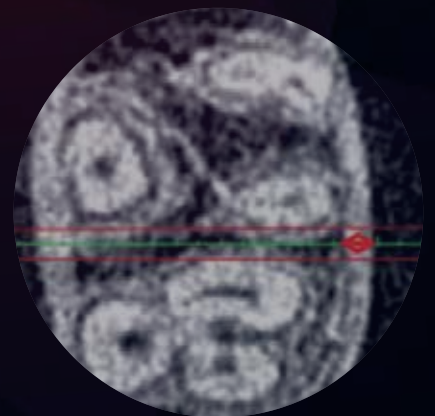
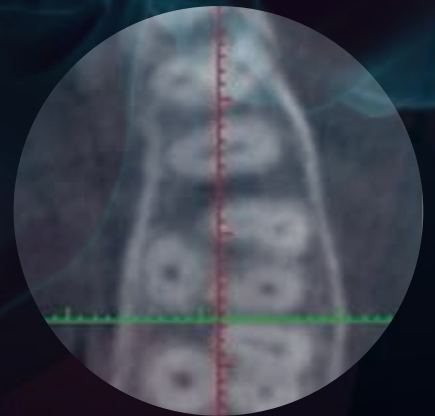
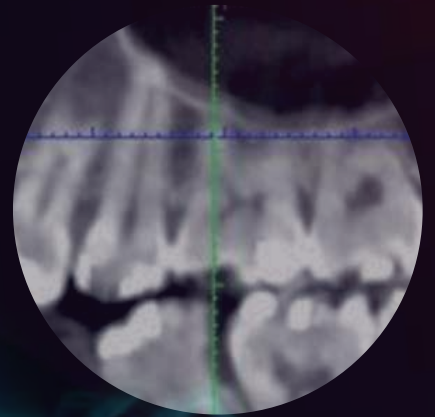


The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

VOLUME 8 No 1

2018

2018





วิทยาลัยออนไลน์สมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งประเทศไทย The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

www.thaiortho.org/journal

Advisory Board:

Chuckpaiwong Somsak, Prof. Emeritus Dr.
 Godfrey Keith, Assoc. Prof.
 Satravaha Somchai, Clinical Assoc. Prof. Dr.
 Thongprasom Kobkan, Prof. Dr.

Editor:

Bancha Samruajbenjakul, Asst. Prof. Dr.

Editorial Board:

Samorntree Viteporn, Prof. Dr.
 Anuwongnukroh Niwat, Assoc. Prof. Dr.
 Apivatanagul Piyarat, Clinical 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, Prof. Dr.
 Keinprasit Chutimapon, Asst. Prof. Dr.
 Leethanakul Chidchanok, Assoc. Prof. Dr.
 Luppanapornlarp Suwannee, Assoc. Prof. Dr.
 Patanaporn Virush, Assoc. Prof. Dr.
 Pisek Poonsak, Dr.
 Poontaweekiat Thachpan, Dr.
 Ritthagol Wipapun, Asst. Prof. Dr.
 Ruangrat Komolpis, 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.
 Natthawee Phaoseree, Dr.
 Nuengrutai Yodthong, Dr.

ที่ปรึกษา:

ศ.เกียรติคุณ ทพ.สมศักดิ์ จักรไพวงศ์
 Godfrey Keith, Assoc. Prof.
 รศ.(พิเศษ) ทพญ.สมใจ สาตราวหะ
 ศ.ทพญ.กอบกาญจน์ ทองประสม

สราณียกร:

ผศ.ทพ.ดร.บัญชา สำรองเบญจกุล

กองบรรณาธิการ:

ศ.ทพญ.สมรตรี วิถีพร
 รศ.ทพ.นิวัต อนุวงศ์นคราหะ
 ศ.(คลินิก) ทพญ.ปิยารัตน์ อภิวัฒนกุล
 ศ.(คลินิก) ทพญ.จิราภรณ์ ชัยวัฒน์
 ศ.คลินิกเกียรติคุณ ทพ.ไพศาล ชัยวัฒน์
 ผศ.ทพญ.มารศรี ชัยวรวิทย์กุล
 รศ.ทพ.ดร.ไชยรัตน์ เกลิมรัตนโรจน์
 ทพญ.หทัยชนก เจริญยิ่ง
 รศ.ทพญ.พรทิพย์ ชิวขรัตน์
 ทพญ.ปิยะธิดา จิตตานันท์
 ทพ.ชานัน จารุประกร
 ศ.ทพ.ธีระวัฒน์ โชติกเสถียร
 ผศ.ทพญ.ชุติมาพร เขียนประสิทธิ์
 รศ.ทพญ.ดร.ชิดชนก ลีธนะกุล
 รศ.ทพญ.ดร.สุวรรณี ถิ่นะพรลาภ
 รศ.ทพ.วิรัช พัฒนารักษ์
 ทพ.พูนศักดิ์ ภิเศก
 ทพ.รัชพันธุ์ พูลทวีเกียรติ
 ผศ.ทพญ.วิภาพรรณ ฤทธิธกุล
 ทพญ.เรืองรัตน์ โกมลภิส
 รศ.ทพญ.พรรณี แสงวงกิจ
 ผศ.ทพญ.นงลักษณ์ สมบุญธรรม
 ทพญ.เพ็ญภา ศรีวิชาญกุล
 ผศ.ทพญ.พรทิพย์ วีรยางกูร
 ทพญ.ปองใจ วิรัตน์
 รศ.ทพญ.นิตา วิวัฒน์ที่ปะ
 ทพญ.ณัฐวีร์ เฝ้าเสรี
 ทพญ.หนึ่งฤทัย ยอดทอง



วารสารออนไลน์สมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งประเทศไทย The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

ว ออนไลน์ ทันต จัดฟัน ปีที่ 8 ฉ.1 2561 OJ Thai Assoc Orthod Vol 8 No1 2018

สารบัญ

บทความวิชาการ

การเปรียบเทียบความหนาสันกระดูกโหนกแก้มส่วนใต้
ระหว่างผู้ป่วยไทยที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1
และแบบที่ 2 โดยใช้โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี

ชนาภา โลหะเลิศกิจ

โกวิท พูลสิน

อภิรุณ จันทร์หอม

วิรัช พัฒนารณณ์

ธีระวัฒน์ โชติกเลิศจิต

บทความปริทัศน์

แนวทางสำหรับการเลือกใช้ภาพถ่ายรังสี
ทางทันตกรรมจัดฟัน

ณัฐชนน ศิริพันธ์

บัญชา สำรจวบญกุล

การใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็กในการรักษา
ทางทันตกรรมจัดฟัน

ชาญชัย พัฒนวิริยะพิศาล

สุพาณี สุนทรโลหะนกุล

CONTENTS

Original Article

- 3 Comparison of Infrazygomatic Crest Thicknesses
between Thai Patients with Class I and Class II
Skeletal Pattern Using Cone Beam Computed
Tomography

Chanapa Lohalerkit

Kowit Poolsin

Apirum Janhom

Virush Patanaporn

Dhirawat Jotikasthira

Review Article

- 13 Guidelines for the Use of Radiographs
in Clinical Orthodontics

Natchanon Siriphan

Bancha Samruajbenjakun

- 24 Utilization of Miniscrew Implant in
Orthodontic Treatment

Chanchai Pattanaviriyapisan

Supanee Suntornlohanakul



วิทยาลัยออนไลน์สมาคมทันตแพทย์จัดฟันแห่งประเทศไทย The Online Journal of Thai Association of Orthodontists

www.thaiortho.org/journal

Advisory Board:

Chuckpaiwong Somsak, Prof. Emeritus Dr.
 Godfrey Keith, Assoc. Prof.
 Satravaha Somchai, Clinical Assoc. Prof. Dr.
 Thongprasom Kobkan, Prof. Dr.

Editor:

Bancha Samruajbenjakul, Asst. Prof. Dr.

Editorial Board:

Samorntree Viteporn, Prof. Dr.
 Anuwongnukroh Niwat, Assoc. Prof. Dr.
 Apivatanagul Piyarat, Clinical 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, Prof. Dr.
 Keinprasit Chutimapon, Asst. Prof. Dr.
 Leethanakul Chidchanok, Assoc. Prof. Dr.
 Luppapanornlarp Suwannee, Assoc. Prof. Dr.
 Patanaporn Virush, Assoc. Prof. Dr.
 Pisek Poonsak, Dr.
 Poontaweekiat Thachpan, Dr.
 Ritthagol Wipapun, Asst. Prof. Dr.
 Ruangrat Komolpis, 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.
 Natthawee Phaoseree, Dr.
 Nuengrutai Yodthong, Dr.

ที่ปรึกษา:

ศ.เกียรติคุณ ทพ.สมศักดิ์ จักรไพวงศ์
 Godfrey Keith, Assoc. Prof.
 รศ.(พิเศษ) ทพญ.สมใจ สาตราวาหะ
 ศ.ทพญ.กอบกาญจน์ ทองประสม

สารบัญ:

ผศ.ดร.ทพ.บัญชา สำนวณเบญจกุล

กองบรรณาธิการ:

ศ.ทพญ.สมรตรี วิถีพร
 รศ.ทพ.นิวัต อนุวงศ์นครินทร์
 ศ.(คลินิก) ทพญ.ปิยรัตน์ อภิวัฒนกุล
 ศ.(คลินิก) ทพญ.จิราภรณ์ ชัยวัฒน์
 ศ.คลินิกเกียรติคุณ ทพ.ไพศาล ชัยวัฒน์
 ผศ.ทพญ.มารศรี ชัยวรวิทย์กุล
 รศ.ดร.ทพ.ไชยรัตน์ เฉลิมรัตนโรจน์
 ทพญ.หทัยชนก เจริญยิ่ง
 รศ.ทพญ.พรทิพย์ ชิวขรัตน์
 ทพญ.ปิยะธิดา จิตตานันท์
 ทพ.ชานัน จารุประกร
 ศ.ทพ.ธีระวัฒน์ โชติกเสถียร
 ผศ.ทพญ.ชุติมาพร เขียนประสิทธิ์
 รศ.ดร.ทพญ.ชิดชนก สีชนะกุล
 รศ.ดร.ทพญ.สุวรรณี ถิ่นะพรลาภ
 รศ.ทพ.วิรัช พัฒนาภรณ์
 ทพ.พูนศักดิ์ ภิเศก
 ทพ.รัชพันธุ์ พูลทวีเกียรติ
 ผศ.ทพญ.วิภาพรรณ อุทธิถกุล
 ทพญ.เรืองรัตน์ โกมลภิส
 รศ.ทพญ.พรพรรณ แก้วกิจ
 ผศ.ทพญ.นงลักษณ์ สมบุญธรรม
 ทพญ.เพ็ญภา ศรีวิชาญกุล
 ผศ.ทพญ.พรทิพย์ วีระยงกูร
 ทพญ.ปองใจ วิรัตน์
 รศ.ทพญ.นิตา วิวัฒน์ทีปะ
 ทพญ.ณัฐวีร์ เผ่าเสรี
 ทพญ.หนึ่งฤทัย ยอดทอง

การเปรียบเทียบความหนาสนกระดูกโหนกแก้มส่วนใต้ ระหว่างผู้ป่วยไทยที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกร แบบที่ 1 และแบบที่ 2 โดยใช้โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี

ชนาภา โลหะเลิศกิจ* โกวิท พูลสิน* อภิรุณ จันทรหอม** วิรัช พัฒนารณณ์* ธีระวัฒน์ โชติกเสถียร*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: งานวิจัยนี้มีมุ่งประเมินและเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคทั้งสามมิติของความหนาสนกระดูกโหนกแก้มส่วนใต้ ในผู้ป่วยไทยที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 และในผู้ป่วยไทยที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: จากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีบริเวณสนกระดูกโหนกแก้มจำนวน 48 ภาพ ของผู้ป่วยก่อนเริ่มการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจำนวน 24 ราย (กลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 จำนวน 12 ราย และกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2 จำนวน 12 ราย) ทำการวัดค่าความหนาของกระดูกที่ด้านแก้มที่จุดกึ่งกลางระหว่างฟันกรามแท้บนซี่ที่หนึ่งและซี่ที่สอง ค่าความหนาของกระดูกด้านแก้มบริเวณรากด้านแก้ม-โกลกลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง และบริเวณรากด้านแก้ม-โกลกลางของฟันกรามแท้บนซี่ที่สอง ที่ระดับความสูงแนวตั้งที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (5.0 6.0 7.0 และ 8.0 มม. จากรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันของฟันกรามแท้บนซี่ที่หนึ่ง) สำหรับค่าความหนาของสนกระดูกโหนกแก้มถูกทำการวัดโดยการตั้งสมมุติฐานว่า วัสดุฝังเกลียวขนาดเล็กถูกปักโดยใช้ข้อบ่งชี้ร่วมกันของระดับความสูงแนวตั้งที่แตกต่างกัน 4 ระดับ และมุมของการปักที่แตกต่างกัน 4 แนว (55° 60° 65° และ 70°) โดยใช้ระนาบดเคี้ยวฟันกรามแท้บนเป็นระนาบอ้างอิง

ผลการศึกษา: ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 ความหนาของกระดูกที่ด้านแก้มอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.18±0.09 ถึง 1.31±0.76 มม. และ ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2 ตั้งแต่ 1.21±0.33 ถึง 1.37±0.38 มม. ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 ความหนาของกระดูกด้านแก้มอยู่ในช่วงตั้งแต่ 2.91±0.74 ถึง 3.82±1.25 มม. และ ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2 ตั้งแต่ 2.98±1.20 ถึง 4.18±1.40 มม. ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 ความหนาสนกระดูกโหนกแก้มอยู่ในช่วงตั้งแต่ 5.27±2.63 ถึง 8.77±2.85 มม. และ ในกลุ่มที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2 ตั้งแต่ 4.94±0.41 ถึง 7.77±0.47 มม.

สรุป: ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับค่าตัวแปรสนกระดูกโหนกแก้มทุกตัวระหว่างโครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ($P>0.05$)

คำสำคัญ: สนกระดูกโหนกแก้ม กระดูกที่ด้านแก้ม กระดูกด้านแก้ม ความหนาสนกระดูกโหนกแก้ม โครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 1 โครงสร้างกระดูกขากรรไกรแบบที่ 2

* ภาควิชาทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

** ภาควิชาชีววิทยาช่องปากและวิทยาการวินิจฉัยโรคช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

** Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Comparison of Infrazygomatic Crest Thicknesses between Thai Patients with Class I and Class II Skeletal Pattern Using Cone Beam Computed Tomography

Chanapa Lohalertkit* Kowit Poolsin* Apirum Janhom** Virush Patanaporn* Dhirawat Jotikasthira*

Abstract

Objectives: This study was aimed to evaluate and compare three-dimensional anatomical structures of infrazygomatic (IZ) crest site in Thai patients with Class I and Class II skeletal pattern.

Materials and Methods: 48 cone beam computed tomographic (CBCT) images of IZ crest sites from 24 Thai orthodontic patients (12 with Class I, and 12 with Class II skeletal pattern) were measured. Buccal cortical bone thickness between the maxillary first and second molars, buccal plate thickness at distobuccal root of the maxillary first molar and mesiobuccal root of the maxillary second molar in 4 vertical levels (5.0, 6.0, 7.0 and 8.0 mm from buccal cemento-enamel junction of the maxillary first molar) were measured. The IZ crest thickness were measured by postulating that the miniscrew implant (MI) would be inserted using a combination of 4 different vertical levels and 4 different directions (55°, 60°, 65° and 70°) to the maxillary molar occlusal plane as clinical guideline.

Results: In Class I skeletal pattern, the buccal cortical bone thickness ranged from 1.18 ± 0.09 to 1.31 ± 0.76 mm, and in Class II ranged from 1.21 ± 0.33 to 1.37 ± 0.38 mm. In Class I skeletal pattern group, buccal plate thickness ranged from 2.91 ± 0.74 to 3.82 ± 1.25 mm, and in Class II ranged from 2.98 ± 1.20 to 4.18 ± 1.40 mm. In Class I skeletal pattern group, IZ crest thickness ranged from 5.27 ± 2.63 to 8.77 ± 2.85 mm and in Class II ranged from 4.94 ± 0.41 to 7.77 ± 0.47 mm.

Conclusions: There was no statistically significant difference for all measured IZ variables between Class I and Class II skeletal patterns ($P > 0.05$).

Key words: Infrazygomatic crest site, Buccal cortical bone thickness, Buccal bone thickness, Infrazygomatic crest thickness, Class I skeletal pattern, Class II skeletal pattern

Introduction

Miniscrew implant (MI) played an important role in modern orthodontic treatment for providing absolute anchorage in both maxilla and mandible.⁽¹⁻⁶⁾ Many studies reported successful cases in which MIs were placed in various sites such as interradicular, tuberosity, midpalatal, paramedian areas and

infrazygomatic (IZ) crest.⁽²⁻⁷⁾ Anatomically, IZ crest is an area of cortical bone at the zygomatic process of the maxilla. It is a palpable bony ridge running along the curvature between the alveolar and zygomatic processes of the maxilla. In young patient, it is located between maxillary second premolar and first molar, or

above maxillary first molar in adults.^(3, 4, 7) MI placement at IZ crest site provided better opportunity especially for group distal movement of maxillary posterior teeth, in comparison with that at the interradicular area, because the tip of the MI did not interfere with dental root movement.^(3, 6)

Liou *et al.*⁽⁴⁾ studied IZ crest thickness above mesiobuccal root of maxillary first molar by using computed tomographic (CT) images, and suggested that proper MI insertion position at IZ crest in adult patient should be 14.0 to 16.0 mm above maxillary occlusal plane, and that insertion direction should be 55° to 70° to maxillary occlusal plane.

Recently, Lin⁽⁸⁾ suggested a new site for MI placement called ‘modified infrazygomatic crest site’ which was located on buccal bone between distobuccal root of maxillary first molar and mesiobuccal root of maxillary second molar. It was suggested that this site was a safe zone. The study using cone beam computed tomographic (CBCT) images confirmed that buccal bone over mesiobuccal root area in this site was much thicker than that over mesiobuccal root area of the maxillary first molar. Vertically, MI insertion position at the ‘modified infrazygomatic crest site’ should be from 5.0 to 6.0 mm above buccal cemento-enamel junction (CEJ) of maxillary first molar. Proper positions and directions for MI placement at modified infrazygomatic crest site should be determined in order to avoid any injuries to dental roots of maxillary molars⁽⁴⁾ and to simultaneously provide adequate biting depth for MI stability.⁽⁸⁾ Accordingly, information from three-dimensional CBCT at IZ crest site should be analyzed in order to provide a reliable determination of MI placement. We hypothesized that the IZ crest thicknesses in Thai patients with Class I and Class II skeletal were different. The purposes of this study were to evaluate and compare 3-dimensional anatomical structures of the IZ crest site, and to suggest proper combinations of insertion positions and directions for MI placement at the IZ crest site in Thai patients with Class I and Class II skeletal pattern.

Materials and Methods

CBCT images of 48 IZ crest sites from 12 patients with Class I skeletal pattern (ANB angle = 2±2 deg) and 12 patients with Class II skeletal pattern (ANB angle > 4 deg) were taken with a ProMax 3D (Planmeca OY, Helsinki, Finland) CBCT unit at 80 kVp, 10 mA, scanning time 12.5 seconds and voxel size 160 µm, at the Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Oral Biology and Diagnostic Sciences, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University. The patients provided consent and participated in this study. Patients with severe craniofacial disorder, severe crowding or spacing in posterior teeth, missing of any permanent teeth except third molars, radiographic signs of periodontal disease, or any systemic disease were excluded.

CBCT images were analyzed and measured using Software Romexis Viewer program. Before measurement, each IZ crest site was orientated in all 3 planes, Coronal view (Figure 1A), CBCT image was oriented until maxillary molar occlusal plane (a plane between mesiobuccal cusp and mesiolingual cusp of maxillary first molar) was parallel to the blue horizontal line. Sagittal view (Figure 1B) was used to

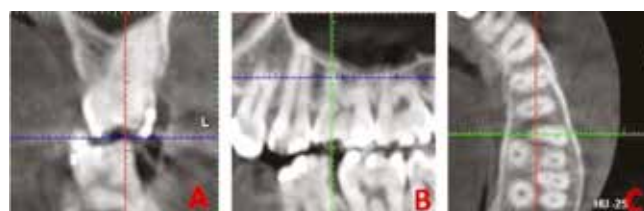


Figure 1. Three views of CBCT image orientation of left maxillary first molar: A, coronal view, with the blue horizontal line being parallel to maxillary first molar occlusal plane; B, sagittal view, with the green vertical reference line along the long axis of mesiobuccal root of maxillary first molar and the functional occlusal plane being parallel to the blue horizontal line; C, axial view, with the green horizontal reference line being superimposed to mesiobuccal root of maxillary first molar.

orient the green vertical reference line along long axis of mesiobuccal root of maxillary first molar, and Axial view (Figure 1C) was used to ensure that the green horizontal line was superimposed to mesiobuccal root of maxillary first molar.

CBCT image was then oriented for measuring interradicular space of maxillary first and second molars. On coronal view (Figure 2A), the CBCT image was cut vertically by moving the blue horizontal line along the ruler (red vertical line) that has one-millimeter interval. On sagittal view (Figure 2B) was used to locate interradicular space of maxillary first and second molars. The CBCT image was oriented until the vertical slice (green vertical line) bisects the interradicular space. On axial view (Figure 2C), the CBCT image was oriented to ensure that the line bisecting the mesiodistal interradicular space between maxillary first and second molars is superimposed to the green horizontal reference line.



Figure 2. Three views of the CBCT image of interradicular space of left maxillary first and second molars: A, coronal view, with the blue horizontal line at 6.0 mm from buccal CEJ of maxillary first molar; B, sagittal view, with the green vertical reference line bisecting interradicular space; C, axial view, with the green horizontal reference line bisecting mesiodistal interradicular space between maxillary first and second molars.

On coronal view, four cutting lines of 1.0 mm vertical interval (from 5.0 to 8.0 mm) from buccal CEJ of maxillary first molar were created. For each axial view, buccal cortical bone thickness (Figure 3A), buccal



Figure 3. CBCT measurements: A, axial view, buccal cortical bone thickness (red arrow); B, axial view, buccal plate thickness at distobuccal root of first maxillary molar and mesiobuccal root of second maxillary molar (blue arrow); C, coronal view, IZ crest thickness (or biting depth for MI implant) (green arrow).

plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar (A-X distance) and mesiobuccal root of maxillary second molar (B-Y distance) were measured (Figure 3B). On coronal view, IZ crest thickness (or biting depth for MI implant) above middle plane between distobuccal root of maxillary first molar and mesiobuccal root of maxillary second molar for each combination of vertical insertion position and insertion direction for MI placement were measured (Figure 3C). Vertical insertion positions include 5.0, 6.0, 7.0 and 8.0 mm levels from buccal CEJ of maxillary first molar. Insertion directions include 55°, 60°, 65° and 70° in relation to maxillary molar occlusal plane. To evaluate intra-examiner reproducibility, the same examiner re-measured all subjects following a 4 week interval.

Criteria for achieving proper position and direction for MI placement were as follows: 1) Buccal cortical bone thickness was at least 1.0 mm⁽⁹⁾, 2) Buccal plate thickness at distobuccal root of the first maxillary molar and mesiobuccal root of the second maxillary molar was at least 2.0 mm⁽⁸⁾, and 3) Bone thickness of IZ crest was at least 6.0 mm⁽⁴⁾. Each combination of vertical insertion position and direction for MI placement that achieved all 3 above mentioned criteria was determined and described.

Results

Measurement error

There was no statistically significant difference between the first and the second measurements of the CBCT from all patients as calculated by a paired *t*-test ($P < 0.05$).

Statistical analysis

The data were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences version 15 for Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). The right and left measurements of buccal cortical bone thickness, of buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar and mesiobuccal root of maxillary second molar at each vertical level from buccal CEJ of maxillary first molar, and of IZ crest thickness for each combination of vertical insertion position and direction were not significantly different ($P < 0.05$). The right and left measurements were therefore pooled.

Buccal cortical bone thickness

In Class I skeletal pattern, the thickness ranged from 1.18 ± 0.09 to 1.31 ± 0.76 mm, and in Class II skeletal pattern, the thickness ranged from 1.21 ± 0.33 to 1.37 ± 0.38 mm (Table 1). The highest buccal cortical bone thickness in both groups were located at the 8.0 mm vertical cut level, and it tended to increase from CEJ to the apex. There was no statistically

significant difference between Class I and Class II group for all vertical cut levels.

Buccal plate thickness

Buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar and at mesiobuccal root of maxillary second molar were reported in Table 2. In Class I skeletal pattern group, buccal plate thickness ranged from 2.91 ± 0.74 to 3.82 ± 1.25 mm. The highest buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar was 3.16 ± 0.81 mm at the 5.0 mm vertical cut level, and the lowest buccal plate thickness was 2.91 ± 0.74 mm at the 7.0 mm vertical cut level. The highest buccal plate thickness at mesiobuccal root of maxillary second molar was 3.82 ± 1.25 mm at the 8.0 mm vertical cut level, and the lowest buccal plate thickness was 2.91 ± 0.75 mm at the 5.0 mm vertical cut level. In Class II skeletal pattern group, buccal plate thickness ranged from 2.98 ± 1.20 to 4.18 ± 1.40 mm. The highest buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar was 3.10 ± 0.88 mm at the 6.0 mm vertical cut level, and the lowest buccal plate thickness was 2.98 ± 1.20 mm at the 8.0 mm vertical cut level. The highest buccal plate thickness at mesiobuccal root of maxillary second molar was 4.18 ± 1.40 mm at the 8.0 mm vertical cut level, and the lowest buccal plate thickness was 3.06 ± 1.09 mm at the 5.0 mm vertical cut level. However, the buccal

Table 1. Means and standard deviations of buccal cortical bone thickness (mm) at each vertical cut level (mm) from buccal CEJ of maxillary first molar in Class I and Class II skeletal pattern groups.

Vertical cut level	Class I skeletal pattern group	Class II skeletal pattern group	P
5.0	1.18 ± 0.09	1.22 ± 0.33	.905
6.0	1.20 ± 0.76	1.21 ± 0.33	.570
7.0	1.25 ± 0.65	1.22 ± 0.32	.613
8.0	1.31 ± 0.76	1.37 ± 0.38	.735

NS, not significant

plate thickness of both right and left sides in Class I and Class II skeletal pattern group in each and every vertical cut level was not significantly different.

Table 2. Means and standard deviations of buccal plate thickness (mm) at distobuccal root of maxillary first molar and mesiobuccal root of maxillary second molar at each vertical cut level (mm) from buccal CEJ of maxillary first molar in Class I and Class II skeletal pattern groups.

Vertical cut level (mm)	DB root 1 st molar			MB root 2 nd molar		
	Class I	Class II	P	Class I	Class II	P
5.0	3.16 ± 0.81	3.04 ± 0.82	.634	2.91 ± 0.75	3.06 ± 1.09	.568
6.0	2.94 ± 0.76	3.10 ± 0.88	.501	3.16 ± 0.81	3.50 ± 1.10	.234
7.0	2.91 ± 0.74	3.05 ± 0.96	.549	3.42 ± 1.04	3.80 ± 1.20	.244
8.0	2.99 ± 0.79	2.98 ± 1.20	.971	3.82 ± 1.25	4.18 ± 1.40	.350

NS, not significant

Infrazygomatic (IZ) Crest thickness

In Class I skeletal pattern group, IZ crest thickness ranged from 5.27 ± 2.63 to 8.77 ± 2.85 mm. The greatest bone thickness was 8.77 ± 2.85 mm at the 5.0 mm vertical cut level with 55° insertion direction, and the lowest bone thickness was 5.27 ± 2.63 mm at 8.0 mm vertical cut level with 65° insertion direction (Table 3). In Class II skeletal pattern group, the IZ crest thickness

ranged from 4.94 ± 0.41 to 7.77 ± 0.47 mm. The greatest bone thickness was 7.77 ± 0.47 mm at the 5.0 mm vertical cut level with 55° insertion direction, and the lowest bone thickness was 4.94 ± 0.41 mm at 8.0 mm vertical cut level with 55° insertion direction. There was no significant difference for each combination of vertical insertion position and insertion direction between Class I and Class II skeletal pattern groups.

Table 3. Means and standard deviations of the IZ crest thickness at each combination of vertical insertion position (vertical cut level) (mm) and direction (°) in Class I and Class II skeletal pattern groups.

Direction (°) Vertical cut level (mm)	55			60			65			70		
	Class I	Class II	P	Class I	Class II	P	Class I	Class II	P	Class I	Class II	P
5.0	8.77±2.85	7.77±0.47	NS	8.43±2.80	7.57±0.44	NS	8.21±3.08	7.41±0.04	NS	8.14±3.16	7.44±0.42	NS
6.0	7.74±2.90	6.74±0.43	NS	7.30±3.07	6.65±0.41	NS	7.27±3.37	6.65±0.41	NS	7.04±2.91	6.72±0.43	NS
7.0	6.59±3.10	5.89±0.41	NS	6.37±3.29	5.86±0.41	NS	6.23±3.03	5.84±0.42	NS	6.11±2.64	5.87±0.44	NS
8.0	5.54±3.21	4.94±0.41	NS	5.56±3.53	4.96±0.42	NS	5.27±2.63	5.03±0.43	NS	5.32±2.53	5.13±0.46	NS

NS, not significant

Discussion

Many factors could affect success rates and effectiveness of MI which was used as absolute anchorage. Primary stability of MI was a key to overall success. Cortical bone quality and quantity were major factors associated with primary stability of MI placement.⁽¹⁰⁻¹⁴⁾ Greater cortical bone thickness facilitated primary stability after MI placement.⁽⁹⁾ Our present study revealed that buccal cortical bone thickness was greater than 1.0 mm in each and every vertical cut level in both recruited groups. That was consistent with Park and Cho who reported that 1.0 mm or more cortical bone thickness could be found in maxillary posterior tooth area.⁽¹³⁾ However, our results are different from those of Laursen *et al.*⁽¹⁵⁾ which reported that the buccal cortical bone thickness in the entire maxilla was less than 1.0 mm.

In our present study, buccal cortical bone thickness was gradually increased from cemento-enamel junction to the apex. Our results are not consistent with Hu *et al.*⁽¹²⁾ who showed that the buccal cortical bone thickness in maxilla was similar from cervical line to the root apex, and with Baumgaertel *et al.*⁽¹⁶⁾ who showed that cortical bone thickness at maxillary posterior tooth area decreased at the 4 mm vertical cut level, and then it increased again at the 6 mm vertical cut level from the alveolar crest. Motoyoshi *et al.* suggested that MI placement site should have a cortical bone thickness of at least 1.0 mm in order to provide primary stability.⁽⁹⁾ Our results showed that cortical bone thickness in Thai patients with either Class I or Class II skeletal pattern provided adequate bone thickness for primary stability of MI in each and every vertical cut level.

Our present study revealed that buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar and that at mesiobuccal root of maxillary second molar in both groups, in each and every vertical cut level, were greater than or equal to 2.91 mm. At mesiobuccal root of maxillary second molar, buccal plate thickness was

thicker toward the apex. That was consistent with Lin⁽⁸⁾ who studied the series of CT image sections from 1.0 mm to 10.0 mm above cervical line, and summarized that buccal plate thickness of maxillary molar area was tend to be wider toward the apex due to convergence of maxillary molar roots and smaller maxillary molar root apex. On the other hand, at distobuccal root of maxillary first molar, we found that the buccal plate thickness was thinner toward the apex, and this was inconsistent with that reported by Lin⁽⁸⁾. According to Lin⁽⁸⁾, at least 1.0 - 2.0 mm initial biting depth of buccal bone was required prior to changing insertion direction in order to avoid injury to maxillary molar roots by MI. Therefore, maxillary buccal plate thickness in each and every vertical cut level of our Thai patients with either Class I or Class II skeletal pattern was adequate for MI placement. Our present study showed that there was no significant difference between buccal plate thickness at distobuccal root of maxillary first molar and that at mesiobuccal root of maxillary second molar in both recruited groups.

It was suggested that thicker bone allowed greater biting depth and greater bone contact, and also improved primary stability of MI.⁽¹⁷⁾ Liou *et al.* also reported that the MI biting depth of 6.0 mm at IZ crest was sufficient for stability throughout treatment.⁽⁴⁾ Based on our present study, the combinations of insertion position at either 5.0 or 6.0 or 7.0 mm and of insertion direction ranging from 55° to 70° in Class I group, and the combinations of insertion position at either 5.0 or 6.0 mm with direction ranging from 55° to 70° in Class II group should therefore provide adequate IZ crest thickness (or biting depth for MI). The IZ crest thickness (or biting depth for MI) that were measured in all of these combinations were greater than 6.0 mm. The combinations of positions and insertion directions in Class II skeletal pattern group were consistent with Lin⁽⁸⁾ who recommended that the safe zone for MI placement at the modified IZ crest should be at 5.0

to 6.0 mm above cervical line with direction ranging from 55° to 70°. However, Lin⁹ used maxillary occlusal plane as a reference plane for insertion direction, but the maxillary molar occlusal plane was used in our present study.

In our present study, the CEJ was used as starting point for measurements, and this was different from other studies that alveolar crest was used.^(10, 11, 18, 19) The alveolar crest could be affected by periodontal problem. Maxillary molar occlusal plane was used as a reference plane for insertion direction because it was easier for clinicians to identify in comparison to maxillary occlusal plane.

For clinical implication, we suggested that proper positions for MI placement should be at 7.0 mm above the CEJ with insertion directions ranging from 55° to 70° in Class I skeletal pattern, and at 5.0, and at 6.0 mm vertical cut levels with directions ranging from 55° to 70° in Class II skeletal pattern. The reasons were that, at each combination of these vertical positions and insertion directions, 1) buccal cortical bone thickness was equal to or greater than 1.0 mm⁽⁹⁾; 2) buccal plate thickness was equal to or greater than 2.0 mm⁽⁸⁾; and 3) IZ crest thickness (or biting depth for MI) was equal to or greater than 6.0 mm⁽⁴⁾. Therefore, these combinations of positions and insertion directions for MI placement should be recommended as safe in Thai patients with either Class I and or Class II skeletal pattern.

Many studies showed that non-keratinized mucosa was a risk factor for MI dislodgement. Lower survival rate was found for MI placed at high levels in movable non-keratinized mucosa. Peri-implant soft tissue inflammation was associated with MI failure. It was recommended that MI should be placed in keratinized gingiva to reduce development of hypertrophic tissues and inflammation.⁽²⁰⁻²⁴⁾ Therefore, zone of attached gingiva should be considered prior to determining proper MI placement site as well.^(1, 8, 19, 20, 23) Further study pertaining width of attached or keratinized gingiva in various skeletal

patterns should also be investigated.

There are some studies that reported the dental compensation related to variations in sagittal skeletal patterns.⁽²⁵⁾ In Class II malocclusion, lower incisors are more proclined and occlusal plane steeper to achieve normal dentoalveolar relationships. In our studies, we did not find any differences of IZ crest parameters between Class I and Class II skeletal patterns. Probably the variables which were measured in this present study were related to buccolingual inclinations of the posterior teeth. Janson *et al.* reported significant difference of buccolingual inclinations of maxillary posterior teeth between different vertical facial patterns.⁽²⁶⁾ We, therefore, suggested further study pertaining to comparison of IZ crest parameters between the subjects with different vertical growth patterns.

Conclusions

In Class I skeletal pattern, the buccal cortical bone thickness ranged from 1.18 ± 0.09 to 1.31 ± 0.76 mm, and in Class II ranged from 1.21 ± 0.33 to 1.37 ± 0.38 mm. In Class I skeletal pattern group, buccal plate thickness ranged from 2.91 ± 0.74 to 3.82 ± 1.25 mm, and in Class II ranged from 2.98 ± 1.20 to 4.18 ± 1.40 mm. In Class I skeletal pattern group, IZ crest thickness ranged from 5.27 ± 2.63 to 8.77 ± 2.85 mm and in Class II ranged from 4.94 ± 0.41 to 7.77 ± 0.47 mm. There was no statistically significant difference for all measured variables between Class I and Class II skeletal patterns ($P > 0.05$). Some combination of vertical insertion position and direction were also suggested as appropriate for MI placement.

Acknowledgements

We would like to thanks Ms. Ratikorn Kitthada for her support in preparing the CBCT images.

References

1. Chun YS, Lim WH. Bone density at interraderic sites: implications for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res* 2009;12:25-32.
2. Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37:676-81.
3. Lin JJ. A new method of placing orthodontic bone screws in IZC. *News and Trends in Orthodontics* 2009;13:4-7.
4. Liou EJ, Chen PH, Wang YC, Lin JC. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:352-6.
5. Melsen B. Mini-implants: Where are we? *J Clin Orthod* 2005;39:539-47.
6. Shih Yh, Yang YH, Chen CW, Liao JL, Chang SF. Paradigm shift in Class III treatment with mini-implant anchorage. *J Taiwan Assoc Orthod* 2010;22:36-49.
7. Nanda R, Uribe FA. Temporary anchorage devices in orthodontics. St. Louis: Mosby; 2009.
8. Lin JJ. Creative orthodontics: blending the Damon System and TADs to manage difficult malocclusions. 2nd ed: Yong Chieh Enterprise; 2010.
9. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:779-84.
10. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:495-503.
11. Fayed MM, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2010;80:939-51.
12. Hu KS, Kang MK, Kim TW, Kim KH, Kim HJ. Relationships between dental roots and surrounding tissues for orthodontic miniscrew installation. *Angle Orthod* 2009; 79:37-45.
13. Park J, Cho HJ. Three-dimensional evaluation of interraderic spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of microimplants in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:314.e1-12; discussion 314-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2009. 01.023.
14. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:721.e1-e12.
15. Laursen MG, Melsen B, Cattaneo PM. An evaluation of insertion sites for mini-implants A micro-CT study of human autopsy material. *Angle Orthod* 2013;83:222-9.
16. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:230-5.
17. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003;82:377-81.
18. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76:191-7.
19. Lim JE, Lee SJ, Kim YJ, Lim WH, Chun YS. Comparison of cortical bone thickness and root proximity at maxillary and mandibular interraderic sites for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res* 2009; 12:299-304.
20. Maino BG, Mura P, Bednar J. Miniscrew implants: The Spider Screw anchorage system. *Semin Orthod* 2005;11:40-6.
21. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(1):18-25.
22. Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:564.e1-19; discussion 564-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.09.026.

23. Viwattanatipa N, Thanakitcharu S, Uttraravichien A, Pitiphat W. Survival analyses of surgical miniscrew as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:29-36.
24. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:373-8.
25. Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H, Sato Y. Dentoalveolar compensation related to variations in sagittal jaw relationships. *Angle Orthod* 1999;69:534-8.
26. Janson G, Bombonatti R, Cruz KS, Hassunuma CY, Del Santo M Jr. Buccolingual inclinations of posterior teeth in subjects with different facial patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:316-22..

แนวทางสำหรับการเลือกใช้ภาพถ่ายรังสี ทางทันตกรรมจัดฟัน

ณัฐชนน ศิริพันธ์* บัญชา สำรองเบญจกุล**

บทคัดย่อ

การถ่ายภาพรังสีมีความจำเป็นต่อการวินิจฉัยและวางแผนการรักษา ดังนั้นการทบทวนวรรณกรรมมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้แนวทางที่จะนำไปใช้สำหรับการวินิจฉัยโดยภาพรังสีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและลดความเสี่ยงที่จะเกิดกับผู้ป่วยให้น้อยที่สุดเพื่อให้ผู้ปฏิบัติมีทิศทางของการทำงานที่มีหลักการและเหตุผล

คำสำคัญ: ทันตกรรมจัดฟัน, การถ่ายภาพรังสี, ปริมาณรังสี, การตรวจวินิจฉัยทางรังสี

Guidelines for the Use of Radiographs in Clinical Orthodontics

Natchanon Siriphan* Bancha Samruajbenjakun**

Abstract

Dental radiography is a necessary for diagnosis and treatment plan. Therefore, this guideline is concluded for the best way to utilize radiographic diagnosis with the least risk to patients. Clinicians can use the guideline to make a good decision to get necessary information from radiographs for superlative treatment plan. Finally, they can avoid the danger from lacking of knowledge that affects both patients and co-workers.

Key words: Orthodontics, Radiography, Radiation dose, Radiographic examination

-
- * นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - ** ผู้ช่วยศาสตราจารย์: ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - * Ph.D. Candidate in Oral health Sciences Orthodontic section, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla
 - ** DDS. MSc. Ph.D. Thai board in Orthodontics. Assistant Professor: Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry Prince of Songkla University

บทนำ

รังสีเอกซ์ (X-RAYS) มีคุณสมบัติในการทะลุผ่านผิวหนังและเนื้อเยื่อเพื่อสร้างให้เกิดภาพ ค้นพบโดยวิลเฮิม โรเจน (Wilhelm Röntgen) ในปีคริสต์ศักราช 1895¹ ซึ่งต่อมาได้มีการนำมาใช้ถ่ายภาพรังสีทางทันตกรรมและใช้ในการวินิจฉัยทางการแพทย์ ซึ่งภาพถ่ายรังสีในสมัยแรกใช้ปริมาณรังสีมากและทำให้มีผลข้างเคียงมาก เช่น ผื่นแดง เป็นผื่นแดง และเป็นแผล นอกจากนั้นการถ่ายภาพรังสีที่ใช้ในการวินิจฉัยสามารถทำอันตรายต่อพันธุกรรมได้เช่นกัน หากได้รับปริมาณรังสีสะสมที่มากพอ ในปี 1921 ประเทศอังกฤษ² ได้แนะนำวิธีป้องกันรังสีเป็นครั้งแรก จากนั้นในปี 1928 องค์กร *International Commission on Radiological Protection, (ICRP)*³ ได้ตีพิมพ์เผยแพร่วิธีป้องกันรังสี คำแนะนำและวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับให้เป็นพื้นฐานของกฎหมายนานาชาติที่ทุกประเทศทั่วโลกยอมรับ และพยายามที่จะจำกัดผลกระทบจากการใช้รังสี

การใช้รังสีต่างๆ รวมถึงรังสีเอกซ์สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ รวมถึงทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อได้ การส่งตรวจทางภาพรังสีจะมีความเสี่ยงต่อผู้ป่วยโดยเฉพาะเด็กมีความเสี่ยงมากกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งการรวบรวมข้อมูลสำหรับแนวปฏิบัติครั้งนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้เข้าใจพื้นฐานของรังสีเอกซ์และช่วยในการตัดสินใจเลือกถ่ายภาพรังสีให้เหมาะสมเท่าที่จำเป็นและไม่เกิดอันตรายกับผู้ป่วย

1. ปริมาณการแผ่รังสี ผลกระทบและความเสี่ยงจากการแผ่รังสีในทางทันตกรรมจัดฟัน

ปริมาณการแผ่รังสีสามารถวัดได้ 3 รูปแบบ คือ

1. ปริมาณรังสีที่ถูกดูดซับ (Absorbed dose, D) เป็นการวัดปริมาณพลังงานที่ถูกดูดซึมจากรังสีเอกซ์ ต่อ 1 หน่วยมวลของเนื้อเยื่อ มีหน่วยเป็นจูลต่อกิโลกรัม (Joules/kg) หรือเรียกอีกชื่อว่า “เกรย์” (Gy) ตามระบบของหน่วยระหว่างชาติ ซึ่งองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (Standard International Unit, SI)

2. ปริมาณรังสีสมมูล (Equivalent dose, H_T) เป็นการวัดปริมาณของรังสีดูดกลืน ในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะใด ๆ ของมนุษย์โดยไม่ขึ้นกับชนิดของรังสี ซึ่งพิจารณาในแง่ของผลต่อเนื้อเยื่อ กล่าวคือ รังสีแกมมา (Gamma) แอลฟา (Alpha) และ เบต้า (Beta) มีความสามารถในการดูดกลืนเท่ากัน แต่ความสามารถในการทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่างกัน ปริมาณรังสีสมมูล (H_T) มีหน่วยเป็น ซีเวิร์ต (Sievert) สามารถคำนวณได้จาก ตัวถ่วงน้ำหนักตามชนิดรังสี (Radiation Weighting Factor, W_r) (ตารางที่ 2) คูณด้วยปริมาณรังสีดูดกลืนของรังสีแต่ละชนิดในเนื้อเยื่อนั้นๆ (Tissue Weighting Factor W_T) (ตารางที่ 1⁴) เขียนสูตรคร่าวๆ

$$\text{ได้ดังนี้ } H_T = (W_r \times W_T)$$

3. ปริมาณรังสียังผล (Effective dose, E) เป็นการวัดผลรวมของปริมาณรังสีสมมูลในแต่ละอวัยวะของร่างกาย โดยปริมาณของรังสีสมมูลต้องปรับตามความไวของอวัยวะเนื้อเยื่อต่างๆ ก่อน ปริมาณรังสียังผล (E) มีหน่วยเป็น ซีเวิร์ต (Sievert) คำนวณได้จาก ปริมาณรังสีสมมูล (H_T) คูณด้วยตัวประกอบถ่วงน้ำหนักตามชนิดเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ (Tissue Weighting Factor, W_T) เขียนสูตรคร่าวๆ ได้ดังนี้ $E = (H_T \times W_T)^4$

ผลกระทบและความเสี่ยงจากการได้รับรังสีในทางทันตกรรมจัดฟัน

ผลข้างเคียงจากการได้รับรังสีแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ผลของรังสีชนิดที่ปรากฏชัดเจนกับผู้ที่ได้รับรังสี (Deterministic Effect)⁵ เกิดขึ้นเมื่อปริมาณรังสีเกินค่าจำกัด (Threshold) และจะมีความรุนแรงมากขึ้นตามปริมาณที่ได้รับ ทำให้เกิดผื่นแดงตามผิวหนัง หรือถ้าได้รับปริมาณมากๆ จะทำให้เกิดเนื้อตาย ค่าของปริมาณรังสียังผลแสดงในตารางที่ 3 เพื่อเป็นการจำกัดผลของรังสีประเภทนี้

2. ผลของรังสีที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (Stochastic Effect)⁵ เป็นการประเมินความปลอดภัย โดยอาศัยการคาดเดาทางสถิติ คือ จำนวนกลุ่มคนที่มีกับปริมาณรังสีที่กลุ่มคนเหล่านั้นได้รับแล้วทำให้เกิดผลต่อพันธุกรรม มีการทำลายในระดับของดีเอ็นเอ (DNA) การจำกัดผลของรังสีแบบสุ่ม กำหนดค่าไว้โดยปริมาณรังสียังผล โดยมีการศึกษาการถ่ายภาพรังสีแบบต่างๆ ต่อการเกิดมะเร็ง พบว่าการถ่ายภาพรังสีแบบ full mouth series ยังส่งผลให้เกิดมะเร็งได้ง่ายขึ้นโดยเฉพาะบริเวณศีรษะและใบหน้า⁶⁻⁸ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนระดับพันธุกรรมของรังสีวินิจฉัยขึ้นกับปริมาณรังสีและระยะเวลาที่ได้รับ หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปเกินกำหนดก็จะส่งผลให้เกิดอันตรายได้ทันที หรือเกิดจากได้รับปริมาณเล็กน้อยแล้วมีการสะสมจนถึงระดับที่สามารถทำให้เกิดอันตรายได้ ซึ่งทั้งสองส่วนมีความสำคัญซึ่งกันและกัน

ตามคำแนะนำของ *The International Commission on Radiological Protection, (ICRP)*⁹ บุคคลที่ได้รับใบอนุญาตต้องระวังไม่ให้บุคคลที่ทำงานในบริเวณรังสีได้รับปริมาณรังสีเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ดังนี้

1. ปริมาณรังสียังผล 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยเฉลี่ยในช่วง 5 ปีติดต่อกัน ทั้งนี้ในแต่ละปีจะรับรังสีได้ไม่เกิน 50 มิลลิซีเวิร์ต และตลอดช่วง 5 ปีติดต่อกันจะต้องรับรังสีไม่เกิน 100 มิลลิซีเวิร์ต
2. ปริมาณรังสีสมมูล 150 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับเลนส์ดวงตา
3. ปริมาณรังสีสมมูล 500 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับส่วนที่เป็นผิวหนัง มือ และ เท้า

นอกจากนี้บุคคลที่ได้รับใบอนุญาตต้องระวังไม่ให้บุคคลทั่วไป ยกเว้นผู้รับบริการทางการแพทย์ได้รับรังสีเกินปริมาณที่กำหนด ดังนี้

1. ปริมาณรังสียังผล 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี
2. ปริมาณรังสีสมมูล 15 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับเลนส์

ดวงตา

3. ปริมาณรังสีสมมูล 50 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับส่วนที่เป็นผิวหนัง

ความเสี่ยงจากการได้รับปริมาณรังสียังผลในทางทันตกรรมจัดฟัน โดยปกติแล้วผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันได้รับรังสีจากการตรวจในปริมาณต่ำ แต่ก็ยังมีความเสี่ยงที่จะเกิดมะเร็งได้ (Stochastic Effect) ซึ่งองค์กร ICRP¹⁰ ประเมินการไว้วางใจโอกาส 1 ใน 20,000 ราย ที่จะเกิดมะเร็งถึงตายได้เมื่อได้รับปริมาณรังสียังผลทุกๆ 1 มิลลิซีเวิร์ต ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงตัวประกอบถ่วงน้ำหนักตามชนิดเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ (Weighting Factor for tissue, W_T)⁴

เนื้อเยื่อหรืออวัยวะ (W_T)			
ไขกระดูก (Bone marrow)	0.12	ตับ (Liver)	0.04
ทรวงอก (Breast)	0.12	ต่อมไทรอยด์ (Thyroid)	0.04
ลำไส้ (Colon)	0.12	ผิวกระดูก (Bone surface)	0.01
ปอด (Lung)	0.12	สมอง (Brain)	0.01
กระเพาะ (Stomach)	0.12	ไต (Kidneys)	0.01
กระเพาะปัสสาวะ (Bladder)	0.04	ต่อมน้ำลาย (Salivary glands)	0.01
หลอดอาหาร (Esophagus)	0.04	ผิวหนัง (Skin)	0.01
ต่อมเพศ (Gonads)	0.08	เนื้อเยื่ออวัยวะอื่นๆ	0.12

ตารางที่ 2 แสดงตัวประกอบถ่วงน้ำหนักตามชนิดรังสี (Radiation Weighting Factor, W_R)¹¹

ชนิดของรังสี (W_R)	
โฟตอน (รังสีแกมมา รังสีเอกซ์)	1
อิเล็กตรอน (รังสีเบต้า)	1
นิวตรอน	5-20
โปรตรอน	5
อนุภาคจากดวงอาทิตย์ ไอออนหนัก	20

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณรังสียังผล (Effective dose) สะสมการถ่ายภาพรังสีทางทันตกรรมต่อครั้ง⁴

ประเภทของการถ่ายภาพรังสี	ปริมาณรังสียังผลสะสม มิลลิซีเวิร์ต (mSv)
การถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากหรือแบบกัดบึก (Intra-oral periapical/ bitewing)	0.003-0.022
การถ่ายภาพรังสีพาโนรามิก (Panoramic)	0.0027-0.038
การถ่ายภาพรังสีอ็อคคลูซอล (Upper standard occlusal)	0.008
การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (Lateral cephalometric)	0.0022-0.0056
ถ่ายในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (CT Maxilla and Mandible)	0.25-1.4
ถ่ายกระดูกรองรับฟันขนาดเล็ก (Dento-Alveolar (small volume) CBCT)	0.01-0.67
ถ่ายกะโหลกศีรษะและใบหน้าขนาดใหญ่ (Craniofacial (large volume) CBCT)	0.03-1.1

ตารางที่ 4 แสดงความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการถ่ายภาพรังสีเพื่อการวินิจฉัย⁴

ประเภทของการถ่ายภาพรังสี	โอกาสในการเกิดมะเร็ง
การถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากหรือแบบกัดบึก (Intra-oral periapical/ bitewing)	1/10,000,000
การถ่ายภาพรังสีพาโนรามิก (Panoramic)	1/1,000,000
การถ่ายภาพรังสีอ็อคคลูซอล (Upper standard occlusal)	1/2,500,000
การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (Lateral cephalometric)	1/5,000,000
การถ่ายภาพรังสีคอมพิวเตอร์ โทโมกราฟี (Computed Tomography)	
ถ่ายในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (CT Maxilla and Mandible)	1/80,000 - 1/14,300
ถ่ายกระดูกรองรับฟันขนาดเล็ก (Dento-Alveolar (small volume) CBCT)	1/2,000,000 - 1/30,000
ถ่ายกะโหลกศีรษะและใบหน้าขนาดใหญ่ (Craniofacial (large volume) CBCT)	1/670,000 - 1/18,200

นอกจากนี้ความเสี่ยงยังขึ้นอยู่กับอายุ โดยเด็กจะมีความเสี่ยงสูงสุด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผู้ป่วยจัดฟัน และคนสูงอายุจะมีความเสี่ยงต่ำที่สุด ซึ่งแนวทางป้องกันรังสีทางทันตกรรมในสหภาพ ยุโรปปี 2004¹² แนะนำว่าอายุเป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงทั้งในเพศชายและเพศหญิง เมื่อได้รับรังสีในปริมาณที่มากจากโคน빔คอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (Cone Beam Computed Tomography, CBCT) เพศหญิงจะมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชายเนื่องจากความแตกต่างในขนาดและตำแหน่งของความไวต่อการรับรังสีของอวัยวะ

อย่างไรก็ดีแนวทางสำหรับการปฏิบัติงานทางรังสีในทันตกรรมทั่วไปมีค่อนข้างกว้าง แต่ทันตแพทย์จัดฟันก็ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ได้แก่ ภาพรังสีแบบพาโนรามิก ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และภาพรังสีกะโหลกศีรษะในแนวหน้าหลัง (panoramic, lateral and posteroanterior cephalometric radiograph) โดยต้องปฏิบัติตามคำแนะนำทั่วไปให้ครอบคลุมดังนี้ มีการใช้เสื้อคลุมตะกั่ว ปกคลุมคอคลุมต่อมไทรอยด์ หลักเกณฑ์ในการถ่ายภาพรังสีแต่ละชนิด มีโปรแกรมป้องกันรังสีภายในที่ทำงาน มีการทบทวนคณะผู้ทำงานถึงแนวทางการป้องกัน และมีการทดสอบการประเมินคุณภาพภาพรังสี

2. การป้องกันการแผ่รังสีในการถ่ายภาพรังสีทางทันตกรรมจัดฟัน

แนวทางในการลดหรือจำกัดปริมาณรังสีที่มีความเสี่ยงต่อผู้ป่วยมีหลายวิธี เพื่อช่วยเสริมให้การตัดสินใจของทันตแพทย์ใช้ภาพรังสีสำหรับวินิจฉัยในผู้ป่วยได้ดีที่สุด แนวคิดของการตัดสินใจในการใช้รังสีทางทันตกรรมให้มีประสิทธิภาพมี 2 แนวทางหลัก คือ European Guideline¹² และ American

Dental Association Guideline¹³ ดังนี้

1. การถ่ายภาพรังสีทุกครั้งต้องผ่านการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานข้อมูลของผู้ป่วยโดยต้องเกิดผลดีมากกว่าผลเสีย และผลดีที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีนั้นจะเป็นข้อมูลใหม่ที่จะช่วยในการจัดการผู้ป่วย

2. ไม่มีการถ่ายภาพรังสีโดยไม่ผ่านการซักประวัติที่ดีหรือตรวจเป็นอย่างถี่ถ้วน

3. เมื่อผู้ป่วยถูกส่งตัวไปถ่ายภาพรังสี ทันตแพทย์ควรให้ข้อมูลการซักประวัติและการตรวจทางคลินิกที่เพียงพอเพื่อให้ทันตแพทย์สามารถถ่ายภาพรังสีได้อย่างถูกต้องตามข้อมูลที่ให้ไว้

นอกจาก 2 แนวทางที่กล่าวมาข้างต้นยังมีแนวทางของ National Council on Radiation Protection and Measurements, (NCRP) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

แนวทางโดยทั่วไปสำหรับทันตแพทย์ ถึงแม้ว่าจะได้รับรังสีเอกซ์น้อยกว่าสายงานอื่น แต่ก็จำเป็นต้องป้องกันด้วย โดยหมายรวมถึง การให้ความรู้ มีการฝึกอบรมป้องกันรังสี มีเครื่องมือโดสิมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณรังสีส่วนบุคคลเพื่อบันทึกปริมาณรังสีที่ได้รับและรังสีสะสมตลอดชีวิต และควรมีแนวกันหรือป้องกันรังสีที่ดี

1. ผู้ปฏิบัติบริเวณที่มีรังสี ปริมาณรังสียังผลที่ได้รับต้องไม่เกิน 50 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี และสะสมได้ไม่เกิน 10 มิลลิซีเวิร์ตเมื่อเทียบกับอายุของผู้ปฏิบัติงาน

2. สิ่งอำนวยความสะดวก อุปกรณ์ถ่ายภาพรังสี และขั้นตอนการถ่ายภาพรังสี ควรถูกสร้างให้เหมาะกับผู้ป่วยสอดคล้องกับลักษณะงาน และไม่เป็นอันตรายต่อสาธารณะทั้งในแง่ของเศรษฐกิจและสังคม

3. การส่งตรวจทางภาพรังสีควรส่งถ่ายโดยตรงจากทันตแพทย์หลังจากชักประวัติและตรวจร่างกายเป็นอย่างดีแล้ว

แนวทางโดยทั่วไปในการป้องกันรังสีสำหรับผู้ป่วย

1. ผู้ป่วยใหม่หรือผู้ป่วยส่งต่อทันตแพทย์ควรได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะภาพถ่ายรังสีจากทันตแพทย์คนก่อน และการจะส่งถ่ายภาพรังสีใหม่จะต้องมีการชักประวัติ ตรวจร่างกายหรือตรวจทางห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมเพื่อบ่งชี้ว่าต้องถ่ายภาพรังสีเพิ่มเติม

2. ผู้ป่วยที่มีอาการ การส่งตรวจทางภาพรังสีเพื่อนำไปวางแผนการรักษาขณะนั้น

3. ผู้ป่วยที่มีอาการ การส่งตรวจทางภาพรังสีจะกระทำบนพื้นฐานหลักเกณฑ์ของการเลือกถ่ายภาพรังสี

4. การดำเนินการใช้รังสีควรได้รับการอนุญาตจากผู้ป่วยก่อน

5. การได้รับรังสีที่ทำให้เกิดภาพเป็นการทำงานของฟิล์มหรือความไวของตัวรับรังสีโดยระดับของรังสี วินิจฉัยอยู่ในระดับทะลุผ่านผิวหนังได้และไม่เป็นอันตราย

6. อุปกรณ์เครื่องถ่ายภาพรังสีต้องได้มาตรฐานเทียบเท่าหรือดีกว่าที่กฎหมายกำหนด หากมีเครื่องถ่ายภาพรังสีที่ติดตั้งไว้แล้วก็ไม่ควรที่จะใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีแบบเคลื่อนที่ซ้ำซ้อนอีก

7. เครื่องถ่ายภาพรังสีควรตั้งค่าระดับของแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 60 กิโลโวลต์เตจถึง 80 กิโลโวลต์เตจและระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ไม่ควรต่ำกว่า 50 กิโลโวลต์เตจหรือสูงกว่า 100 กิโลโวลต์เตจ

8. โพซิชั่นอินดิเคติ้งดีไวซ์ (Position-Indicating Device, PID) ควรมีลักษณะเป็นปลายเปิดและมีโลหะเคลือบอยู่เพื่อลดปริมาณรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีหลักและปริมาณที่เนื้อเยื่ออ่อนจะได้รับรังสี^{14, 15}

9. ระยะตัวรับภาพกับแหล่งกำเนิดรังสีมีระยะอย่างน้อย 40 เซนติเมตรในการถ่ายภาพรังสีในช่องปาก¹⁵

10. คอลลิเมชันแบบเหลี่ยม (Collimation) สำหรับใส่ตรงปลายกระบอกรังสี นิยมใช้สำหรับการถ่ายภาพรังสีแบบรอบปลายราก (Periapical) และกัดปีก (Bitewing) เพื่อจำกัดการกระจายของรังสีได้เกินกว่า 60 เปอร์เซ็นต์^{16, 17} และคอลลิเมชันแบบเหลี่ยมช่วยลดปริมาณรังสีได้ถึง 5 เท่าเมื่อเทียบกับแบบกลม^{18, 19}

11. ความไวของตัวรับภาพหากช้ากว่ามาตรฐานของ American National Standard institute, (ANSI) ระดับความเร็วฟิล์ม (speed E film) ไม่ควรใช้ถ่ายภาพรังสีใน

ช่องปาก²⁰ ส่วนฟิล์มระดับความเร็วเอฟฟิล์ม (speed F film) ถูกยกเลิก เนื่องจากความแม่นยำตรวจฟันผุของฟันลดลง²¹ หรือใช้ระบบนอนสกรีนฟิล์ม (Non-screen film) เป็นภาพถ่ายรังสีระบบดิจิทัลในช่องปาก และใช้อุปกรณ์ชาร์จคอปเปิลดีไวซ์ (Charge-Coupled Device, CCD) เป็นตัวรับภาพ ซึ่งระบบนี้มีประสิทธิภาพในการลดรังสีได้ถึง 41 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับระบบเก่าที่ใช้ฟิล์มระบบอีสปีด (E-speed)^{22, 23} แต่ระบบนี้มีขนาดเซนเซอร์ที่เล็กกว่าฟิล์มปกติ ดังนั้นเพื่อให้ได้ภาพที่ครอบคลุมทั้งหมด ต้องถ่ายภาพรังสีมากกว่า 1 ครั้ง และถ้าใช้คอลลิเมชันจะทำให้ปริมาณรังสีลดลงมีผลต่อความคมชัดของภาพรังสี นอกจากนี้ปัญหาของการวางเซนเซอร์ทำให้ผู้ใช้งานเลือกที่จะไม่ใช้กัน²²

12. การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากในระบบแร่เอิร์ทสกรีนฟิล์ม (Rare-earth screen-film system) ความไวของตัวรับภาพควรอยู่ที่ 400 หรือมากกว่านั้นซึ่งจะลดการรับรังสีจากการถ่ายภาพพาโนรามิก (Panoramic) และเซฟฟาโรเมตริก (Cephalometric) ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ถึง 75 เปอร์เซ็นต์^{24, 25} ส่วนระบบดิจิทัลอิมเมจิง (Digital imaging system) ควรมีค่าเท่ากันหรือมากกว่าที่ใช้

13. ขั้นตอนดีเวลอป (Develop) ของการล้างฟิล์มควรทำตามวิธีการของเวลาและอุณหภูมิ (Time-temperature method) และใช้สารเคมีตามคำแนะนำของผู้ผลิต ไม่ควรดีเวลอปฟิล์มด้วยการดูอย่างเดียว

14. การใช้เสื้อตะกั่วสำหรับถ่ายภาพรังสีทั้งปากหรือพาโนรามิก (Panoramic) เป็นการป้องกันที่ดี ถึงแม้ว่าปริมาณการดูดซึมรังสีบริเวณต่อมเพศไม่เกิน 5 ไมโครเกรย์ซึ่งไม่แตกต่างจากไม่ใส่เสื้อตะกั่ว เพราะรังสีกระจายไปส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้ป่วยไม่ได้รับโดยตรงยังต่อมเพศ ซึ่งการใช้เสื้อตะกั่วช่วยลดปริมาณรังสีลงอีก²⁶

15. ปลอกคอต่อมไทรอยด์ (Thyroid collar) ใช้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่หากไม่ได้ตรวจก่อนส่งถ่ายภาพรังสีซึ่งสามารถลดปริมาณรังสีลงได้ครึ่งหนึ่ง¹⁶

แนวทางการป้องกันรังสีสำหรับผู้ถ่ายภาพรังสี

1. บริเวณถ่ายภาพรังสีควรมีการออกแบบแนวกันรังสีที่ดี และควรมีกระจกเคลือบตะกั่วเพื่อให้สามารถสื่อสารและมองเห็นผู้ป่วยขณะถ่ายภาพรังสี

2. ผู้ถ่ายภาพรังสีควรยืนห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีอย่างน้อย 2 เมตร หากไม่สามารถเว้นระยะได้ควรมีแนวกันรังสีที่ติดคอยกันไว้

3. มีการติดตามวัดปริมาณรังสีผู้ถ่ายภาพรังสีหรือบุคคลที่ทำงานในบริเวณรังสีเป็นประจำ โดยการ แนะนำของ

เอ็นซีอาร์พี (NCRP) ระบุว่า บุคคลที่ทำงานในบริเวณที่รับรังสีที่ได้รับปริมาณรังสียังผลเกินกว่า 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี ควรมีโดสิมิเตอร์ส่วนตัวสำหรับวัดปริมาณรังสี นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานที่ตั้งครุภัณฑ์ต้องใช้โดสิมิเตอร์

ซึ่งแนวทางดังกล่าวข้างต้นช่วยป้องกันรังสีสู่บริเวณอื่นโดยไม่จำเป็น ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของผู้ป่วยที่บริเวณใกล้เคียงญาติผู้ป่วยที่มานั่งรอ หรือบริเวณรอยต่อของอาคารใกล้เคียง ดังนั้นการออกแบบห้องสำหรับถ่ายภาพรังสีจึงมีความจำเป็นเพื่อป้องกันการได้รับรังสียังผลที่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปีไม่ให้เกิดต่อบุคคลทั่วไป

3. แนวทางการเลือกถ่ายภาพรังสีทางทันตกรรมจัดฟัน

การถ่ายภาพรังสีมีความจำเป็นในการพิจารณาใช้ในการวินิจฉัย แต่ต้องขึ้นอยู่กับประวัติและการตรวจของผู้ป่วยแต่ละราย นอกจากนี้ผู้ป่วยที่อยู่ในระยะฟันชุดผสม (mixed dentition) อาจมีความจำเป็นในการถ่ายภาพรังสีเพื่อพิจารณาว่าการรักษามีความจำเป็นและเหมาะสมหรือไม่

ตารางที่ 5 แสดงภาพถ่ายรังสีที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน

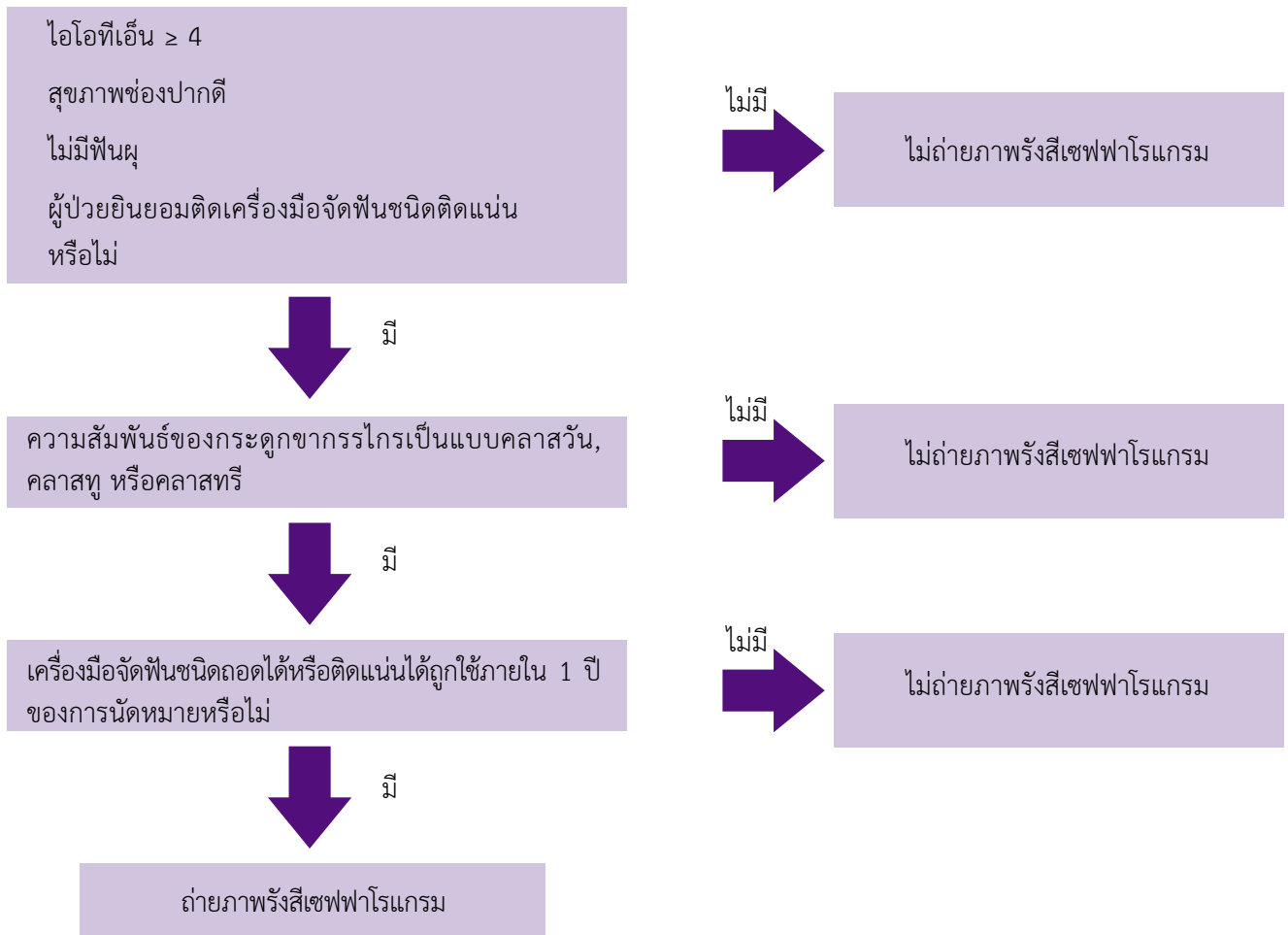
ชนิดของฟิล์ม	หน้าที่
ภาพถ่ายรังสีพาโนรามิก (Panoramic) หรือแลทเทอรอลออบlique (Lateral oblique)	ระบุการพัฒนาของฟันและยืนยันว่ามีฟันครบหรือไม่ครบ
ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (Lateral cephalometric)	ประเมินความสัมพันธ์ของกระดูกและฟันที่ยังไม่งอก
ภาพถ่ายรังสีออคคลูซอลแบบทั่วไป (Occlusal film) แอนทีเรียออบliqueออคคลูซอลออฟแมกซิลลาแอนแมนดิบูลาแอนทีเรียออบliqueออคคลูซอล (Anterior oblique occlusal of maxilla (standard occlusal) and mandibular anterior oblique occlusal)	เพื่อดูลักษณะที่ผิดปกติหรือรอยโรครวมถึงตำแหน่งฟันที่ยังไม่งอก เพื่อใช้ดูบริเวณฟันตัดที่มีการถ่ายภาพรังสีแลทเทอรอลออบlique (Lateral oblique)
ภาพถ่ายรังสีออคคลูซอล แบบเฉพาะ 1. แอนทีเรียออบliqueออคคลูซอลออฟแมกซิลลา (Anterior oblique occlusal of maxilla (standard occlusal)) 2. ทรูออคคลูซอลออฟเดอะแมนดิเบิล (True occlusal of the mandible)	ระบุฟันว่าขนานกันในแนวตั้งซึ่งต้องมีภาพถ่ายรังสีพาโนรามิกประกอบหรือเป็นภาพถ่ายรอบปลายรากฟัน ใช้ระบุตำแหน่งฟันที่ยังไม่ขึ้น
ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน (Periapical)	เพื่อประเมินรูปร่างฟันและมุมฟัน ประเมินการละลายของรากฟัน ประเมินรอยโรคปลายราก ใช้ร่วมกับภาพถ่ายรังสีออบliqueออคคลูซอล หรือภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟันเพื่อดูตำแหน่งฟันที่ยังไม่ขึ้น
ภาพถ่ายรังสีแบบกัดบึก (Bitewing)	เพื่อประเมินระดับกระดูกและฟันผุด้านประชิดรวมถึงการทำนายฟันที่สงสัยว่ามีรอยโรค
ภาพถ่ายรังสีโพสทีเรียแอนทีเรีย (Posteroanterior)	ถ่ายในกรณีที่ผู้ป่วยมีใบหน้าไม่เท่ากันหรือขากรรไกรผิดปกติ

ภาพถ่ายรังสีก่อนหน้านี้ จะแสดงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจให้การรักษาต่อไป

การตรวจในทางคลินิกมีความจำเป็น เพื่อให้แน่ใจว่าการส่งถ่ายภาพรังสี จะช่วยระบุปัญหาในทางทันตกรรมจัดฟัน นอกจากนี้การถ่ายภาพรังสียังช่วยเฝ้าระวังและประเมินการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาอีกด้วย ซึ่งภาพถ่ายรังสีที่ใช้ในงานทันตกรรมจัดฟันดังแสดงใน ตารางที่ 5

หลายการศึกษายืนยันว่าการตรวจทางคลินิกและโมเดลฟันเพียงพอในการวางแผนการรักษา²⁷ งานวิจัยที่ใช้ขั้นตอน²⁸ และตัวบ่งชี้ทางคลินิก²⁹ แสดงให้เห็นถึงการลดลงของการใช้ฟิล์มทางทันตกรรมจัดฟันไม่ได้ลดประสิทธิภาพของการรักษา ผลของการถ่ายภาพรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงการวินิจฉัยและแผนการรักษาอยู่ในช่วง 16 เปอร์เซ็นต์ถึง 37 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ^{28, 30-32}

การถ่ายภาพรังสีเซฟฟาโรเมตริกในทางทันตกรรมจัดฟัน มีแนวทางที่ควรปฏิบัติตามรูปที่ 1



รูปที่ 1. แสดงไดอะแกรมขั้นตอนการพิจารณาถ่ายภาพรังสีเซฟฟาโรแกรมในทางทันตกรรมจัดฟัน

นอกจากไดอะแกรมในรูปที่ 1 ยังมีเพิ่มเติมในส่วนของภายหลังเสร็จสิ้นการรักษาในกลุ่มที่ใช้เครื่องมือจัดฟันชนิดถอดได้เพื่อประเมินตำแหน่งของฟันหน้าล่างว่ามีลักษณะยื่นหรือไม่ หรือจบขั้นตอนการจัดฟันก่อนการผ่าตัดเพื่อประเมินตำแหน่งฟันว่าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมพร้อมผ่าตัดแล้วหรือไม่ หรือก่อนถอดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นเพื่อประเมินตำแหน่งของฟันหน้าล่างอีกครั้ง โดยสรุป เซฟฟาโรแกรมจำเป็นสำหรับประเมินตำแหน่งฟันหน้าล่าง ส่วนภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรียจะใช้ในผู้ป่วยที่มีใบหน้าไม่สมมาตร ส่วนภาพถ่ายรังสีกระดูกข้อมือในทางทันตกรรมจัดฟันยังถกเถียงกันอยู่ว่าจำเป็นหรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องการทำนายการเจริญเติบโต

5. แนวทางในการใช้คอมพิวเตอร์ทอมോഗราฟ, (ซีบีซีที) (Cone Beam Computed Tomograph, CBCT) ในทางทันตกรรมจัดฟัน

ในปัจจุบันซีบีซีทีเข้ามามีบทบาทมากในการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน เนื่องจากการถ่ายภาพรังสีซีบีซีทีใน

ภาพที่เป็นลักษณะสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างบริเวณกะโหลกศีรษะและใบหน้าที่มีความแม่นยำในการนำไปวินิจฉัยในกรณี que ผู้ป่วยมีความซับซ้อนในการรักษา ทำให้ได้แผนการรักษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดีผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจและสามารถตัดสินใจใช้อย่างระมัดระวังและเหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อลดการถ่ายภาพรังสีซีบีซีทีที่ไม่จำเป็นลงได้

ดังนั้นวิธีการเลือกถ่ายภาพรังสีซีบีซีทีในผู้ป่วยจัดฟันมีขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาแล้วว่าการถ่ายภาพรังสีแบบสองมิติไม่สามารถให้การวินิจฉัยหรือวางแผนการรักษาได้³³
2. ประเมินความเสี่ยงจากการรับรังสีซีบีซีที ว่าตลอดทั้งการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันปริมาณรังสียังผลที่ได้รับมีอันตรายต่อผู้ป่วยหรือไม่^{4, 9}
3. ต้องมีการลดปริมาณรังสีที่ได้รับ โดยการปรับปริมาณความต่างศักย์และค่ากระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์, กิโลโวลต์),

ปรับความคมชัดของภาพ (Resolution) และการตั้งค่าจุดที่เราจะถ่ายภาพรังสี (Field of View) นอกจากนี้สามารถใช้ชุดตะกั่วและตัวป้องกันต่อมไทรอยด์เพื่อลดปริมาณรังสี³⁴

4. ต้องมีการคงมาตรฐานของการถ่ายภาพรังสีให้อยู่ในระดับมาตรฐานเพื่อลดความเสี่ยงที่ต้องถ่ายภาพรังสีซ้ำ นอกจากนี้ต้องทราบถึงข้อจำกัดในการถ่ายภาพรังสีซีบีซีทีอีกด้วย อาทิเช่น พวกเนื้อเยื่ออ่อน สิ่งแปลกปลอมและจุดบนภาพถ่ายรังสี^{35, 36}

ข้อบ่งชี้ของการถ่ายภาพรังสีซีบีซีทีทางทันตกรรมจัดฟัน

1. ประเมินโครงสร้างฟันที่ผิดปกติ: รูปร่างฟันที่สร้างผิดปกติ, ฟันเกินและการละลายของรากฟัน³⁷⁻³⁹

2. ประเมินตำแหน่งฟันที่ผิดปกติ: ได้แก่ ฟันเขี้ยวและฟันเกินที่ฝังอยู่ ความสัมพันธ์ระหว่างฟันกรามต่อคลองเส้นประสาทอินฟีเรียร์อัลวีโอลาร์ (Inferior alveolar canal) ลำดับการขึ้นของฟันที่ผิดปกติ ฟันขึ้นผิดปกติตำแหน่งรวมถึงฟันที่อยู่ในรอยแยกปากแหว่งเพดานโหว่^{37, 40-42}

3. ประเมินปริมาณกระดูกรองรับฟัน: ใช้วิเคราะห์ความหนากระดูกในแนวใกล้แก้มและใกล้ลิ้น ในผู้ป่วยที่มีฟันยื่นทั้งบนและล่าง และในกรณีที่มีสภาพของอวัยวะรองรับปริทันต์ไม่ดี รวมถึงกระดูกบริเวณที่เป็นปากแหว่งเพดานโหว่^{43, 44}

4. ประเมินความสมมาตรของใบหน้า: เมื่อทางลักษณะทางคลินิกมีคาง ขากรรไกรล่างและเส้นกึ่งกลางฟันเบี่ยงเบนระนาบของการสบฟันสองข้างไม่เท่ากันและความไม่สมมาตรของกะโหลกศีรษะและใบหน้า^{45, 46}

5. ประเมินความผิดปกติในแนวหน้าหลัง แนวตั้ง และแนวขวาง: ใช้พิจารณาลักษณะความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติแบบที่สองและแบบที่สาม ความผิดปกติของขากรรไกรบนที่มีปริมาณกระดูกมากหรือน้อยในแนวตั้งทำให้เกิดการสบฟันแบบเปิดหรือสบลึก นอกจากนี้สามารถวินิจฉัยฟันหลังสบไขว้ทั้งที่มีหรือไม่มี การเอียงตัวขดเขยของฟันและประเมินปริมาณการขยายขากรรไกรบน โดยพิจารณาจากโครงสร้างกระดูกและฟันที่เปลี่ยนไป รวมถึงปริมาตรโพรงจมูกและโพรงอากาศขากรรไกรบน⁴⁷⁻⁵²

6. ประเมินลักษณะข้อต่อขากรรไกรที่ผิดปกติ: ใช้ตรวจรูปร่างขนาดและการทำงานของข้อต่อขากรรไกรที่ผิดปกติ การเปลี่ยนแปลงการทำงานของกระดูกข้อต่อขากรรไกร ซึ่งจะนำไปสู่ความผิดปกติโครงสร้างกระดูกและการสบฟันได้ อาทิ

เช่น การละลายตัวของข้อต่อขากรรไกรทำให้เกิดการสบเปิดหรือเบี่ยงเบนไป มีการสร้างของกระดูกข้อต่อขากรรไกรมากหรือน้อยหรือไม่สร้างเลย ซึ่งจะมีผลต่อโครงสร้างใบหน้าและการบดเคี้ยว^{53, 54}

7. ประเมินลักษณะโครงสร้างของกระดูกศีรษะและใบหน้าผิดปกติ: ซีบีซีทีช่วยวิเคราะห์และนำไปสู่การวางแผนการรักษาที่แก้ไขความผิดปกติต่างๆ โดยการผ่าตัด ซึ่งช่วยให้การผ่าตัดมีความแม่นยำมากขึ้น^{48, 55}

8. ประเมินลักษณะของรูปร่างทางเดินหายใจ: นำมาใช้วัดขนาดทางเดินหายใจที่ทำการผ่าตัดโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้า หรือกรณีที่มีการหยุดหายใจขณะหลับ ซึ่งวัดได้ทั้งรูปร่างและปริมาตรของทางเดินหายใจ แต่อย่างไรก็ดีความแม่นยำจากการวัดต้องมีการพิสูจน์ต่อไป^{56, 57}

9. ประเมินขั้นตอนการทำศัลยกรรม: ช่วยอธิบายการตอบสนองต่อการรักษาและผลการรักษาที่เกิดขึ้นในแง่ของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระดูกและเนื้อเยื่ออ่อน และบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

10. ประเมินตำแหน่งของหลักยึดชั่วคราว: มีการศึกษาที่นำซีบีซีทีมาใช้เพื่อหาตำแหน่งที่จะปักหลักยึดชั่วคราว อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียต่อผู้ป่วยจากการใช้วิธีปกติกับการใช้ซีบีซีที^{58, 59}

บทสรุป

ภาพถ่ายรังสีที่ดีจะให้การบันทึกที่ช่วยในการประเมินและจัดการการสบฟันผิดปกติ ซึ่งข้อแนะนำส่วนใหญ่ในงานนี้เป็นการแนะนำทั่วไป อาทิเช่น ควรต้องซักประวัติตรวจภายนอกและภายในช่องปากก่อนทำการส่งถ่ายภาพรังสี หรือการใช้วิธีการอื่นเพื่อลดความเสี่ยงลง โดยการได้รับรังสีนั้นเป็นกระบวนการที่มีความเสี่ยงซึ่งจะต้องหาสมดุลระหว่างข้อดีและข้อเสียของภาพถ่ายรังสีเพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์ในทางทันตกรรมจัดฟันที่ต้องการ โดยข้อแนะนำนี้ไม่ควรที่จะถือยึดเป็นกฎตายตัว แต่ใช้ในการช่วยเป็นสิ่งที่กำหนดทิศทางและตัดสินใจประกอบเหตุผลในแต่ละสถานการณ์ในคลินิกเพื่อไม่ให้เกิดผลเสียมากเกินไป โดยสรุปแล้วต้องทำการประเมินอย่างระมัดระวังและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีในการส่งตรวจทางภาพถ่ายรังสี พิจารณาอย่างถี่ถ้วนว่าต้องใช้เทคนิคใดในการถ่ายภาพรังสี รวมถึงเข้าใจข้อดีข้อเสียความแตกต่างในแต่ละเทคนิคของการถ่ายภาพรังสีที่มีอยู่ เพื่อที่เป็นกุญแจสำคัญในการปฏิบัติงานทางคลินิกของทันตกรรมจัดฟัน

เอกสารอ้างอิง

1. Rontgen WC. ON A NEW KIND OF RAYS. Science 1896;3(59):227-31.
2. Spear FG. The British X-ray and Radium Protection Committee. Br J Radiol 1953;26(311):553-54.
3. Clarke R, Valentin J. The history of ICRP and the evolution of its policies. Annals of the ICRP 2009;39(1):75-110.
4. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP 2007;37(2-4):1-332.
5. Mupparapu M. Radiation protection guidelines for the practicing orthodontist. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128(2):168-72; discussion 72.
6. Gibbs SJ, Pujol A, McDavid WD, Welander U, Tronje G. Patient risk from rotational panoramic radiography. Dentomaxillofac Radiol 1988;17(1):25-32.
7. Longstreth WT, Phillips LE, Drangsholt M, et al. Dental X-rays and the risk of intracranial meningioma. Cancer 2004;100(5):1026-34.
8. Memon A, Godward S, Williams D, Siddique I, Al-Saleh K. Dental x-rays and the risk of thyroid cancer: A case-control study. Acta Oncologica 2010;49(4):447-53.
9. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP 1991;21(1-3):1-201.
10. Mountford P, Temperton D. Recommendations of the international commission on radiological protection (ICRP) 1990. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging 1992;19(2):77-79.
11. Valentin J. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (wR). Annals of the ICRP 2003;33(4):1-121.
12. Horner K, Rushton V, Tsiklakis K, et al. European guidelines on radiation protection in dental radiology; the safe use of radiographs in dental practice. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport. Radiation Protection. 2004.
13. An update on radiographic practices: information and recommendations. ADA Council on Scientific Affairs. J Am Dent Assoc 2001;132(2):234-8.
14. Van Aken J, van der Linden LW. The integral absorbed dose in conventional and panoramic complete-mouth examinations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;22(5):603-16.
15. Gibbs SJ, Pujol A, Jr., Chen TS, James A, Jr. Patient risk from intraoral dental radiography. Dentomaxillofac Radiol 1988;17(1):15-23.
16. Stenstrom B, Henrikson CO, Holm B, Richter S. Absorbed doses from intraoral radiography with special emphasis on collimator dimensions. Swed Dent J 1986;10(1-2):59-71.
17. Winkler KG. Influence of rectangular collimation and intraoral shielding on radiation dose in dental radiography. J Am Dent Assoc 1968;77(1):95-101.
18. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000;90(4):538-45.
19. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994;77(3):285-9.
20. Svenson B, Welander U, Shi XQ, Stamatakis H, Tronje G. A sensitometric comparison of four dental X-ray films and their diagnostic accuracy. Dentomaxillofac Radiol 1997;26(4):230-5.
21. Svenson B, Lindvall AM, Grondahl HG. A comparison of a new dental X-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultraspeed dental X-ray films. Dentomaxillofac Radiol 1993;22(1):7-12.
22. Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NH. Radiovisiography: an initial evaluation. Br Dent J 1990;168(6):244-8.
23. Walker A, Horner K, Czajka J, Shearer AC, Wilson NH. Quantitative assessment of a new dental imaging system. Br J Radiol 1991;64(762):529-36.
24. Gratt BM, White SC, Packard FL, Petersson AR. An evaluation of rare-earth imaging systems in panoramic radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58(4):475-82.
25. Kaugars GE, Fatouros P. Clinical comparison of conventional and rare earth screen-film systems for cephalometric radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;53(3):322-5.
26. Wood RE, Harris AM, van der Merwe EJ, Nortje CJ. The leaded apron revisited: does it reduce gonadal radiation dose in dental radiology? Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991;71(5):642-6.

27. Han UK, Vig KW, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100(3):212-9.
28. Atchison KA, Luke LS, White SC. An algorithm for ordering pretreatment orthodontic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102(1):29-44.
29. Hintze H, Wenzel A, Williams S. Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography. *Eur J Orthod* 1990;12(4):385-8.
30. Atchison KA. Radiographic examinations of orthodontic educators and practitioners. *J Dent Educ* 1986;50(11):651-5.
31. Atchison KA, Luke LS, White SC. Contribution of pretreatment radiographs to orthodontists' decision making. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71(2):238-45.
32. Bruks A, Enberg K, Nordqvist I, et al. Radiographic examinations as an aid to orthodontic diagnosis and treatment planning. *Swed Dent J* 1999;23(2-3):77-85.
33. The use of cone-beam computed tomography in dentistry: an advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2012;143(8):899-902.
34. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(1):106-14.
35. Drage N, Rogers S, Greenall C, Playle R. Incidental findings on cone beam computed tomography in orthodontic patients. *J Orthod* 2013;40(1):29-37.
36. Carter L, Farman AG, Geist J, et al. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(4):561-62.
37. Liu D-g, Zhang W-l, Zhang Z-y, Wu Y-t, Ma X-c. Three-dimensional evaluations of supernumerary teeth using cone-beam computed tomography for 487 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(3): 403-11.
38. Treil J, Braga J, Loubes JM, et al. 3D Tooth Modeling for Orthodontic Assessment. *Semin Orthod* 2009;15(1):42-47.
39. Makedonas D, Lund H, Gröndahl K, Hansen K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months of orthodontic treatment with fixed appliance and the relation to risk factors. *Angle Orthod* 2012;82(2):196-201.
40. Katheria BC, Kau CH, Tate R, et al. Effectiveness of impacted and supernumerary tooth diagnosis from traditional radiography versus cone beam computed tomography. *Pediatr Dent* 2010;32(4):304-9.
41. Nguyen E, Boychuk D, Orellana M. Accuracy of cone-beam computed tomography in predicting the diameter of unerupted teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(2):e59-e66.
42. Tamimi D, ElSaid K. Cone Beam Computed Tomography in the Assessment of Dental Impactions. *Semin Orthod* 2009;15(1):57-62.
43. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JYK, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(4):428.e1-28.e8.
44. Timock AM, Cook V, McDonald T, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(5): 734-44.
45. Sievers MM, Larson BE, Gaillard PR, Wey A. Asymmetry assessment using cone beam CT. *Angle Orthod* 2012; 82(3):410-17.
46. Park JU, Kook Y-A, Kim Y. Assessment of asymmetry in a normal occlusion sample and asymmetric patients with three-dimensional cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2012;82(5):860-67.
47. Heymann GC, Cevdanes L, Cornelis M, De Clerck HJ, Tulloch JFC. Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(2):274-84.
48. Lloyd TE, Drage NA, Cronin AJ. The role of cone beam computed tomography in the management of unfavourable fractures following sagittal split mandibular osteotomy. *J Orthod* 2011;38(1):48-54.
49. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(3):304.e1-04.e12.

50. Kim Y-I, Choi Y-K, Park S-B, Son W-S, Kim S-S. Three-dimensional analysis of dental decompensation for skeletal Class III malocclusion on the basis of vertical skeletal patterns obtained using cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod* 2012;42(5):227-34.
51. Miner RM, Al Qabandi S, Rigali PH, Will LA. Cone-beam computed tomography transverse analysis. Part I: Normative data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(3):300-07.
52. Domann CE, Kau CH, English JD, et al. Cone beam computed tomography analysis of dentoalveolar changes immediately after maxillary expansion. *Orthodontics (Chic.)* 2011;12(3):202-9.
53. Nah K-S. Condylar bony changes in patients with temporomandibular disorders: a CBCT study. *Imaging Sci Dent* 2012;42(4):249-53.
54. Zain-Alabdeen E, Alsadhan R. A comparative study of accuracy of detection of surface osseous changes in the temporomandibular joint using multidetector CT and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41(3):185-91.
55. Edwards SP. Computer-Assisted Craniomaxillofacial Surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2010;22(1):117-34.
56. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, et al. Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(2):235-45.
57. Weissheimer A, Menezes LMd, Sameshima GT, et al. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(6):801-13.
58. Fayed MMS, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2010;80(5):939-51.
59. Park H-S, HwangBo E-S, Kwon T-G. Proper mesiodistal angles for microimplant placement assessed with 3-dimensional computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(2):200-06.

การใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็กในการรักษา ทางทันตกรรมจัดฟัน

ชาญชัย พัฒนวิริยะพิศาล* สุภาณี สุนทรโลหะนะกุล**

บทคัดย่อ

สิ่งสำคัญในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน คือการเตรียมหลักยึดที่ดีต่อการเคลื่อนฟันที่ต้องการไปในตำแหน่งที่วางแผนไว้ ปัญหาที่มักพบในการเตรียมหลักยึดเพื่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ได้แก่ หลักยึดไม่เพียงพอต่อการรองรับการเคลื่อนฟันที่ต้องการ การนำหมุดเกลียวขนาดเล็ก (miniscrew) มาใช้ในงานทันตกรรมจัดฟันโดยปักลงในตำแหน่งต่างๆ ในขากรรไกร เป็นกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเสริมหลักยึดหรือเป็นหลักยึดโดยตรง บทความปริทัศน์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนเนื้อหาต่างๆ เกี่ยวกับหมุดเกลียวขนาดเล็ก ได้แก่ ประเภท คุณสมบัติ การออกแบบส่วนหัวและส่วนเกลียว การใช้ในงานทันตกรรมจัดฟัน รวมถึงภาวะไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในช่องปาก

คำสำคัญ: หลักยึด, หมุดเกลียวขนาดเล็ก, ทันตกรรมจัดฟัน

Utilization of Miniscrew Implant in Orthodontic Treatment

Chanchai Pattanaviriyapisan* Supanee Suntornlohanakul**

Abstract

Proper anchorage preparation is essential in orthodontic treatment. The common problem of anchorage preparation in orthodontic treatment is no adequate support for desire tooth movement. Using of miniscrew has been introduced in orthodontic application to obtain direct or indirect anchorage. The objectives of this review is to clearly define classification of miniscrew property, designs of head and thread, application in clinical orthodontic and complications.

Key words: Anchorage, Miniscrew, Orthodontics

-
- * นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - ** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - * Ph.D. Candidate in Oral health Sciences Orthodontic section, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla
 - ** Associate Professor Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, HatYai, Songkhla

บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำหมุดเกลียวขนาดเล็ก (miniscrew) มาใช้ในทางทันตกรรมจัดฟันอย่างแพร่หลายมากขึ้นเพื่อเป็นหลักยึดชั่วคราว (temporary anchorage device / TAD) ส่งผลให้การรักษาทันตกรรมจัดฟันมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และลดผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์จากการเคลื่อนฟัน¹ นิยามของ “หลักยึดในทางทันตกรรมจัดฟัน” หมายถึง การต้านทานต่อการเคลื่อนฟันไปในทิศทางที่ไม่ต้องการ² ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการรักษาทันตกรรมจัดฟัน^{1,3} Angle ในปี ค.ศ. 1928 ได้เสนอแนะถึงข้อจำกัดในการเคลื่อนฟันที่มีการใช้ฟันตำแหน่งอื่นๆ มาเป็นหลักยึด ซึ่งทำให้ฟันดังกล่าวเคลื่อนไปในตำแหน่งที่ไม่ต้องการ จึงเสนอการใช้หลักยึดชนิดอื่นๆ เพื่อช่วยเสริมหลักยึด เช่น หลักยึดจากด้านหลังของศีรษะจากการใช้เฮดเกียร์แบบดึงขึ้น (highpull headgear) เป็นต้น⁴

การควบคุมหลักยึดในทางทันตกรรมจัดฟันที่ดี ได้แก่ การป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนของฟันที่เป็นหลักยึดไปในตำแหน่งที่ไม่ต้องการ การส่งเสริมหลักยึดโดยใช้อวัยวะส่วนอื่นทั้งในและนอกช่องปากล้วนเป็นกระบวนการที่ช่วยควบคุมหลักยึด อย่างไรก็ตามการส่งเสริมหลักยึดโดยใช้วิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดหรือมีความยุ่งยากในการใช้งาน และอาจพบการเคลื่อนที่ของหลักยึดเกิดขึ้น⁵

หลักยึดสมบูรณ์ คือ หลักยึดที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของหลักยึดจากแรงกระทำที่มาจากการเคลื่อนฟันในทางทันตกรรมจัดฟัน² โดยมีรายงานถึงการเตรียมหลักยึดสมบูรณ์โดยใช้ฟันยึดแข็งติดกระดูก หรือรากเทียม ซึ่งยึดแน่นกับกระดูกเพื่อช่วยต้านทานการเคลื่อนที่ของหลักยึด⁶ จากรายงานที่มีการใช้รากเทียมซึ่งมีการเชื่อมประสานกับกระดูกมาเป็นหลักยึดสมบูรณ์ นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือที่มีรูปร่างเป็นหมุดเกลียวขนาดเล็กรูปร่างคล้ายรากเทียมมาใช้ในช่องปาก หมุดเกลียวขนาดเล็กดังกล่าวใช้งานโดยการไขหมุดเกลียวฝังเข้าในกระดูกให้มีการยึดอยู่ชั่วคราวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก เกิดเป็นหลักยึดสมบูรณ์เกิดขึ้น⁷ การใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเพื่อเสริมหลักยึดแบ่งได้เป็น 2 กรณี ได้แก่ การใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเป็นหลักยึดหลัก หรือเป็นหลักยึดรับแรงโดยตรง หรือใช้เป็นหลักยึดโดยอ้อม คือ ช่วยเสริมแรงต้านที่เกิดกับฟันที่เป็นหลักยึด¹

จากบทความทางวิชาการรายงานว่า ในปัจจุบันพบแนวโน้มการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กในการเป็นหลักยึดในทางทันตกรรมจัดฟันมากขึ้น เนื่องจากสามารถเป็นหลักยึดสมบูรณ์ ปักและรื้อออกง่าย ราคาไม่แพง มีขนาดเล็ก ทำให้สามารถปักหมุดเกลียวในตำแหน่งระหว่างรากฟันได้ ลดการบาดเจ็บ

ต่อเนื้อเยื่อ และสามารถรับแรงดึงจากการจัดฟันได้ทันที¹

บทความปริทัศน์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนถึงประเภท คุณสมบัติและการออกแบบของหมุดเกลียวขนาดเล็กในส่วนหัวและส่วนเกลียว ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งานในทางคลินิก การนำหมุดเกลียวขนาดเล็กออก และภาวะไม่พึงประสงค์ต่างๆ ที่อาจพบจากการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็ก

ประเภทของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (types of miniscrew)

สามารถแบ่งประเภทหมุดเกลียวขนาดเล็กได้หลายแนวทาง ได้แก่ การแบ่งตามการคิดค้นการใช้งาน การแบ่งตามความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) หรือทางชีววิทยา (biologic group) และการแบ่งตามรูปร่างลักษณะของหมุดเกลียว

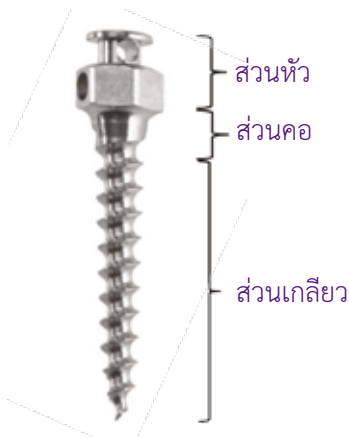
ในแนวทางการแบ่งประเภทของหมุดเกลียวขนาดเล็กตามการคิดค้นการใช้งานพบว่า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก⁸ ประเภทที่ 1 คือ หมุดเกลียวที่มีการเชื่อมประสานของกระดูก เช่น หมุดเกลียวขนาดเล็กใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน ประเภทที่ 2 คือ หมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีการคิดค้นมาใช้สำหรับงานผ่าตัด สำหรับความแตกต่างหลักของหมุดเกลียวทั้งสองประเภท คือ หมุดเกลียวขนาดเล็กสำหรับการผ่าตัดจะมีขนาดเล็ก มีผิวที่เรียบและสามารถให้แรงได้ในเวลาไม่นานภายหลังจากปัก⁸

กรณีการแบ่งประเภทหมุดเกลียวขนาดเล็กโดยยึดตามความเข้ากันได้ทางชีวภาพ หรือทางชีววิทยา ตัวอย่างของทางชีววิทยา เช่น ฟันยึดแข็งติดกระดูก (ankylosed teeth) และฟันไถลาเซอเรชั่น (dilacerated teeth) ซึ่งเป็นอวัยวะในช่องปากที่ยึดติดกับกระดูกเข้าฟัน หรือสามารถเสริมหลักยึดได้สำหรับกลุ่มเข้ากันได้ทางชีวภาพ ซึ่งคือเครื่องมือที่สามารถเข้ากับอวัยวะต่างๆ ในช่องปากได้ดี อาทิหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีการใช้ในช่องปาก⁷

การแบ่งประเภทของหมุดเกลียวที่แนะนำโดย Labanauskaite และคณะในปี ค.ศ. 2005 พิจารณาจากรูปร่างลักษณะที่ปรากฏตัวอย่างเช่น แบ่งตามรูปร่างและขนาดสามารถแบ่งได้เป็น หมุดเกลียวขนาดเล็กรูปแหลมเรียว (conical miniscrew implant) สิ่งปลูกฝังแบบแผ่นขนาดเล็ก (miniplate implant) สิ่งปลูกฝังแบบแผ่น (disk implant) เป็นต้น⁹

คุณสมบัติและการออกแบบของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (properties and designs of miniscrew)

โดยทั่วไปหมุดเกลียวขนาดเล็กจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนหัว ส่วนคอ และส่วนเกลียว ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนต่างๆ ของหมุดเกลียวขนาดเล็ก

หมุดเกลียวขนาดเล็กที่ใช้ในงานทันตกรรมจัดฟัน ต้องการคุณสมบัติหลายประการ ประกอบด้วย ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาว และการออกแบบที่หลากหลายเพื่อให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม ง่ายและสะดวกในการปัก สามารถให้แรงทางทันตกรรมจัดฟันได้ทันที รวมถึงสามารถรื้อออกได้ง่ายโดยไม่มีผลข้างเคียง และมีราคาถูก¹ ปัจจุบันหมุดเกลียวขนาดเล็กมีความแตกต่างตามแต่ผู้ผลิต โดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายใน ขนาด การออกแบบ รวมถึงประเด็นต่างๆ ได้แก่ (1) โลหะผสมที่ใช้ในการผลิต (2) ขนาดของส่วนเกลียว (3) ความยาวของหมุดเกลียว (4) การออกแบบส่วนหัว^{1, 10} มีหลายบริษัทที่จำหน่ายหมุดเกลียวขนาดเล็กในท้องตลาด แต่ละบริษัทผู้ผลิตได้กำหนดระบบที่แตกต่างกัน เช่น AbsoAnchor System™ Ortho Bone Screw™ เป็นต้น

โลหะที่ใช้ในการผลิตหมุดเกลียวขนาดเล็กในงานทันตกรรมจัดฟันส่วนใหญ่เป็นเหล็กไร้สนิม (stainless steel) อาจมีการเคลือบด้วยไทเทเนียมที่ผิวส่วนเกลียว หรือผลิตจากโลหะผสมไทเทเนียม (Ti6Al4V) ซึ่งมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในช่องปาก ทั้งส่วนของการปักคลุมของเหงือก และมีการเชื่อมประสาน

กับกระดูก (osseointegration) แต่หมุดเกลียวขนาดเล็กส่วนใหญ่จะมีพื้นผิวเรียบ เพื่อให้มีการเชื่อมประสานกับกระดูกแบบไม่สมบูรณ์เพื่อให้สามารถรื้อออกได้ไม่ยุ่งยาก สำหรับการยึดอยู่ของหมุดเกลียวขนาดเล็กอาศัยการเกี่ยวติดระหว่างเกลียวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (interlock of miniscrew thread) กับกระดูกเข้าฟันและให้แรงต้านที่ภายหลังการปัก⁷

นอกจากการเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ หมุดเกลียวขนาดเล็กมีคุณสมบัติเชิงกลที่มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานในช่องปาก จากหลายการศึกษาพบว่า หมุดเกลียวขนาดเล็กจะมีมอดูลัสของยัง (young's modulus) มากกว่ากระดูกเข้าฟันและกระดูกทึบ นอกจากนี้หมุดเกลียวขนาดเล็กควรมีการต้านทานต่อแรงบิดที่สูง เนื่องจากในระหว่างการไขหมุดเกลียวขนาดเล็กเพื่อปักหรือการรื้อออกมีความเสี่ยงต่อการหักเกิดขึ้น^{1,3}

การออกแบบส่วนหัวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (head designs of miniscrew)

หมุดเกลียวขนาดเล็กมีการออกแบบส่วนหัวหลายรูปแบบ ชนิดของส่วนหัวที่มีการใช้บ่อยที่สุดคือ (1) แบบปุ่ม ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมหรือมีรูปร่างเป็นทรงหกเหลี่ยม ส่วนหัวของหมุดเกลียวแบบทรงกลมเป็นแบบที่ได้รับความนิยมในการเป็นหลักยึดโดยตรงในการเคลื่อนฟัน ผู้ผลิตบางบริษัทผลิตส่วนหัวหรือคอของหมุดเกลียวที่มีรูขนาดประมาณ 0.8 มม. (รูปที่ 2) เพื่ออำนวยความสะดวกในการให้แรงเคลื่อนฟันในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การออกแบบส่วนหัวแบบอื่นๆ อาทิเช่น (2) แบบคล้ายแบร็กเกต (bracket) หรือ (3) แบบตะขอเกี่ยว¹

การออกแบบส่วนเกลียวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (thread designs of miniscrew)

แบบของส่วนเกลียวของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ใช้ในงานทันตกรรมจัดฟัน แบ่งได้เป็น (ก) รูปทรงกรวย (conical shape) (ข) รูปทรงแบบแท่งตรงขนานกัน (parallel shape) และเรียวยแหลมในส่วนปลาย (รูปที่ 3)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลของระบบหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในไทย (example of available miniscrew systems)

ผลิตภัณฑ์	บริษัท	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนเกลียว	ความยาวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก
Aarhus Anchorage System™	American Orthodontics	1.3 – 2.0 มม.	9.2 – 12.6 มม.
AbsoAnchor System™	Dentapex Thailand	1.3 – 2.0 มม.	5 – 12 มม.
Ortho Bone Screw™	Orthodonticline	1.5 – 2.7 มม.	8 – 14 มม.



รูปที่ 2 ความหลากหลายของรูปร่างส่วนหัวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก

ข้อพิจารณาของส่วนเกลียวมีสองส่วนคือ ความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนเกลียว ในท้องตลาดพบว่าความยาวของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายมีความยาว 6 ถึง 12 มม.¹¹⁻¹⁵ ขณะที่บางบริษัทผลิตหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ยาวได้ถึง 14 ถึง 21 มม.^{16, 17} สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของหมุดเกลียวขนาดเล็กมีขนาด 1.2 ถึง 2 มม.¹¹⁻¹⁵ ความหลากหลายของความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของหมุดเกลียวขนาดเล็กเอื้อให้ทันตแพทย์จัดฟันสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับตำแหน่งที่จะใช้ในทั้งขากรรไกรบนและล่าง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Costa และคณะ ซึ่งทำการศึกษาถึงความหนาของเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) ในช่องปาก และแนะนำให้ใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีความยาวขนาด 4-6 มม. โดยเชื่อว่าจะมีความปลอดภัยในการใช้งานในทุกตำแหน่งช่องปาก¹⁸

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมุดเกลียวขนาดเล็กมีผลโดยตรงต่อการใช้งาน ถ้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก คือน้อยกว่า 1.2 มม. จะสามารถนำไปใช้ในตำแหน่งที่มีเนื้อที่ระหว่างรากฟันแคบ แต่ความเสี่ยงที่อาจจะพบ คือ ความเสี่ยงต่อการแตกหัก จากหลายการศึกษาพบว่า หมุดเกลียวขนาดเล็กมีความเสี่ยงต่อการแตกหักมากขึ้นเมื่อมีขนาดเล็กกว่า 1.2 มม.¹⁶⁻¹⁸ ณ ปัจจุบันนี้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีขนาดโดยประมาณ คือ 1.2 – 2.0 มม. และมีความยาวเท่ากับ 4.0 – 12.0 มม.¹¹⁻¹⁵

การใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็กในทางคลินิก (clinical application of miniscrew)

ข้อบ่งชี้ของหมุดเกลียวขนาดเล็กจะนำมาใช้ในผู้ป่วยที่มีความต้องการหลักยึดเพิ่มเติมในการวางแผนการเคลื่อนฟัน¹¹ ได้แก่ นำมาใช้ในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับอวัยวะรองรับของฟัน



รูปที่ 3 รูปร่างส่วนเกลียวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก (ก) รูปทรงกรวย (ข) รูปทรงขนาน

ที่ใช้ในการเคลื่อนฟัน (periodontally compromised teeth) หรือมีจำนวนฟันไม่เพียงพอในการเป็นหลักยึดในการเคลื่อนฟัน ทำให้ในขณะให้การรักษาทันตกรรมจัดฟัน มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียหลักยึด ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเคลื่อนฟันได้ทุกแนว¹⁵

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีรายงานถึงการนำหมุดเกลียวขนาดเล็กมาใช้ในการรักษาผู้ป่วย อาทิเช่น การแก้ไขภาวะฟันสบลึก^{11, 19, 20} การปิดช่องว่างจากการถอนฟัน²¹ การแก้ไขความเอียงของแนวสบฟันและแนวกลางฟัน¹¹ การแก้ไขฟันฝังหรือฟันคุด²² การตั้งและยกฟันกรามที่ล้มหรือฝัง²³ การดันฟันกรามเข้า²⁴ การถอยฟันกรามบนและล่าง²⁵ การเคลื่อนฟันกรามไปด้านในใกล้กลาง²⁶ การถอยฟันหน้าแบบเอนแมส (enmasse retraction)⁵ และแก้ไขความผิดปกติของขากรรไกรในแนวตั้ง²⁷

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งานทางคลินิก (factors affecting to clinical usage)

สิ่งสำคัญในการใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็ก คือ ใช้งานได้ อย่างปลอดภัย มีความคงอยู่ที่ดีในช่องปาก มีโอกาสล้มเหลวจากการบักน้อย เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กมีหลายอย่าง ได้แก่ (1) ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก (2) แนวการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก และ (3) การให้แรงหลังการปัก

(1) ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก

สำหรับขากรรไกรบนสามารถปักได้ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเงี่ยงกระดูกจมูก (nasal spine) ในด้านเพดานปากทั้งบริเวณ

ตรงกลางและด้านข้างของเพดาน ปุ่มขากรรไกรบนด้านหลัง (maxillary tuberosity) และในส่วนของกระดูกขาฟันที่อยู่ระหว่างรากฟันทั้งด้านใกล้แก้มและใกล้เพดานปาก ตำแหน่งที่สามารถปักหมุดเกลียวในขากรรไกรล่างได้คือ บริเวณแนวประสานคาง (symphysis) กระดูกขาฟันที่อยู่ระหว่างรากฟันและบริเวณเนื้อนุ่มท้ายฟันกรามล่าง (retromolar area)^{8, 11}

จากการศึกษาถึงตำแหน่งที่มีความปลอดภัยในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กพบว่า ในขากรรไกรบน ตำแหน่งที่มีช่องว่างระหว่างรากฟันใหญ่ที่สุดคือ บริเวณระหว่างรากฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามซี่ที่หนึ่ง¹¹ บริเวณปุ่มกระดูกขากรรไกรบน (tuberosity) พบว่าปริมาณกระดูกไม่เพียงพอและอาจไม่เหมาะสมในการปักหมุดเกลียว²⁸ ส่วนขากรรไกรล่าง ตำแหน่งที่มีความปลอดภัยคือในบริเวณระหว่างรากฟันกรามซี่ที่หนึ่งและสองหรือระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและสองซึ่งมีขนาดช่องว่างระหว่างรากฟันเพียงพอ¹¹

สำหรับทางด้านเพดานปาก พบว่ามีความปลอดภัยในการใช้หมุดเกลียวที่มีความยาว 4-6 มม. ที่บริเวณเพดานส่วนกลาง และหมุดเกลียวที่มีความยาว 6-9 มม. สำหรับเพดานด้านหลังต่อรูหลังฟันตัด⁸

(2) แนวการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก

แนวการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กควรตั้งฉากกับพื้นผิวกระดูกในบริเวณที่ปัก ซึ่งในการใช้งานจริงทางคลินิกพบว่าเป็นไปได้ยาก Melsen แนะนำให้ปักหมุดเกลียวในขากรรไกรบนโดยเอียงหมุดเกลียวขนาดเล็กไปสู่รากฟัน สำหรับขากรรไกรล่างแนะนำให้ปักหมุดเกลียวในแนวเดียวกับรากฟัน¹⁵ Kyung และคณะ แนะนำให้ปักหมุดเกลียวขนาดเล็กเอียงประมาณ 30-40 องศากับรากฟันในขากรรไกรบน และ เอียง 10-20 องศาในขากรรไกรล่าง¹³

(3) การให้แรงภายหลังการปัก

จากหลายการศึกษาพบว่า สามารถให้แรงได้ทันทีภายหลังจากการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กในช่องปาก ซึ่งพบว่าการให้แรงทันทีภายหลังการปักไม่มีผลข้างเคียงใดๆ^{9, 15, 20} อย่างไรก็ตามแรงที่ใช้ควรเป็นแรงขนาดเบา จากการศึกษาของ Dalstra และคณะ พบว่าขนาดแรงที่ใช้ควรมีขนาดไม่เกิน 50 กรัม ในหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม.²⁹

การปักและนำหมุดเกลียวขนาดเล็กออก (miniscrew insertion and removal)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ หมุดเกลียวขนาดเล็ก ตัวไขนำหมุดเกลียว (screw

driver) และอุปกรณ์เจาะนำ (drill bit) การปักหมุดเกลียวขนาดเล็กมี 2 วิธีคือ หมุดเกลียวขนาดเล็กแบบเจาะเอง (self-drilling miniscrew) คือการปักที่ไม่ต้องการการเจาะนำ ซึ่งจะทำให้การปักหมุดเกลียวโดยไขเข้าผ่านเนื้อเยื่อเหงือกและกระดูกโดยตรง วิธีนี้ใช้กรณีที่กระดูกทึบหนาไม่เกิน 2 มม. เช่น บริเวณรากฟันกรามบน สำหรับวิธีที่ 2 คือ หมุดเกลียวขนาดเล็กแบบตัดเกลียวเอง (self-tapping miniscrew) การปักหมุดเกลียวโดยมีการเจาะรูนำ โดยจะเจาะผ่านกระดูกทึบ เพื่อลดแรงต้านทานของกระดูกในระหว่างการปัก วิธีนี้จะใช้ในกรณีที่ปักหมุดเกลียวในบริเวณที่มีความหนาของกระดูกทึบมากกว่า 2 มม. เช่น บริเวณฟันหลังล่าง หรือบริเวณเนื้อนุ่มท้ายฟันกรามล่าง⁷

การนำหมุดเกลียวขนาดเล็กออกจากช่องปาก โดยสามารถนำออกได้ภายใต้การใส่ยาชาเฉพาะที่^{12, 15} การใส่ยาชาเฉพาะที่แบบป้ายหรือแบบฉีดช่วยในการระงับปวดบริเวณเนื้อเยื่ออ่อนที่คลุมอยู่บนหมุดเกลียวขนาดเล็ก หากพบว่าไม่สามารถรื้อออกได้ในความพยายามครั้งแรก มีคำแนะนำให้รอหลังจากพยายามรื้อครั้งแรกประมาณ 3-7 วัน¹⁵ ให้ทำการนัดผู้ป่วยมาเพื่อรื้อใหม่อีกครั้ง โดยพบว่าภายหลังการรื้อครั้งแรก รอยร้าวขนาดเล็กที่เกิดขึ้นและกระบวนการซ่อมสร้างกระดูกจะทำให้การยึดอยู่ของหมุดเกลียวกับกระดูกน้อยลงทำให้การรื้อใหม่นำหมุดเกลียวออกได้ง่ายขึ้น

ภาวะไม่พึงประสงค์จากการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็ก (complications from the application of miniscrew)

ภาวะไม่พึงประสงค์ที่พบได้ในการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กมีหลายประการ ได้แก่ การอักเสบและติดเชื้อของเนื้อเยื่อหมุดเกลียวไปทำอันตรายต่ออวัยวะข้างเคียง การหลุดของหมุดเกลียวหรือหมุดเกลียวหัก¹

การอักเสบและติดเชื้อของเนื้อเยื่อบริเวณโดยรอบหมุดเกลียวขนาดเล็ก พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการอักเสบของเนื้อเยื่อคือตำแหน่งในการปัก³⁰ ตำแหน่งที่ถูกแนะนำในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กคือ บริเวณที่มีเนื้อเยื่อที่มีเคอราติน (keratinized tissue) หากไม่ได้ปักหมุดเกลียวขนาดเล็กในตำแหน่งดังกล่าว อาจมีเนื้อเยื่ออ่อนมาปกคลุมบริเวณหัวของหมุดเกลียวขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ และมีการอักเสบเกิดขึ้น ตำแหน่งที่ควรหลีกเลี่ยงในการปักคือ บริเวณเนื้อยึด (frenum) และกล้ามเนื้อต่างๆ^{22, 29} นอกจากนี้หากปักหมุดเกลียวในตำแหน่งระหว่างรากฟัน ควรมีกระดูกล้อมรอบและไม่ทำอันตรายต่อรากฟันข้างเคียง

ปัญหาหมุดเกลียวขนาดเล็กไปทำอันตรายต่ออวัยวะข้างเคียง^{12, 15, 16, 21} อาทิ รากฟัน เอ็นยึดปริทันต์ เส้นประสาท

หรือหลุดเลือด อาการที่พบคือ ผู้ป่วยมีอาการปวด รวมถึงเสียวฟันจากการกระตุ้นด้วยความร้อนหรือเย็น¹⁵ คำแนะนำเมื่อเกิดอาการดังกล่าว คือให้รีดนมหรือดูดนมออก^{15,16} การลดผลข้างเคียงทำได้โดยเลือกตำแหน่งในการปิดหมุดเกลียวที่เหมาะสมและมีการตรวจสอบตำแหน่งการปิดหมุดเกลียวด้วยภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (periapical film) โดยถ่ายภาพรังสีอุปรกรณ์นำแนว (jig) ก่อนการปิด และภายหลังการปิดเสร็จสิ้นเพื่อตรวจสอบหมุดเกลียวว่ามีความปลอดภัยต่ออวัยวะข้างเคียง

การหลุดของหมุดเกลียว ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการคงอยู่ของหมุดเกลียวคือ ความหนาของกระดูกทึบ¹⁵ นอกจากนี้ปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการยึดอยู่ของหมุดเกลียวคือการอักเสบของเนื้อเยื่อโดยรอบ และกระบวนการปิดที่ไม่เหมาะสม จากการศึกษาของ Miyawaki และคณะ พบว่า ในผู้ป่วยที่มีแนวระนาบการเอียงของขากรรไกรล่างสูง จะมีความเสี่ยงต่อการหลุดของหมุดเกลียวมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณกระดูกที่รองรับการยึดเกาะของหมุดเกลียวขนาดเล็กไม่เพียงพอ³⁰

การหักของหมุดเกลียวขนาดเล็ก ตำแหน่งที่พบว่ามีกระดูกบดคือบริเวณคอของหมุดเกลียว³¹ สาเหตุมาจากการเลือกใช้หมุดเกลียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินกว่า 1.2 มม.¹⁴ มีการเปลี่ยนแนวการปิดหมุดเกลียว หรือไม่ได้ทำการเจาะรูเบื้องต้นก่อนการปิดหมุดเกลียวในบริเวณที่มีกระดูกทึบหนา เช่น บริเวณฟันกรามล่าง หรือเนื้อนุ่มท้ายฟันกรามล่าง¹⁵ คำแนะนำในการลดความเสี่ยงดังกล่าวคือ การเลือกใช้หมุดเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม.ขึ้นไป¹⁵ ในระหว่างการปิดควรปิดซ้ำๆ เพื่อลดความร้อนจากการเคลื่อนของเกลียว ไม่ควรเปลี่ยนแนวการปิดทันทีซึ่งจะช่วยลดการหักของหมุดเกลียวได้^{15, 16}

บทสรุป

มีข้อพิจารณาหลายประการในการนำหมุดเกลียวขนาดเล็กมาใช้ตามที่ได้นำไปข้างต้น ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับหมุดเกลียวขนาดเล็ก อาทิเช่น ลักษณะส่วนหัวที่จะนำมาใช้ ขนาดและความยาวที่เหมาะสมในการปิดในแต่ละตำแหน่งของขากรรไกรระบบหมุดเกลียวขนาดเล็ก ปัจจัยเกี่ยวกับตำแหน่งที่ปิดซึ่งได้แก่ตำแหน่งที่ปิด ความหนาของกระดูกทึบ ระยะระหว่างรากฟัน และปริมาณเนื้อเยื่อยึดรองรับต่อการปิดหมุดเกลียว ซึ่งมีผลต่อการคงอยู่และความสำเร็จในการใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็ก

เทคนิคในการปิดหมุดเกลียวขนาดเล็กมีความสำคัญต่อการคงอยู่ของหมุดเกลียว ซึ่งจากรายงานกล่าวถึงแนวการปิดที่เหมาะสมในขากรรไกรบนและล่างที่มีความเอียงต่อพื้นผิว

กระดูกที่แตกต่างกัน การปิดในบริเวณที่มีกระดูกทึบหนา เช่น บริเวณด้านใกล้แก้มของฟันกรามล่างซี่ที่สอง ควรมีการกรอปากนำเพื่อช่วยให้การปิดหมุดเกลียวสามารถเข้าไปในกระดูกได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ปิดไม่ควรเปลี่ยนทิศทางหรือแนวในการปิดมากเกินไป ทำให้เสี่ยงต่อการหักหรือหมุดเกลียวหลุดจากกระดูก

ความปลอดภัยต่ออวัยวะรอบๆ หมุดเกลียวเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการใช้หมุดเกลียว ฉะนั้นในการปิดหมุดเกลียวต้องมีการตรวจสอบด้วยภาพรังสีรอบปลายรากฟันทุกครั้ง เพื่อให้หมุดเกลียวไม่กระทบอวัยวะที่สำคัญ เช่น รากฟัน เส้นประสาท ตลอดจนมีกระดูกรองรับโดยรอบที่เพียงพอ

ปัจจุบันมีรายงานการใช้หมุดเกลียวขนาดเล็กเพื่อช่วยในการเคลื่อนฟันได้หลากหลาย และประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันอื่นๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนฟันที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนฟันได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกัน การใช้งานหมุดเกลียวขนาดเล็กยังต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ทั้งการใช้นาฬที่ที่เหมาะสม มีแนวแรงที่ดีตามแผนการเคลื่อนฟัน ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ของทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และควรใช้ในกรณีที่มีความจำเป็นเพื่อลดความเสี่ยงต่างๆ ต่อผู้ป่วยตามที่ได้นำมาพิจารณาไว้ รวมถึงไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

เอกสารอ้างอิง

- Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(5):e6-e15.
- Daskalogiannakis J, Ammann A. Glossary of orthodontic terms: Quintessence Books Chicago; 2000.
- Turley P, Kean C, Schur J, et al. Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *Angle Orthod* 1988;58(2):151-62.
- Angle EH. The latest and best in orthodontic mechanism. *Dent Cosmos* 1928;70:1143-58.
- Weinstein S, Haack DC, Morris LY, Snyder BB, Attaway HE. On an equilibrium theory of tooth position. *Angle Orthod* 1963;33(1):1-26.
- Melsen B, Garbo D. Treating the "Impossible case" with the use of the aarhus anchorage system. *Angle Orthod* 2004;1:13-20.
- Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift. Paper presented at: *Semin Orthod*, 2005.
- Melsen B. Mini-implants: where are we? *J Clin Orthod* 2005;39(9):539.
- Labanauskaite B, Jankauskas G, Vasiliasauskas A, Haffar N. Implants for orthodontic anchorage. Meta-analysis. *Stomatologija* 2005;7(4):128-32.
- Jasoria G, Shamim W, Rathore S, et al. Miniscrew implants as temporary anchorage devices in orthodontics: a comprehensive review. *J Contemp Dent Pract* 2013;14(5):993-99.
- Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *J Clin Orthod* 2005;39(1):9-24.
- Herman R, Cope JB. Miniscrew implants: IMTEC mini ortho implants. Paper presented at: *Semin Orthod*, 2005.
- Kyung H-M. Overview development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37:321-28.
- Lim JW, Kim WS, Kim IK, Son CY, Byun HI. Three dimensional finite element method for stress distribution on the length and diameter of orthodontic miniscrew and cortical bone thickness. *Kor J Orthod* 2003;33(1):11-20.
- Melsen B, Verna C. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. Paper presented at: *Semin Orthod*, 2005.
- Gray JB, Smith R. Transitional implants for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 2000;34(11):659.
- Lin J, Liou E. A new bone screw for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37(12):676-81.
- Costa A, Pasta G, Bergamaschi G. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. Paper presented at: *Semin Orthod*, 2005.
- Creekmore TD. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 1983;17:266-69.
- Ohnishi H, Yagi T, Yasuda Y, Takada K. A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case. *Angle Orthod* 2005;75(3):444-52.
- Park H-S, Bae S-M, Kyung H-M, Sung J-H. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod* 2001;35(7):417.
- Park H-S, Kwon O-W, Sung J-H. Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. *J Clin Orthod* 2004;38:297-302.
- Park H-S, Kyung H-M, Sung J-H. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2002;36(10):592-96.
- Bae S, Kyung H. Mandibular molar intrusion with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod* 2006;40(2):107.
- Chung K, Kim S-H, Kook Y. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *Angle Orthod* 2005;75(1):119-28.
- Giancotti A, Greco M, Mampieri G, Arcuri C. The use of titanium miniscrews for molar protraction in extraction treatment. *Prog Orthod* 2004;5(2):236-47.
- Kuroda S, Katayama A, Takano-Yamamoto T. Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod* 2004;74(4):558-67.
- Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76(2):191-97.
- Dalstra M, Cattaneo P, Melsen B. Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Angle Orthod* 2004;1:53-62.
- Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(4):373-78.
- Park Y-C, Lee S-Y, Kim D-H, Jee S-H. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123(6):690-94.



NEW! **DAMON™ CLEAR2** Variable Torques*

Clear Performance. More Control.



Clear Performance

Offering the same crystal clear performance with more control, Damon™ Clear2 allows you to treat a wide variety of cases with outstanding results so your practice and your patients can put their best face forward.

Fast and Easy
Wire Changes



- **100% CLEAR BRACKET BODY AND SLIDE**
for the supreme aesthetics patients demand
- **SELF-LIGATING BRACKET DESIGN**
eliminates the need for elastomerics which stain and collect bacteria
- **FOUR SOLID WALLS**
with improved precision slot for 2x the rotational control** for meticulous finishing and efficient treatment
- **INNOVATIVE SPINTEK™ SLIDE**
for easy and comfortable wire changes
- **PATENTED LASER-ETCHED PAD**
for optimal bond strength and reliability



นำเข้าและจัดจำหน่ายโดย
บริษัท แอคคอร์ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด
33/2-8 ซ.รองเมือง 4 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 0 2119 4900 แฟกซ์: 0 2216 3235
www.accorddental.com

