initial archwire placement discomfort in adults. *Angle Orthod* 2006;76:251-9.
42. Bombardier C, Laine L, Reicin A, Shapiro D, Burgos-Vargas R, Davis B, et al. Comparison of upper gastrointestinal toxicity of rofecoxib and naproxen in patients with rheumatoid arthritis. *N Engl J Med* 2000;343:1520-8.
43. Chan FKL, Hung LCT, Suen BY, Wu JC, Lee KC, Leung VKS, et al. Celecoxib versus diclofenac and omeprazole in reducing the risk of recurrent ulcer bleeding in patients with arthritis. *N Engl J Med* 2002;347:2104-10.
44. de Carlos F, Cobo J, Diaz-Esnal B, Arguelles J, Vijande M, Costales M. Orthodontic tooth movement after inhibition of cyclooxygenase-2. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:402-6.
45. Gameiro GH, Nouer DF, Neto JSP, Siqueira VC, Andrade ED, Novaes PD, Veiga MCF. Effects of short- and long-term celecoxib on orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2008;78:860-5.
46. Ren Y, Hazemeijer H, de Haan B, Qu N, de Vos P. Cytokine profiles in crevicular fluid during orthodontic tooth movement of short and long durations. *J Periodontol* 2007;78:453-8.
47. Sari E, Olmez H, Gurton U. Comparison of some effects of acetylsalicylic acid and rofecoxib during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;125:310-5.
48. Wong A, Reynolds EC, West VC. The effect of acetylsalicylic acid on orthodontic tooth movement in the guinea pig. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;102:360-5.
49. Wallace JL, McKnight GW, Bell CJ. Adaptation of rat gastric mucosa to aspirin requires mucosal contact. *Am J Physiol* 1995;268:G134-8.
50. Jenkins WL. Pharmacologic aspects of analgesic drugs in animals: an overview. *J Am Vet Med Assoc* 1987;191:1231-40.
51. Katzung BG. Basic and clinical pharmacology. 5<sup>th</sup> edition. Connecticut: Appleton and Lange; 1992.
52. McNeil Consumer Products Company. Tylenol<sup>TM</sup> Hospital Formulary Manual Comprehensive Drug Information Monograph. Fort Washington, Pennsylvania; 1993.
53. Bianchi M, Panerai AE. The dose-related effects of paracetamol on hyperalgesia and nociception in the rat. *Br J Pharmacol* 1996;117:130-2.
54. Roche JJ, Cisneros GJ, Acs G. the effect of acetaminophen on tooth movement in rabbits. *Angle Orthod* 1997;67:231-6.
55. Licata AA. Discovery, clinical development, and therapeutic uses of bisphosphonates. *Ann Pharmacother* 2005;39:668-77.
56. Zahrowski JJ. Bisphosphonate treatment: An orthodontic concern calling for a proactive approach. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131:311-20.
57. Igarashi K, Mitani H, Adachi H, Shinoda H. Anchorage and retentive effects of a bisphosphonate (AHBuBP) on tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;106:279-89.
58. Kim TW, Yoshida Y, Yokoya K, Sasaki T. An ultrastructural study of the effects of bisphosphonate administration on osteoclastic bone resorption during relapse of experimentally moved rat molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115:645-53.
59. Marx RE, Sawatari Y, Fortin M, Broumand V. Bisphosphonate induced exposed bone (osteonecrosis/osteopetrosis) of the jaws: risk factors, recognition, prevention, and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:1567-75.
60. Ruggiero SL, Mehrotra B, Rosenberg TJ, Engroff SL. Osteonecrosis of the jaws associated with the use of bisphosphonates: a review of 63 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:527-34.
61. American Dental Association Council on Scientific Affairs. ADA report of the dental management of patients receiving oral bisphosphonate therapy: expert panel recommendations. *JADA* 2006;137:1144-50.
62. Keim RG. Bisphosphonate in orthodontics (editor's corner). *J Clin Orthod* 2006;45:403-4.

63. Graham JW. Bisphosphonates and orthodontics: clinical implications. *J Clin Orthod* 2006;40:425-8.
64. Chung CJ, Baik HS, Soma K. Bone formation and tooth movement are synergistically enhanced by administration of EP4 agonist. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132:427.e13-20.
65. Suzawa T, Miyaura C, Inada M, Maruyama T, Sugimoto Y, Ushikubi F, et al. The role of prostaglandin E receptor subtypes (EP1, EP2, EP3, and EP4) in bone resorption: an analysis using specific agonists for the respective EPs. *Endocrinology* 2000;141:1554-9.
66. Wilson DE. Antisecretory and mucosal protective actions of misoprostol. Potential role in the treatment of peptic ulcer disease. *Am J Med* 1987;83:(Suppl 1A) 2-8.
67. Leventhal LJ, Boyce EG, Zurier RB. Treatment of rheumatoid arthritis with gammalinolenic acid. *Ann Intern Med* 1993;119:867-73.
68. Zurier RB, Rossetti RG, Jacobsen EW, DeMarco DM, Liu NY, Temming JE, et al. Gamma-linolenic acid treatment of rheumatoid arthritis. A randomized, placebo-controlled trial. *Arthritis Rheum* 1996;39:1808-17.
69. Fan YY, Chapkin RS. Importance of dietary gamma-linolenic acid in human health and nutrition *J Nutr* 1998;128:1411-4.
70. Taweechaisupapong S, Srisuk N, Nimitpornsuko C, Vattapadounes T, Rattanayatikul C, Godfrey K. Evening Primrose Oil Effects on Osteoclasts during Tooth Movement. *Angle Orthod* 2005;75:356-61.

# การศึกษาความยาวที่เหมาะสมของโซ่อีลาสโตเมอร์ สำหรับดึงฟันเขี้ยวที่ระยะต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

วันเดช Wachirasereechai\*, Passiri Nisalak\*\*,  
Somporn Raungpaka\*\*, Poompada Jaochakarasiri\*\*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความยาวที่เหมาะสมของโซ่อีลาสโตเมอร์ ในการดึงฟันเขี้ยว โดยใช้โซ่อีลาสโตเมอร์แบบใส 4 ยี่ห้อ ได้แก่ ทัฟฟ์, ไดนาเฟก, สามเอ็ม และ ชวงซิน (จีน) ทำการศึกษาที่ระยะทาง 28, 26, 24, 22, 20, 18 และ 16 มิลลิเมตร ซึ่งใช้โซ่อีลาสโตเมอร์ 10 ชิ้นต่อหนึ่งกลุ่ม ทำการวัดแรงด้วยเครื่องอินสตรอน รุ่น เอลเอฟ พลัส 9 ครั้ง ที่ขณะเริ่มต้น, 1 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง, 1 วัน, 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 21 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ

ผลการศึกษา พบว่า ค่าแรงเฉลี่ยจากโซ่อีลาสโตเมอร์ทั้งทัฟฟ์, ไดนาเฟก, สามเอ็ม และ ชวงซิน (จีน) ที่ใช้ความยาว ที่ 70-80 เปอร์เซ็นต์ของระยะทางที่ยืดโซ่อีลาสโตเมอร์ สามารถให้แรงที่เหมาะสม ในการดึงฟันเขี้ยว (350 - 100 กรัม) ตลอดระยะเวลาของการศึกษา 28 วัน

**คำสำคัญ :** การดึงฟันเขี้ยว, โซ่อีลาสโตเมอร์, ทันตกรรมจัดฟัน

## THE PROPER LENGTH OF ELASTOMERIC CHAIN FOR DIFFERENT DISTANCES OF CANINE RETRACTION IN VITRO STUDY

Wandet Wachirasereechai\*, Passiri Nisalak\*\*,  
Somporn Raungpaka\*\*, Poompada Jaochakarasiri\*\*

## Abstract

*This study was designed to determine the proper length of elastomeric chains for different canine retraction distances for 4 elastomeric brands. The clear open configuration of elastomeric chains from Dynaflex, Tuff, 3M and Chuangxin (China) were tested at stretched distances of 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. In this study each group consisted of 10 elastomeric chains. The force delivered by the elastomeric chains was measured with an Instron Testing Machine (Model LF Plus) at 9 time intervals (initial, 1 hour, 3 hours, 1 day, 3 days, 7 days, 14 days, 21 days and 28 days).*

*The results showed that all tested elastomeric chains, at 70 to 80 percent of the maximum distances that the elastomeric chains were stretched beyond their pre-test lengths for all the tested distances could generate appropriate force (100-350 grams), for canine retraction throughout the 28 days of study.*

**Key word:** canine retraction, elastomeric chains, orthodontics

\* นักศึกษาหลักสูตรทันตแพทย์ประจำบ้าน ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

\*\* ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

\* Postgraduate student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University

\*\* Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University

## Introduction

Force delivery by orthodontic appliances to create the proper force magnitude for biological tooth movement is always a major concern among orthodontists. It is now generally accepted that light and continuous force are suitable for biological tooth movement. As such, orthodontic appliances are required to deliver light continuous force regardless of the distance and the kind and number of teeth that have to be moved. A variety of force systems can move teeth through the alveolar bone but many of the established techniques may not be optimal in terms of efficiency and practicality. Closure of spaces in the dental arch, for example, may be accomplished with closed coil springs, closing loop archwires, elastomeric chains, elastic bands, or even magnets.<sup>(1, 2)</sup> Each of these techniques has different advantages and disadvantages. Coil springs can generate a continuous force, but are difficult to keep clean. Clinicians can control the level of force by closing loop arch wire, but it may impinge on the patient's gingiva and irritate the mucosa. Magnets are often bulky, expensive and difficult to keep clean. As for orthodontic elastic bands, patient cooperation when changing and wearing the elastic is required, whereas elastomeric chains are economical, easy to use, relatively hygienic and comfortable for the patient<sup>(1-3)</sup>. They also encourage patients' involvement through patients' choice of choosing colors elastomeric chains.<sup>(3, 4)</sup>

Elastomeric chains have been used by orthodontists since the 1960s. They are easily applied and require little or no patient cooperation. However, elastomeric chains are not without their disadvantages. Their chief disadvantage is that when extended and exposed to the oral environment, they absorb water and saliva, stain permanently, and suffer a breakdown of internal bonds that leads to permanent deformation<sup>(5)</sup>. The result is that they experience a rapid loss of force due to stress relaxation, resulting in a gradual loss of effectiveness.<sup>(5, 6)</sup>

This loss of force makes it difficult for orthodontists to determine the actual force transmitted to the dentition.<sup>(5-18)</sup>

The greatest rate of force decay occurs within the first hour, during the next two to four days, forces delivered continue to fall but at a slower rate.<sup>(5, 6)</sup> Beyond that time, in general, forces delivered remain nearly constant but at a level lower than originally available.<sup>(19)</sup> Most studies about elastomeric chains focus on the force degradation property from the initial force level through a 28 days interval. A variety of new generation elastomeric chains has recently been introduced, but little is known about the appropriate length of elastomeric chains that can generate the desirable force for most efficient canine or incisor retraction.

The optimal force magnitude required for canine retraction has not yet reached a consensus. In fact, many factors affect the canine movement such as root surface area, density of bone, friction from bracket and arch wires, degree of degradation by elastomeric chains and age, but it is generally agreed that a light force is relatively optimal. However, different studies suggest that the force magnitudes required to bodily move canines range from as low as 100 grams to as high as 300 or 350 grams.<sup>(5, 8, 10)</sup> This study aimed to evaluate the proper length of elastomeric chains delivering desired force for different tested.

## Materials and Methods

### Materials

Elastomeric chains are produced in clear, colored and available in four types as closed, open, open medium and open long of elastomeric chains (Fig 1). For this study, the clear, open short configurations of elastomeric chains from Tuff (Glenroe Technologies Company, Florida, USA), Dynaflex (Dynaflex Company, St. Louis, Missouri, USA), Alastik<sup>TM</sup> Chain (3M Unitek Company, Monrovia, CA, USA) and Chuangxin Power Chain (China) were used as the testing samples.

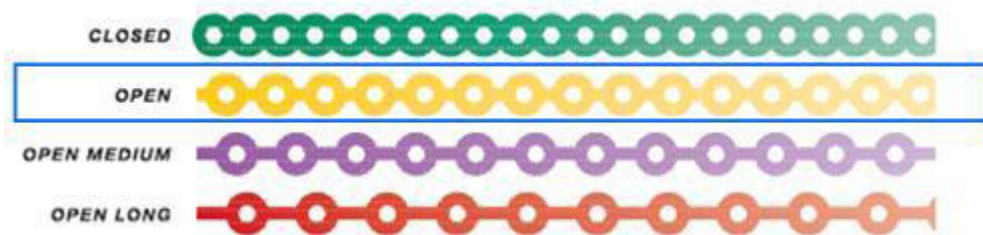


Fig. 1 Elastomeric chains have 4 configuration types. In this study, we used the open configuration type (in the blue block).



## Methods

A sample size of 10 elastomeric chains per group was used in this study. The distances over which the elastic chains were stretched were 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. Force measurements were recorded as the initial forces. The force measurement was recorded 9 times through the 28 days interval (initial, 1 hour, 3 hours, 1 day, 3 days, 7 days, 14 days, 21 days and 28 days).

### 1) Initial placement

The length of each tested elastomeric chains was between 70 and 80 percent of the tested distances. The lengths of chain were stretched to the tested distances and force delivery was measured by Instron Testing Machine (Model LF Plus). A load cell capacity of 50 newtons with a crosshead speed of 50 mm. per minute was used. The force delivery was measured in grams.

### 2) 1 hour to 28 days after the first measurement

At each measurement intervals, the elastomeric chains were transferred between the Instron Testing Machine and the Orthodontic canine retraction distance template (The storage block) by rubber dam forceps set at fixed distances of 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. (Figs 2, 3). The elastomeric chains were allowed to

stabilize on the Instron for a few seconds before recording the force level. Mean force from the each set of 10 samples was calculated. Between test times, the elastomeric chains, stretched on the template (Fig 4, template of 28 mm. distance), were stored continuously at room temperature (25 C°; Dry environment).



Fig. 2 The rubber dam forceps which fixed distances at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm.



Fig. 3 The elastomeric chains were transferred between the Instron Testing Machine and the template by the rubber dam forceps.

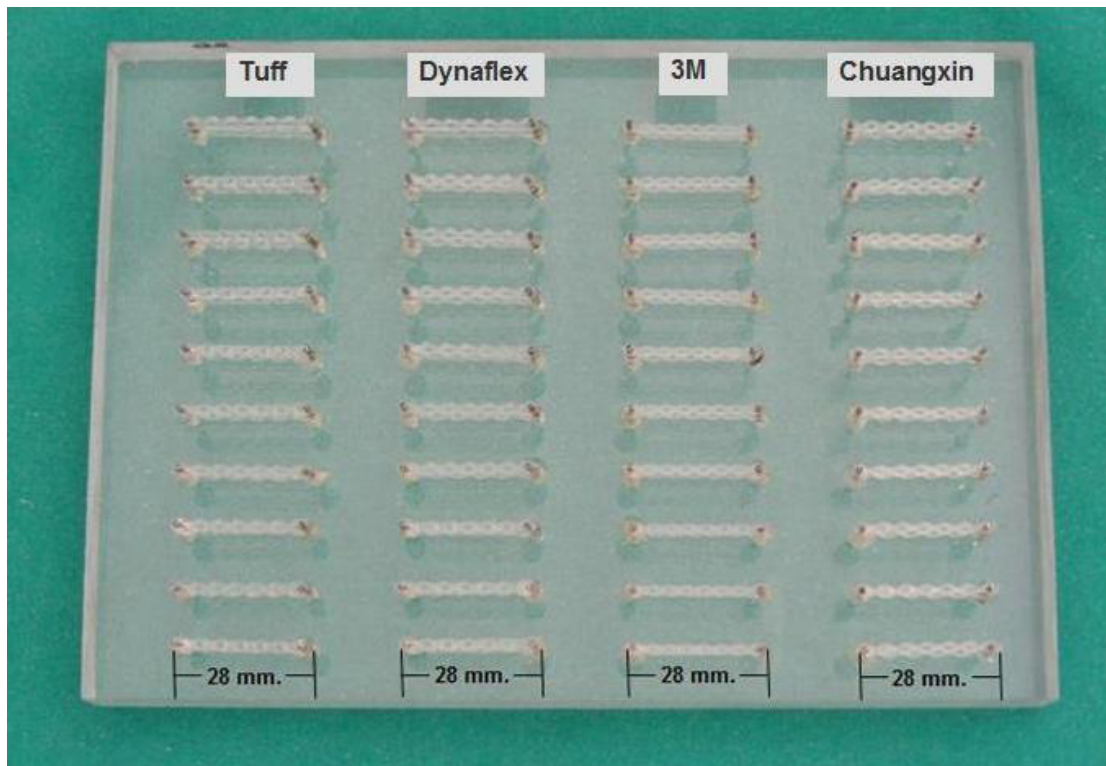


Fig. 4 The Orthodontic canine retraction distance template (The storage block). The distance between 2 nails was measured individually at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. in each block. This shows the template for setting chain extensions at 28 mm.

### Statistic analysis

Statistical analysis was performed using Statistical Package for the Social Science (SPSS) for Windows, Version 14. Results were presented as mean + SD. One-way ANOVA was used to compare the mean force delivery among different groups. The level of statistically significant difference was considered at  $P < 0.05$ .

### Results

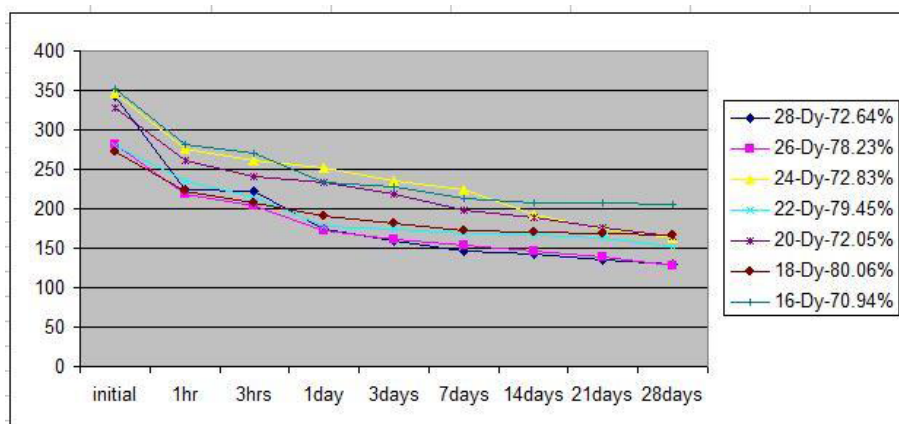
The result of mean force delivery from Dynaflex, Tuff, 3M and China elastomeric chains used for canine

retraction distances at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. are shown in Tables 1 to 4 and Figs 5 to 8.

Table 1 and Fig 5 show the results of mean force delivery of Dynaflex elastomeric chains for all tested canine retraction distances, from initial placement though the 28 days of the study period. Most of the mean force delivery of all tested elastomeric chains were in suitable range for canine retraction, i.e., 350 grams to 100 grams through 28 days of the study period, except the mean initial force of Dynaflex elastomeric chains at 16 mm.

**Table 1** Means and standard deviations of force delivery from Dynaflex elastomeric chains used for canine retraction through 28 days at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distance.

	28-Dy 72.64% 7 loops	26-Dy 78.23% 7 loops	24-Dy 72.83% 6 loops	22-Dy 79.45% 6 loops	20-Dy 72.05% 5 loops	18-Dy 80.06% 5 loops	16-Dy 70.94% 4 loops
initial	342.34	281.596	346.566	279.332	328.49	271.974	351.61
SD	5.32	5.29	5.24	5.23	5.32	6.3	6.28
1hr	224.05	218.444	275.612	234.578	261.908	221.739	281.136
SD	5.31	5.24	5.26	5.22	5.26	6.19	5.2
3hrs	222.42	203.509	261.584	214.413	241.477	207.386	270.16
SD	5.32	5.3	5.19	5.27	5.18	5.25	5.25
1day	174.39	172.568	251.618	178.469	233.16	190.168	232.936
SD	5.28	5.34	5.24	5.18	5.17	5.28	5.14
3days	159.19	161.483	235.566	173.534	219.435	182.195	227.099
SD	5.17	5.23	5.17	5.2	5.28	5.27	5.21
7days	146.65	154.49	223.618	168.499	198.372	173.073	212.185
SD	5.24	5.32	5.3	5.19	5.27	5.18	5.25
14days	141.85	145.54	192.607	166.662	189.746	170.753	207.835
SD	5.27	5.26	5.23	5.3	5.25	5.26	5.22
21days	134.61	138.744	174.58	162.549	176.556	167.838	207.122
SD	5.24	5.23	5.32	6.3	6.28	5.25	6.23
28days	130.08	127.622	162.464	151.507	164.684	166.382	205.101
SD	5.28	5.27	5.21	5.19	5.24	5.23	5.32



**Fig. 5** Graph of force delivery (grams) of Dynaflex elastomeric chains through 28 days  
(The percentages represent mean ratios of the original lengths of tested elastomeric chains to the distances which they were stretched at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distances at test commencement)

Table 2 and Fig 6 show the results of mean force delivery of Tuff elastomeric chains at all tested canine retraction distances from initial placement through 28 days of the study period. Most of the mean force delivery of all

tested elastomeric chains was in desired range for canine retraction, i.e., from 350 grams to 100 grams through 28 days of the study period, except for the mean initial forces of Tuff elastomeric chains at 28, 24 and 16 mm.

**Table 2** Means and standard deviations of force delivery from Tuff elastomeric chains used for canine retraction through 28 days at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distance.

	28-T-72.43% 7 loops	26-T-78.00% 7 loops	24-T-71.33% 6 loops	22-T-77.82% 6 loops	20-T-71.60% 5 loops	18-T-79.56% 5 loops	16-T-70.19% 4 loops
initial	353.26	299.517	351.523	289.403	349.269	306.19	364.521
SD	5.52	5.5	5.31	5.3	5.26	5.3	5.34
1hr	263.37	242.541	299.346	251.724	257.453	241.967	301.69
SD	5.32	5.4	5.31	5.25	5.23	5.27	6.24
3hrs	237.36	223.564	269.419	218.629	249.52	216.419	288.521
SD	5.39	6.28	4.18	5.26	5.26	5.3	5.26
1day	200.9	196.53	241.608	204.545	239.605	193.153	242.158
SD	5.27	5.42	5.21	5.26	5.28	5.28	5.36
3days	172.67	180.574	218.456	180.577	232.395	180.056	231.178
SD	5.52	5.3	5.24	5.3	5.31	5.29	5.26
7days	164.75	172.456	208.49	172.548	225.526	170.441	221.199
SD	5.26	5.19	5.18	5.28	5.32	5.26	5.23
14days	159.4	164.528	192.396	165.415	219.612	166.181	212.404
SD	5.31	5.28	6.36	5.24	5.28	5.23	6.14
21days	140.74	158.546	176.56	161.319	206.456	163.481	210.893
SD	5.23	5.22	5.24	6.27	6.31	5.21	5.32
28days	139.49	141.371	158.497	150.503	181.485	160.332	208.933
SD	5.26	5.28	5.13	5.3	5.34	5.29	5.25

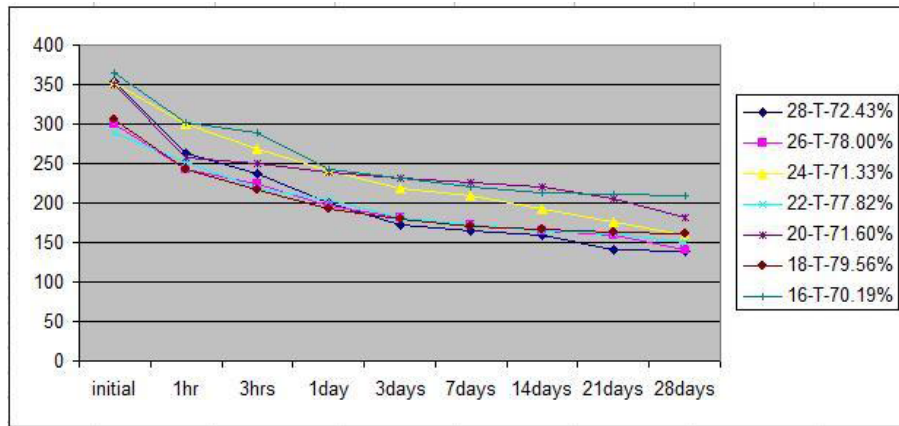


Fig. 6 Graph of force delivery (grams) of Tuff elastomeric chains through 28 days  
(The percentages represent mean ratios of the original lengths of tested elastomeric chains to the distances which they were stretched at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distances at test commencement)

Table 3 and Fig 7 show the results of mean force delivery of 3M elastomeric chains at all tested canine retraction distances. The mean force delivery of all tested of elastomeric chains were in range for canine retraction, from 350 grams to 100 grams through 28 days of the study period.

**Table 3** Means and standard deviations of force delivery from 3M elastomeric chains used for canine retraction through 28 days at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distance.

	28-3M 75.32% 8 loops	26-3M 72.46% 7 loops	24-3M 78.50% 7 loops	22-3M 71.23% 6 loops	20-3M 78.35% 6 loops	18-3M 70.83% 5 loops	16-3M 79.68% 5 loops
initial	279.493	322.457	277.446	319.739	228.53	325.15	264.905
SD	5.3	5.74	5.29	6.54	6.22	5.27	6.45
1hr	223.582	255.536	215.535	261.48	218.621	251.956	224.932
SD	5.25	5.31	5.23	5.2	5.23	5.25	6.48
3hrs	212.585	236.57	208.526	244.632	213.698	224.354	210.078
SD	5.74	6.3	5.52	5.26	5.28	5.16	5.46
1day	201.669	225.52	203.497	231.643	208.369	220.068	183.049
SD	5.45	5.22	5.59	5.49	5.29	6.29	6.31
3days	182.594	217.599	189.374	217.789	201.573	208.753	168.818
SD	5.37	5.27	5.14	5.19	5.12	5.49	5.18
7days	170.48	202.397	177.478	208.435	190.15	201.522	153.811
SD	5.44	5.53	5.08	5.3	5.26	5.62	5.26
14days	164.585	195.381	170.267	189.535	182.609	183.524	151.205
SD	5.54	5.2	5.35	5.28	5.25	5.49	5.27
21days	158.496	182.456	163.587	177.518	171.225	178.244	150.529
SD	5.56	6.63	6.78	5.53	5.52	5.63	5.53
28days	149.577	174.435	158.44	170.383	157.226	175.409	148.709
SD	5.73	6.55	6.46	6.44	5.51	5.7	5.49



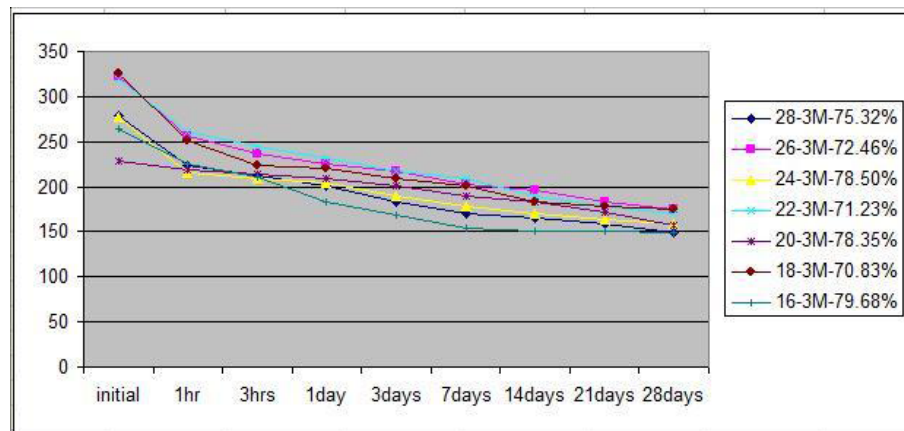


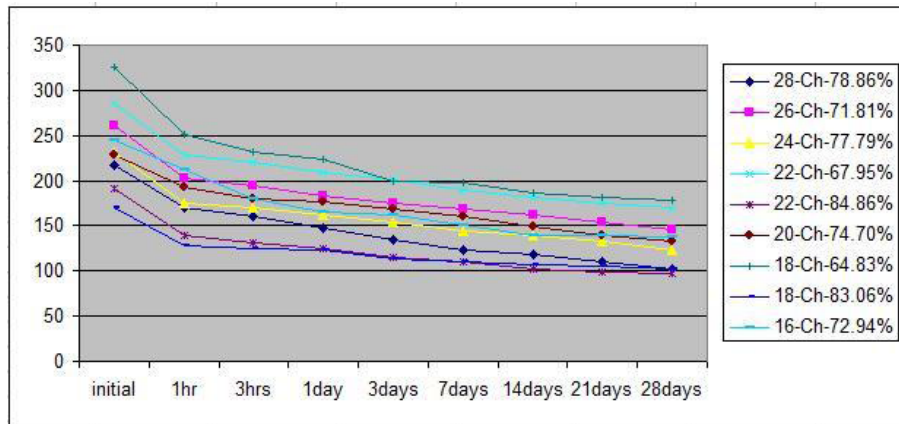
Fig. 7 Graph of force delivery (grams) of 3M elastomeric chains through 28 days  
(The percentages represent mean ratios of the original lengths of tested elastomeric chains to the distances which they were stretched at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distances at test commencement)

Table 4 and Fig 8 present the results of mean force delivery of Chuangxin elastomeric chains at all tested canine retraction distances from initial placement through 28 days of the study period. At 22 mm. and 18 mm., the mean lengths of Chuangxin elastomeric chains used 67.95%, 84.86% and 64.83%, 83.06% of the maximum

distance that the elastomeric chain was stretched in the tests, respectively. Most of the mean force delivery of all tested of elastomeric chains were in proper range for canine retraction, 350 grams to 100 grams through 28 days of the study period.

**Table 4** Means and standard deviations of force delivery from Chuangxin elastomeric chains used for canine retraction through 28 days at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distance.

	28-China 78.86% 7 loops	26-China 71.81% 6 loops	24-China 77.79% 6 loops	22-China 67.95% 5 loops	22-China 84.86% 6 loops	20-China 74.70% 5 loops	18-China 64.83% 4 loops	18-China 83.06% 5 loops	16-China 72.94% 4 loops
initial	217.49	261.47	231.59	285.40	191.43	228.62	325.09	170.19	244.09
SD	5.6	5.26	5.43	5.29	5.32	5.48	5.33	5.31	5.32
1hr	169.42	202.57	174.54	228.60	139.59	193.41	251.03	127.88	212.00
SD	5.8	5.71	5.5	5.56	5.76	5.22	5.59	5.05	5.72
3hrs	160.48	194.40	169.52	220.69	131.64	179.4	232.12	125.01	179.96
SD	5.61	5.62	5.7	5.51	5.23	5.25	5.56	5.23	5.14
1day	147.62	182.46	162.50	209.49	124.57	176.56	223.23	123.08	164.97
SD	5.67	5.47	5.66	5.57	5.11	5.43	5.45	5.42	5.37
3days	134.57	174.48	153.41	201.67	114.54	168.38	199.63	112.76	162.42
SD	5.51	5.61	6.55	6.57	5.16	5.36	5.45	5.41	5.85
7days	122.69	168.54	143.55	189.47	109.5	159.65	198.18	110.2	150.98
SD	5.92	5.64	5.48	5.66	5.83	5.49	5.44	5.67	5.22
14days	117.60	161.45	138.56	181.34	102.54	148.54	186.23	107.37	139.95
SD	5.93	5.79	5.6	5.63	5.45	5.77	5.54	5.57	5.32
21days	109.41	153.48	132.54	175.61	99.58	139.46	182.29	104.54	139.01
SD	5.67	6.65	5.51	5.76	5.72	5.73	6.41	5.38	5.27
28days	101.55	146.45	123.62	169.36	96.68	132.48	177.91	102.08	137.06
SD	5.55	5.55	6.81	5.54	5.22	5.7	5.47	5.09	5.64



**Fig. 8** Graph of force delivery (grams) of Chuangxin elastomeric chains through 28 days  
(The percentages represent mean ratios of the original lengths of tested elastomeric chains to the distances which they were stretched at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. distances at test commencement)

One-way ANOVA was used to compare the mean force delivery among different groups. Table 5 presents the statistical analysis at P value < 0.05, showing no

significant differences in the mean force delivery among all groups during the study period.

**Table 5** The comparison of mean force delivery among different groups.  
The mean difference is significant at the .05 level ( \* < 0.05 level , \*\* ≥ 0.05 level )

Brand	Dynaflex	Tuff	3 M	Chuangxin
Dynaflex	-	**	**	**
Tuff	**	-	**	**
3 M	**	**	-	**
Chuangxin	**	**	**	-

## Discussion

New generation elastomeric chains have recently been introduced in orthodontics by a several companies. The elastomeric chains can be categorized by configuration into: continuous (closed) and non-continuous (open) chains. The non-continuous chains can have interloop distances as open short (short space between rings), open medium (medium space between rings) and open long (regular space between rings). The open short configuration of elastomeric chain was chosen to be tested in this experiment because it is an intermediate size and is most frequently used by orthodontists for Class I, intra-arch force.

Elastomeric chains experience a rapid loss of force due to stress relaxation, resulting in a gradual loss of their effectiveness.<sup>(5, 6)</sup> In a previous study by Poolkerd et al.<sup>(20)</sup>, the mean length of Tuff and Dynaflex

elastomeric chains generating the optimal force (100-350 grams) for canine retraction was approximately 70 to 75 percent (at 28 mm. distance). However, the molar-canine distance was reported to vary according to studies by Andreasen<sup>(5)</sup>, Wong<sup>(8)</sup> and Nikolai.<sup>(10)</sup> In the Orthodontic Clinic, Faculty of Dentistry, Mahidol University, the canine to molar distance was between 16.4 and 28.3 mm. As such, the tested stretched distances in this study were assigned at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm.

The test result data were recorded at initial placement, 1 hour, 3 hours, 1 day, 3 days, 7 days, 14 days, 21 days and 28 days to study the force delivery from elastomeric chains through a 28 day period because the 28 day period is the usual time to recall the patient to adjust the archwire or change the elastomeric chains.

In this study, 28, 24, 20 and 16 mm. of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched in

the tests revealed an equal number of loops for the Dynaflex and Tuff elastomeric chains with almost equal percentages of mean lengths (72 percent which was between 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched in the tests). This resulted from the fact that Dynaflex and Tuff elastomeric chains had almost equal internal ring diameters, external diameters and interloop distances and made of similar elastomeric materials. They both were longer than 3M elastomeric chains for the same number of loop and shorter than Chuangxin elastomeric chains. The Chuangxin elastomeric chains had the largest internal diameter, external diameter and interloop distance, while the 3M elastomeric chains had the shortest internal diameter, external diameter and interloop distance at a similar percentage of mean length (78 percent) but 3M elastomeric chains had more loops than Chuangxin elastomeric chains.

At 26, 22 and 18 mm. stretched distances, Dynaflex, Tuff and 3M elastomeric chains had the same number of loops, but Chuangxin elastomeric chains had less loops than the other three trademarks. The mean length of Dynaflex and Tuff elastomeric chains were similar at about 78 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched in the tests, but the mean length of 3M elastomeric chains was lower (71 percent) than those of Dynaflex and Tuff elastomeric chains. The result showed that to achieve a length of elastomeric chain between 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched in the tests, may not always be possible because of the limitations of internal and external diameters and interloop distances, fixed by the manufacturing process. (Consequently, the tested mean length of Chuangxin elastomeric chains at 22 mm. and 18 mm. of canine retraction distances could not be cut at 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chains was stretched in the tests, but instead used 67.95%, 84.86% and 64.83%, 83.06%, respectively).

The result of force delivery from this study showed that most tested elastomeric chains from Dynaflex, Tuff, 3M and Chuangxin at 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chains were stretched at 28, 26, 24, 22, 20, 18 and 16 mm. canine retraction distances generated an initial force at approximately 350 grams and at the end of the 28 days

period, the force still remained greater than 100 grams. This result was similar to the finding of the study by Poolkerd et al.<sup>(20)</sup> Our findings were slightly higher than those of Rock et al.<sup>(12)</sup> who recommended 60 to 66 percent of canine retraction distances (the maximum distance that the elastomeric chain was stretched) to provide the desired force of approximately 300 grams. Baty et al.<sup>(17)</sup> found the elastomeric chains in their study required 64 to 66 percent to generate a force level of 300 grams. However, Taylor<sup>(21)</sup> studied elastomeric chains from various manufacturers and found that the mean length of canine retraction distances at 40 to 66 percent generated a force level of 300 grams.

All elastomeric chains were synthesized from polyurethane polymer rubber, but their formulation and other additives including catalyst residuals, antioxidants, lubricants, solvents, and trace impurities depended on each manufacturer.<sup>(8, 17)</sup> In addition, differences in mean length of canine retraction distances from various elastomeric chains could result from the effects of the filler material used in tinting elastomeric chains and variations in manufacturing technique, including quality controls of this process that may affect the amount of force delivered. The filler material used in tinting elastomeric chains, also can affect the force delivery, as reported by Baty et al.<sup>(17)</sup>, who found that colored elastomeric chains and clear chains provided a higher initial force level and retained more of the original force after one week than the grey chain from the same companies. Young and Sandrik<sup>(22)</sup> and Williams and von Fraunhofer (cited in Baty et al., 1994<sup>(16)</sup>) found the configuration of the chain, namely closed loop, short filament, or long filament, appeared to affect the behavior of elastomeric chains. The shorter filament chains generally provided higher initial force levels and retained a higher percentage of the remaining force than the longer filament chains.

The result of force degradation of Dynaflex, Tuff, 3M and Chuangxin elastomeric chains was similar. The greatest rate of force decay occurred within the first hour. In the first hour, a loss of 7 to 35 percent of the initial force was observed. After 21 days of the study period, the force in all elastomeric chains remained nearly constant over the time investigated. These findings were in agreement with various studied<sup>(1, 5, 7, 8, 10, 19)</sup>, reporting that elastomeric chains experienced a steep decline in

force, ranging from 40 to 50 percent during the first 24 hours. However, they were inconsistent with the study of Josell et al.<sup>(19)</sup> reporting that after two to four days, the rate of force decay in elastomeric chains remained nearly constant throughout the observation period.

Previous study by Poolkerd et al.<sup>(20)</sup> reported that of all tested elastomeric chains, the greatest rate of force decay occurred in the first hour. After three days, the force remaining in Tuff's elastomeric chain remained nearly constant over the time investigated. In our study, after the first hour, the force remaining in Dynaflex's elastomeric chain remained nearly constant until seven days of the tested period. Between 7 and 14 days of the time investigated, the force decreased again and after 14 days, the force remained nearly constant over the time investigated. It could be possible that the discrepancy of force magnitude depended on small study sample differences such as brand of elastomeric chains, number of elastomeric chains, variables controlled and environment in which the elastomeric chains were tested.

This study found some tested elastomeric chains that provide the mean initial force were higher than the required force. (Table 1 and 2)

However, within the first hour after initial placement, the mean force delivery from all tested elastomeric chain decreased to the proper force range for canine retraction (less than 350 grams). In clinical practice, it has been suggested that prestretching the elastomeric chain before placement should be done to avoid the high initial force.<sup>(9, 11, 13)</sup> Brantley et al.<sup>(11)</sup> found that 100 percent prestretching of elastomeric chains in distilled water at 37°C, for 24 hours, would achieve nearly constant force levels required during clinical use. Williams and von Fraunhofer (cited in Baty et al., 1994) also looked at prestretching effects on force decay at one week, prestretching chains to 100 percent of their original length for ten seconds before loading. Their results displayed a statistically significant difference in some prestretched chains compared with the controls. Prestretching effect is an interesting aspect for further studies about different percentages of extension, duration and rate of prestretching that affects the level of initial force and optimum force for initial force delivery from elastomeric chain.

The Dynaflex, Tuff, 3M and Chuangxin elastomeric chains can be used at 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chains were stretched at all molar - canine distances for planned force for canine retraction. Distances higher than 80 percent of mean length generated forces lower than 100 grams at the end of the 28 days (i.e., of six loops of Chuangxin elastomeric chains at 22 mm. from the 21st to the 28<sup>th</sup> day were 99.58 and 96.68 grams respectively). When the length of elastomeric chain could not be selected or between 70 to 80 percent, this study preferred using a length lower than 70 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched. These imply that in clinical treatment, the orthodontists should use the Dynaflex and Tuff elastomeric chains 3/4 of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched for optimal force of canine retraction and the 3M and Chuangxin elastomeric chains should be used at 2/3 of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched for optimal force of canine retraction.

## Conclusion

The result in this study showed that Dynaflex, Tuff, 3M and Chuangxin elastomeric chains for lengths between 70 to 80 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched in the tests, generated appropriate force for canine retraction throughout the 28 days period of the study. When the length of elastomeric chain could not be selected for between 70 to 80 percent, this study preferred using a length lower than 70 percent of the maximum distance that the elastomeric chain was stretched.

## Acknowledgement

The author are grateful to Dr. Kongkwan Mekaapiruk and Dr. Sarocha Poolkerd for their supervision, advice, encouragement, suggestions and excellent guidance. The author wish to thank Assistant Professor Sumalee Singhaniyom, Lecturer in the Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Mahidol University for her helpful statistical advice. Thanks also to all my colleagues in the Orthodontic Department, Mahidol University for all their assistance.

## References

1. Von Fraunhofer JA, Coffelt MP, Orbell GM. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments and degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *Angle Orthod* 1992; 62: 265-73.
2. Sonis A, Van der Plas E, Gianelly A. A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986; 89: 73-8.
3. Storie D, Von Fraunhofer J, Regennitter E. Characteristics of a fluoride-releasing elastomeric chain. *Angle Orthod* 1994; 64: 199-210.
4. De Genova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R SR. Force degradation of orthodontic elastomeric chains: A product comparison study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1985; 87: 377-84.
5. Andreasen G, Bishara SE. Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod* 1970; 40: 151-8.
6. Andreasen G, Bishara SE. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. *Angle Orthod* 1970; 40: 319-28.
7. Hershey GH, Reynolds WG. The plastic module as an orthodontic tooth-moving mechanism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1975; 67: 554-62.
8. Wong A. Orthodontic elastic materials. *Angle Orthod* 1976; 46: 196-205.
9. Kovatch JS, Lautenschlager EI, Apfel DA, et al. Load-extension-time behavior of orthodontic alastiks. *J Dent Res* 1976; 55: 783-6.
10. Ash JL, Nikolai J. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in-vitro and in-vivo. *J Dent Res* 1978; 57: 685-90.
11. Brantley W, Salander S, Myers L et al. Effects of prestretching on force degradation characteristics of plastic modules. *Angle Orthod* 1979; 49: 37-43.
12. Rock WP, Wilson HJ, Fisher Susan E. A laboratory investigation of orthodontic elastomeric chains. *Br J Orthod* 1985; 12: 202-7.
13. Killiany D, Dupleiss J. Relaxation of elastomeric chains. *J Clin Orthod* 1987; 19: 592-3.
14. Kuster R, Ingervall B, Burgin W. Laboratory and intraoral tests of the degradation of elastic chains. *Eur J Orthod* 1986; 8: 202-8.
15. Leiss JB. The degradation of force in orthodontic chain elastics over time. Research Project, Department of Orthodontics, University of Maryland at Baltimore, 1990.
16. Williams J, von Fraunhofer JA. Degradation of the elastic properties of orthodontic chains. Master's Thesis, University of Louisville, Louisville, Kentucky, 1990.
17. Baty DL, Volz JE, von Fraunhofer JA. Force delivery properties of colored elastomeric modules. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 40-6.
18. Naghdi J. The degradation of force over time in colored, open and closed elastic chains. Masters Thesis, University of Maryland at Baltimore, Baltimore, MD, 1994.
19. Stuart D. Josell, Jeffrey B. Leiss, E. Dianne Rekow. Force degradation in elastomeric chains. Seminars in Orthodontics 1997; 3: 189-97.
20. Poolkerd S, Raungpaka S, Charoenying H, Jaochakarasiri P. In vitro study of orthodontic elastomeric chains for canine retraction, A thesis submitted in partial requirement for the degree of certificate in Orthodontics, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Thailand. 2006
21. Taylor PJ. A Laboratory Testing of Orthodontic Plastic Modules, A thesis submitted in partial requirement for the degree of MD Sc. University of Sydney, Australia. 1980
22. Young J, Sandrik J. Influence of preloading on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. *Angle Orthod* 1979; 49: 104-9