

แนวทางการปักทำมุมของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กบริเวณกระดูกเบ้าฟัน: ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

ศรินทร์ อรัณยวงศกร

สรินภรณ์ ไตรรัตน์

นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บุญศิรา ชูสุทธิ

เอดเวิร์ดได้ ยูโก ชูสุทธิ

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร.เอดเวิร์ดได้ ยูโก ชูสุทธิ

ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำเภอเมือง เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 053-944465

โทรสาร: 053-222844

อีเมล: yugo@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นหลักยึดในทางทันตกรรมจัดฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น วัตถุประสงค์ของการทบทวนวรรณกรรมแบบเป็นระบบในครั้งนี้จัดทำเพื่อประเมินรูปแบบการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กในบริเวณกระดูกเบ้าฟัน โดยการศึกษาครั้งนี้รวบรวมบทวิทยากรและรายงานผู้ป่วยจากข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทางสกอปัสและพับเมด ในเบื้องต้นข้อมูลได้รับการคัดเลือกโดยการอ่านบทคัดย่อและพิจารณาตามข้อกำหนดที่เลือกไว้ได้ 121 การศึกษาพบ 87 การศึกษาตรงตามข้อกำหนดและมี 76 การศึกษากล่าวถึงการปักบริเวณกระดูกเบ้าฟัน บทวิทยากรและรายงานผู้ป่วยถูกจำแนกตามวิทยาสาร ปีที่พิมพ์ ตำแหน่งที่ปักและมุมการปัก ในรูปแบบการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กมีการแนะนำมุมการปักเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 31.6) จากรูปแบบการปักดังกล่าว แสดงเหตุผลการปักเพื่อป้องกันการทำอันตรายต่อรากฟัน (ร้อยละ 54.2) เพื่อเพิ่มการสัมผัสกระดูกทึบ (ร้อยละ 25.0) และเพื่อทั้งสองเหตุผลรวมกัน (ร้อยละ 16.7) ดังนั้นมุมการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กที่แนะนำมากที่สุดบริเวณกระดูกเบ้าฟันคือ 30 ถึง 40 องศาในขากรรไกรบน และ 10 ถึง 20 องศาในขากรรไกรล่าง แต่อย่างไรก็ตาม บทวิทยากรและรายงานผู้ป่วยดังกล่าวไม่มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นผลทางชีวกลศาสตร์ของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กที่ปักในกระดูก ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของมุมการปักต่อกลไกทางชีวภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บทนำ

ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา กระดูกถูกใช้เป็นหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียหลักยึดโดยไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยในการรักษา^{1,2} รากเทียม (dental implant) ที่ปักบริเวณสันเหงือกว่างในขากรรไกรบนและล่างถูกนำมาใช้เป็นที่แรกเพื่อเป็นหลักยึดกระดูก (skeletal anchorage)^{1,2} อย่างไรก็ตาม รากเทียมยังคงมีข้อจำกัดในการใช้งานและค่าใช้จ่ายสูง^{3,4} ปัจจุบันนี้ วัสดุฝังรุ่นใหม่ถูกออกแบบเป็นพิเศษให้มีขนาดเล็กลงเพื่อใช้เป็นหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันเรียกกันว่า “หลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก (miniscrew implant)”^{3,5-10} ด้วยขนาดที่เล็กลงทำให้สามารถปักระหว่างรากฟันในบริเวณกระดูกเบ้าฟัน (dentoalveolar bone) ได้ รวมทั้งยังมีราคาถูกลง ดังนั้นหลักยึด

หมุดเกลียวขนาดเล็กจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่ามาใช้เป็นหลักยึดกระดูก^{5-7,9,11-13} การนำหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กมาใช้เป็นหลักยึดทางทันตกรรมจัดฟันแพร่หลายมากขึ้น ดังพบว่ามีการศึกษา บทวิทยากร รายงานผู้ป่วย บทความปริทัศน์ ทั้งการศึกษานในคลินิกและในสัตว์ทดลองมีจำนวนเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน¹⁴⁻¹⁷ การศึกษาดังกล่าวอธิบายถึงการใช้งานในทางคลินิก รวมทั้งวิธีการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กไว้^{9,11,12,18,19}

ถึงแม้ว่าหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กมีประโยชน์นำมาใช้งานได้ แต่ยังคงพบภาวะแทรกซ้อนและความล้มเหลวจากการใช้งานได้เช่นกัน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความล้มเหลวของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก เช่น การขาดเสถียรภาพเบื้องต้น (primary stability)²⁰ ความหนาแน่นของกระดูก (bone density) ไม่ดี²⁰ การอักเสบของเนื้อเยื่อรอบ ๆ หลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก¹⁹ การขาดเหงือกยึด (attached gingiva)⁹ ชนิดและขนาดของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก^{21,22} เทคนิคการปัก²³ ตำแหน่งปัก²⁴ ขนาดแรงที่ให้มากเกินไป²² ความใกล้ชิดของรากฟัน (root proximity)²⁵⁻²⁹ การขาดเสถียรภาพเบื้องต้นเป็นปัจจัยที่พบได้บ่อยที่สุดในการใช้หลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก²⁰ สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก เช่น เสี่ยงต่อการทำอันตรายอวัยวะสำคัญ เช่น รากฟันหรือท่อโพรงอากาศขากรรไกรบน (maxillary sinus)^{18,19,30} เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ การกำหนดแนวทางการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กช่วยให้ปักหมุดได้อย่างปลอดภัยและสามารถทำนายตำแหน่งการปักบริเวณกระดูกเข้าฟันได้ ดังนั้นจึงมีหลายการศึกษาแนะนำให้ปักหมุดเกลียวขนาดเล็กเอียงทำมุมเพื่อลดความเสี่ยงที่มีต่ออวัยวะสำคัญ เช่น รากฟัน และเพื่อเพิ่มการยึดทางกลศาสตร์^{6,12,19,28,29,31-48} อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อสรุปถึงมุมการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กที่เหมาะสมรวมถึงผลของมุมการปักต่อการยึดทางกลศาสตร์ของหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็ก

วัตถุประสงค์ของการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในครั้งนี้จัดทำเพื่อประเมินแนวทางการปักหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กในบริเวณกระดูกเข้าฟัน

วัตถุประสงค์และวิธีการ

ยุทธวิธีค้นหา

ค้นหาบทความจากฐานข้อมูลออนไลน์ที่ได้รับการยอมรับในสาขาการแพทย์และทันตแพทย์ ได้แก่ พับเมด

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>) และสกอปัส (<http://www.scopus.com>) ตั้งแต่เริ่มมีข้อมูลที่ค้นได้จนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2549 โดยใช้คำหลักในการค้นหา คือ “skeletal anchorage” “miniscrew implant” “mini-implant” “micro-screw” “micro-implant” “orthodontic” และ “temporary anchorage devices” หลังจากนั้นนำบทความที่ได้พิจารณาตามเกณฑ์คัดกรอง

เกณฑ์การคัดกรอง

เกณฑ์ยอมรับบทความพิจารณาโดยการวิจัยแบบการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุมอย่างสุ่ม (randomized controlled trials) การศึกษาไปข้างหน้า (prospective study) และการศึกษาย้อนหลัง (retrospective study) รายงานผู้ป่วย บทความที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ บทความซึ่งอธิบายถึงขั้นตอนศัลยกรรมและแนวทางการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก เกณฑ์แยกออก (exclusion criteria) คือ บทความปริทัศน์จดหมายถึงบรรณาธิการ การศึกษาในสัตว์ทดลอง การศึกษาภายนอกกาย (*in vitro*) บทความที่เขียนเป็นภาษาอื่น ๆ บทความที่มีเฉพาะบทคัดย่อ บทความที่อธิบายถึงรากเทียม รากเทียมเพดาน (palatal implant) ออนแพลนต์ (onplants) และมินิเพลทกับสกรู (miniplate with screw)

บทคัดย่อและบทสรุปถูกประเมิน และแยกตามเกณฑ์การคัดกรองทั้งเกณฑ์ยอมรับและเกณฑ์แยกออก บทความที่ได้รับคัดเลือกถูกอ่านโดยผู้วิจัยอย่างสมบูรณ์และถูกคัดกรองสุดท้ายเหลือเฉพาะบทความที่หมุดเกลียวปักบริเวณกระดูกเข้าฟันเท่านั้น หลังจากนั้นนำข้อมูลมาแยกเป็นหมวดหมู่ และเปรียบเทียบกัน สำหรับการวิเคราะห์ตำแหน่งที่นิยมปักใช้ข้อมูลจำนวนหมุดทั้งหมดจากบทความที่ถูกคัดเลือก นำมาคำนวณและกระจายตามตำแหน่งที่ปัก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

บทความที่ได้รับคัดเลือกถูกนำมาแยกและเก็บข้อมูลเป็นหมวดหมู่ดังนี้ ชื่อผู้แต่ง ปีที่พิมพ์ ชื่อวารสาร การออกแบบการศึกษา ชนิดของหมุดเกลียวขนาดเล็ก แนวทางการปัก มุมการปัก ตำแหน่งที่ปัก การประเมินคุณภาพของกระดูก การประเมินคุณภาพของเนื้อเยื่ออ่อนในตำแหน่งที่ปัก (เหงือกยึด หรือเยื่อเมือกหุ้มกระดูกเข้าฟัน (alveolar mucosa)) การประเมินข้อจำกัดเกี่ยวกับอวัยวะข้างเคียง เช่น พื้นที่ระหว่างรากฟัน การใช้เครื่องมือควบคุมทิศทางการปัก (surgical guide) แผ่นแบบ (template) หรือชิ้นปิด (stent) การประเมินกระดูกเข้าฟัน การประเมินกระดูก

ระหว่างรากฟัน ภาวะแทรกซ้อน อัตราการอยู่รอด เสถียรภาพ เบื้องต้น หลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และอธิบายในรูปแบบเปอร์เซ็นต์

ผล

จากการค้นหาได้รับบทความทั้งสิ้น 121 บทความ นำมาคัดกรองตามเกณฑ์ยอมรับและเกณฑ์แยกออกพบว่า 34 บทความถูกแยกออกเนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็กและเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการทดลอง ดังนั้นพบ 87 บทความอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ บทความที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับถูกนำมาวิเคราะห์และจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มตามการออกแบบการศึกษา คือ รายงานผู้ป่วย (n = 59, 67.8%) และบทวิทยากร (n = 28, 32.2%)

นับจำนวนหมุดเกลียวขนาดเล็กที่พบในบทความทั้งสิ้น 1,336 ตัว พบตำแหน่งต่าง ๆ ที่นิยมปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็ก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตำแหน่งปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็กบริเวณกระดูกขาขึ้น

บทความที่ถูกคัดกรองสุดท้ายเหลือเฉพาะบทความที่หมุดเกลียวปลูกบริเวณกระดูกขาขึ้นจำนวน 76 บทความ นับจำนวนหมุดเกลียวที่พบในบทความทั้งสิ้น 1,046 ตัว เป็นหมุดที่ปลูกในขากรรไกรบน (n = 754, 72.1%) มากกว่าในขากรรไกรล่าง (n = 292, 27.9%) (รูปที่ 1) มีเพียง 5 บทความกล่าวถึงตำแหน่งที่

ปลอดภัยในการปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็ก^{25,26,28,29,47} (n = 5, 6.6%) บทความเหล่านี้สรุปว่าตำแหน่งที่ปลอดภัยในการปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็กบริเวณกระดูกขาขึ้นในขากรรไกรบน คือ บริเวณระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามแท้ซี่แรก รองลงมาคือ ระหว่างฟันหน้าตัดซี่ข้างและฟันเขี้ยว สำหรับตำแหน่งที่ปลอดภัยในการปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็กบริเวณกระดูกขาขึ้นในขากรรไกรล่าง คือ บริเวณระหว่างฟันกรามแท้ซี่แรกและซี่ที่สอง รองลงมาคือ ระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามแท้ซี่แรก และบริเวณระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง (ตารางที่ 2) ซึ่งการศึกษาเหล่านี้ประเมินตำแหน่งที่ปลอดภัยโดยใช้ ภาพรังสีส่วนตัดเชิงปริมาตร (volumetric tomography)^{29,47} ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์แบบสามมิติ (three-dimensional CT)²⁸ ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์แบบไมโคร (micro CT)²⁵ และภาพรังสีพานอรามิก (panoramic radiography)²⁶

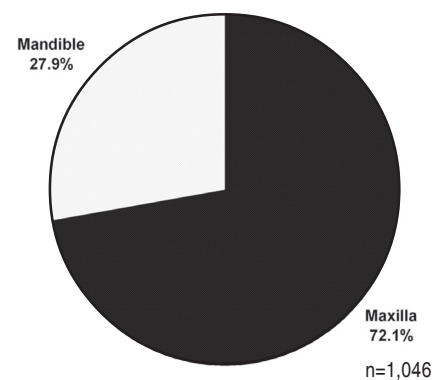
วิธีการปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็ก

จาก 76 บทความ พบ 20 บทความที่กล่าวถึงเครื่องมือควบคุมทิศทางการปลูกหมุดในบริเวณกระดูกขาขึ้น (26.3%) เครื่องมือเหล่านี้แบ่งได้เป็นเครื่องมือควบคุมทิศทางการปัก 2 มิติและ 3 มิติ (ตารางที่ 3) พบ 27 บทความที่แนะนำการใช้ภาพรังสีเพื่อประเมินความถูกต้องของตำแหน่งปลูกหมุด โดยภาพรังสีที่แนะนำ คือ ภาพรังสีปลายราก (periapical film) ร้อยละ 66.7 (n = 18) รองลงมา ภาพรังสีพานอรามิก (panoramic radiograph) ร้อยละ

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่นิยมปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็ก

Table 1 Preferred sites of miniscrew implant

Miniscrew implant site	Number of screw	%
Dentoalveolar bone	1,046	78.3
Retromolar area	52	3.9
Palatal bone	41	3.1
Other (zygomatic crest, maxillary tuberosity)	20	1.5
Not specified	177	13.2



รูปที่ 1

Fig. 1

แผนภูมิเปรียบเทียบตำแหน่งปลูกหมุดเกลียวขนาดเล็ก
Distribution of miniscrew implant sites

14.8 (n = 4) ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (CT scan) ร้อยละ 11.1 (n = 3), ภาพรังสีด้านสบฟัน (occlusal film) ร้อยละ 3.7 (n = 1) และภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometric radiograph) ร้อยละ 3.7 (n=1) (รูปที่ 2)

มุมการปักของหมุดเกลียวขนาดเล็ก

จาก 76 บทความ พบ 24 บทความ (31.6%) กล่าวถึงมุมการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กในบริเวณกระดูกขากรรไกรบน ซึ่งมุมการปักถูกแนะนำแตกต่างกันไปในขากรรไกรบนและล่าง (ตารางที่ 4)

ในบริเวณกระดูกขากรรไกรบนของกระดูกขากรรไกรบน ระนาบอ้างอิงที่แนะนำมากที่สุด คือ แนวแกนฟัน (long axis of the tooth) (n = 15, 62.4%) รองลงมา คือ ระนาบผิวกระดูก (bone surface) (n = 6, 25.0%) แนวทิศทางของแรง (n = 1, 4.2%) ระนาบสบฟัน (occlusal plane) (n = 1, 4.2%) แนวแกนตัวฟัน (long axis of crown) (n = 1, 4.2%) (รูปที่ 3) มุมการปักที่แนะนำมากที่สุดตามแนวแกนฟัน คือ 30-40 องศา (n = 10, 66.5%) รองลงมา คือ 10-20 องศา (n = 1, 6.7%) 10-45 องศา (n = 1, 6.7%) 30 องศา (n = 1, 6.7%) 45 องศา (n = 1, 6.7%) 50-70 องศา (n=1, 6.7%)

(รูปที่ 4) สำหรับมุมการปักที่แนะนำมากที่สุดตามแนวผิวกระดูก คือ 30-40 องศา (n = 4, 66.6%) 30-45 องศา (n = 1, 16.7%) และ 60 องศา (n = 1, 16.7%) (รูปที่ 5)

พบ 16 บทความแนะนำมุมการปักในบริเวณกระดูกขากรรไกรล่างของกระดูกขากรรไกรล่าง ระนาบอ้างอิงที่แนะนำมากที่สุดคือ แนวแกนฟัน (n = 12, 75.0%) รองลงมา คือ ระนาบผิวกระดูก (n = 2, 12.5%) และระนาบสบฟัน (n = 1, 6.25%) แนวแกนตัวฟัน (n = 1, 6.25%) (รูปที่ 6) มุมการปักที่แนะนำมากที่สุดตามแนวแกนฟัน คือ 10-20 องศา (n = 6, 50.0%) รองลงมา คือ 30-40 องศา (n = 3, 25.0%) 30 องศา (n = 2, 16.7%) และ 10-45 องศา (n = 1, 8.3%) (รูปที่ 7) สำหรับมุมการปักที่แนะนำมากที่สุดตามแนวผิวกระดูก คือ 10-20 องศา (n = 1, 50.0%) และ 60 องศา (n = 1, 50.0%) (รูปที่ 8) เหตุผลในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กเอียงทำมุมเพื่อช่วยป้องกันอันตรายต่อรากฟัน (n = 13, 54.2%) รองลงมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส (n = 6, 25.0%) ป้องกันอันตรายต่อรากฟันและเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างกระดูกและหมุด (n = 4, 16.7%) และไม่ระบุเฉพาะเจาะจง (n = 1, 4.1%) (รูปที่ 9)

ตารางที่ 2 สรุปบทความที่แสดงถึงตำแหน่งที่ปลอดภัยในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก

Table 2 Summary of article identifying safest areas for miniscrew placement

Preferred Site	Reference
Maxilla	
5/6	Poggio et al. (2006) ²⁹ Deguchi et al. (2006) ²⁸ Ishii et al. (2004) ²⁵ Schnelle et al.(2004) ²⁶
2/3	Carano et al. (2004) ⁴⁷
Mandible	
6/7	Deguchi et al. (2006) ²⁸ Schnelle et al.(2004) ²⁶
5/6	Schnelle et al.(2004) ²⁶
4/5	Poggio et al. (2006) ²⁹

5, second premolar; 6, first molar; 7, second molar

ตารางที่ 3 ชนิดของเครื่องมือควบคุมทิศทางการปัก

Table 3 Types of surgical guides

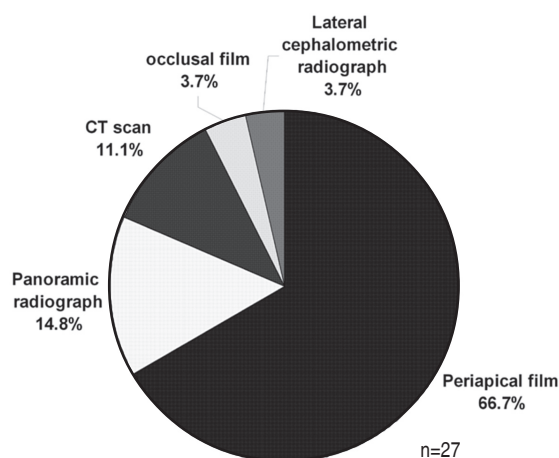
Placement guide	Reference
Brass wire	Lee et al. (2001) ⁴⁸ Park et al. (2004) ⁴³ Thiruvengkatachari et al. (2006) ⁵⁶ Herman and Cope (2005) ¹⁹ Chung et al. (2005) ⁵⁷ Kyung et al. (2003) ¹² Herman et al. (2006) ⁶³
Acrylic surgical index	Maino et al. (2005) ^{46,58} , (2003) ⁹
3D stent	Cousley and Parberry (2006) ³³
Acrylic template	Kyung et al. (2003) ⁵⁹
Ceramic ball with bite plate	Kitai et al. (2002) ⁶⁰
Guide bar	Bae et al. (2002) ⁶¹
Rectangular wire	Carano et al. (2004) ⁴⁷ , (2005) ⁴⁹
3D adjustable surgical guide	Suzuki and Buranastidporn (2005) ³⁸
Titanium sleeve with vacuum foil	Freudenthaler et al. (2001) ⁶²
Surgical template	Wu et al. (2006) ³²
Acrylic resin	Morea et al. (2005) ³⁹

ตารางที่ 4 มุมการปักในขากรรไกรบนและล่าง

Table 4 Angles of insertion in the maxilla and mandible

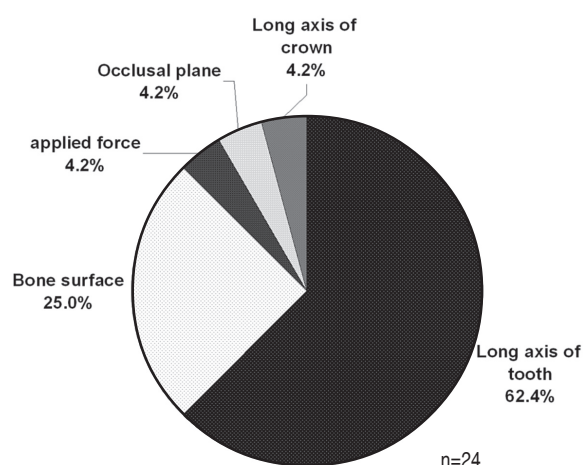
Reference	Maxilla	Mandible	Reason
Kravitz and Kusnoto (2006) ³¹	40-90° (occlusal plane)	30-45° (occlusal plane)	Prevent root damage Increasing contact bone
Wu et al. (2006) ³²	30-40°	10-20°	No comment
Cousley and Parberry (2006) ³³	45°	-	Prevent root damage
Jeon et al. (2006) ³⁴	30-40°	10-20°	Increasing contact bone
Jeon et al. (2006) ³⁵	30-40° (bone surface)	-	Prevent root damage
Poggio et al. (2006) ²⁹	30-40°	30-40°	Increasing bone contact and prevent root damage
Deguchi et al. (2006) ²⁸	30°	30°	Increasing bone contact
Herman et al. (2006) ⁶³	50-70°	-	Increasing bone contact
Park et al. (2006) ³⁶	30-40°	10-20°	Increasing bone contact and prevent root damage
Costa et al. (2006) ³⁷	10-45°	10-45°	Prevent root damage
Suzuki and Buranastidporn (2005) ³⁸	30-40°	30-40°	Increasing bone contact
Morea et al. (2005) ³⁹	30-40°	10-20°	Prevent root damage
Herman and Cope (2005) ¹⁹	10-20°	-	Prevent root damage
Park et al. (2005) ⁴⁰	30-40° (bone surface)	10-20° (bone surface)	Prevent root damage
Park et al. (2005) ⁴¹	30-40° (bone surface)	-	Prevent root damage
Park et al. (2004) ⁴²	30-40° (long axis of crown)	30-40° (long axis of crown)	Prevent root damage
Park et al. (2004) ⁴³	30-40°	10-20°	Increasing bone contact and prevent root damage
Park et al. (2004) ⁴⁴	30-40°	30°	Prevent root damage
Park et al. (2004) ⁴⁵	30-40°	30-40°	Prevent root damage
Maino et al. (2004) ⁴⁶	90° (direction of the applied force)	-	Increasing bone contact
Carano et al. (2004) ⁴⁷	30-45° (bone surface)	-	Prevent sinus damage
Kyung et al. (2003) ¹²	30-40°	10-20°	Increasing bone contact and prevent root damage
Lee et al. (2001) ⁴⁸	30-40° (bone surface)	-	Prevent root damage
Park et al. (2001) ⁶	60° (bone surface)	60° (bone surface)	Prevent root damage

The insertion amgulatons relative to long axis of tooth.



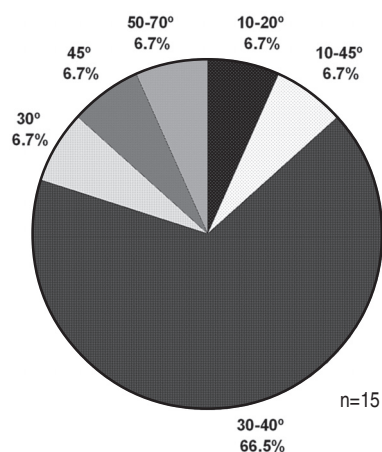
รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการกระจายของภาพรังสีที่ใช้ประเมินหาตำแหน่งที่ถูกต้องในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก

Fig. 2 Distribution of radiographic methods to evaluate accuracy of implant placement



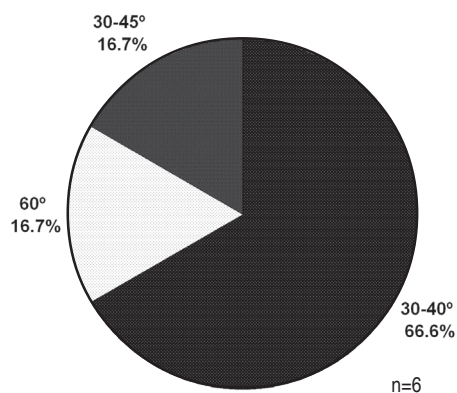
รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงการกระจายของระนาบอ้างอิงในขากรรไกรบน

Fig. 3 Distribution of recommended reference planes in the maxilla



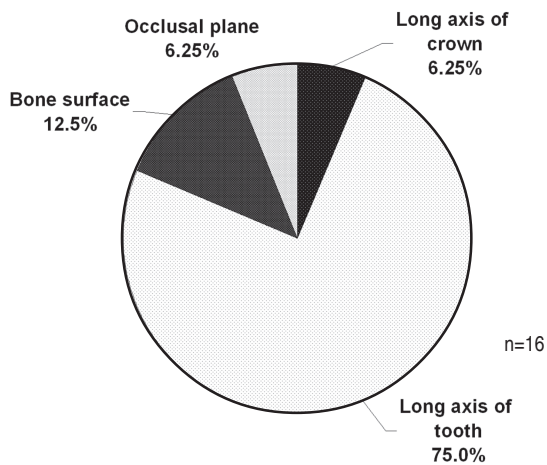
รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงการกระจายของมุมที่ได้รับการแนะนำในการปักเทียบกับระนาบแนวแกนฟันในขากรรไกรบน

Fig. 4 Distribution of recommended angulations relative to long axis of tooth reference plane in the maxilla



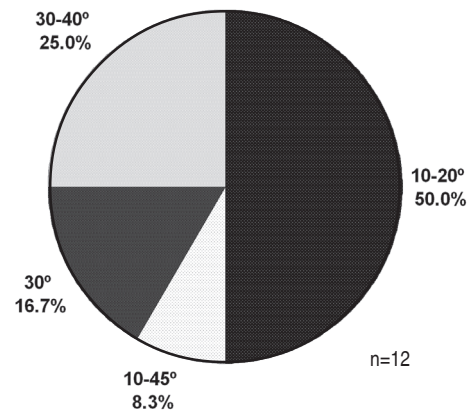
รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงการกระจายของระนาบอ้างอิงในการปักในขากรรไกรล่าง

Fig. 5 Distribution of recommended angulations relative to bone surface reference plane in maxilla



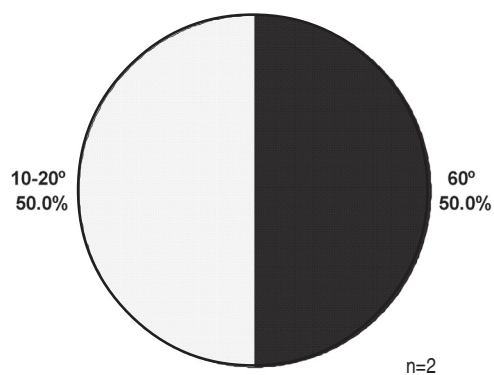
รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงการกระจายของระนาบอ้างอิงในการปักในขา-กรรไกรล่าง

Fig. 6 Distribution of recommended reference planes in the mandible



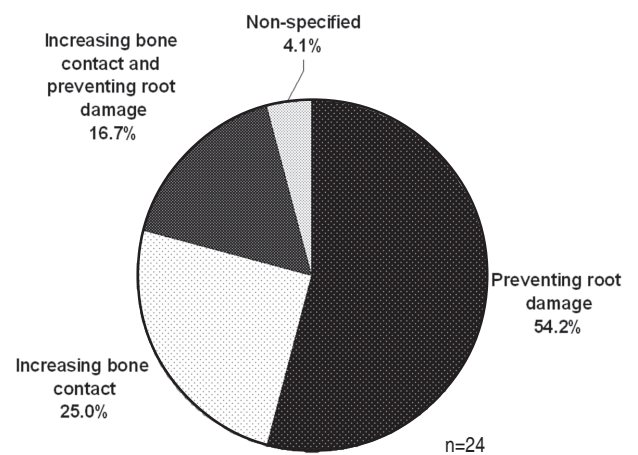
รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงการกระจายของมุมที่ได้รับการแนะนำในการปักเทียบกับแนวแกนฟันในขากรรไกรล่าง

Fig. 7 Distribution of recommended angulations relative to long axis of tooth reference plane in the mandible



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงการกระจายของมุมที่ได้รับการแนะนำในการปักเทียบกับระนาบผิวกระดูกในขากรรไกรล่าง

Fig. 8 Distribution of recommended angulations relative to bone surface reference plane in the mandible



รูปที่ 9 จุดประสงค์ในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กทำมุมเอียง

Fig. 9 Purposes of specific placement angles

บทวิจารณ์

ในปัจจุบัน การนำหลักยึดหมุดเกลียวขนาดเล็กมาใช้เป็นหลักยึดกระดูกในทางทันตกรรมจัดฟันได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างมาก^{14,17,35,50} อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อสรุปเกี่ยวกับมุมการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กที่เหมาะสม การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบครั้งนี้ได้รวบรวมบทความจากฐานข้อมูลออนไลน์ทางการแพทย์และทันตแพทย์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพื่อพิจารณาแนวทางการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กทำมุม ตำแหน่งที่ได้แนะนำสำหรับการปักคือ บริเวณกระดูกเบ้าฟัน ($n = 1,046, 78.3\%$) รองลงมา คือ บริเวณท้ายฟันกรามล่าง ($n = 52, 3.9\%$) กระดูกเพดาน ($n = 41, 3.1\%$) อื่น ๆ (สันกระดูกโหนกแก้ม, ปุ่มขากรรไกรบน) ($n = 20, 1.5\%$) และยิ่งไปกว่านั้นหมุดเกลียวขนาดเล็กถูกปักบริเวณกระดูกเบ้าฟันในขากรรไกรบน ($n = 754, 72.1\%$) มากกว่าในขากรรไกรล่าง ($n = 292, 27.9\%$) ความแตกต่างเหล่านี้สามารถอธิบายได้โดยคุณภาพกระดูกและความหนาของกระดูกที่ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและกระดูกขากรรไกรล่างมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้กระดูกขากรรไกรบนมีความจำเป็นต่อการเพิ่มหลักยึดมากกว่ากระดูกขากรรไกรล่าง^{51,52}

ข้อดีในการเลือกปักบริเวณกระดูกเบ้าฟัน คือ ระบบกลไกการให้แรงง่ายต่อการใช้งาน เช่น การนำด้ายอีลาสโตเมอร์ (elastomeric threads) หรือ สปริงขดลวด (coil springs)⁵³ มาเชื่อมต่อกับหมุดได้ง่ายรวมทั้งขั้นตอนคล้ายกรรมปักหมุดและการถอดออกไม่ยุ่งยาก^{9,11,12,18,19} อย่างไรก็ตาม พบข้อเสียของการเลือกปักบริเวณกระดูกเบ้าฟัน คือ เพิ่มความเสี่ยงต่อการทำอันตรายอวัยวะสำคัญ เช่น การทำอันตรายต่อรากฟันข้างเคียงหรือท่อน้ำลายของขากรรไกรบน^{25,54,55} ดังนั้นการปักบริเวณกระดูกเบ้าฟันจำเป็นต้องทราบปริมาณกระดูกระหว่างรากฟัน^{26,28,29,49} และความใกล้กับโพรงอากาศขากรรไกรบน²⁵ เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุดในการปักหมุดเกลียวขนาดเล็ก มีหลายการศึกษาเสนอให้ใช้เครื่องมือควบคุมทิศทางการปักหมุดและกำหนดมุมการปัก เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับอวัยวะที่สำคัญ การใช้เครื่องมือควบคุมทิศทางการปักหมุดถูกแบ่งเป็น 2 มิติ และ 3 มิติ เครื่องมือควบคุมทิศทาง 2 มิติ รวมไปถึงการใช้ลวดหรือเป็นเครื่องมือควบคุมแบบไอบาร์^{9,12,19,32,39,43,46-49,56-63} เครื่องมือเหล่านี้มีความที่บ่งชี้สามารถเห็นตำแหน่งเครื่องมือในภาพถ่ายภาพรังสีได้ซึ่งทำให้

ต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม เครื่องมือชนิดนี้ไม่ได้ช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อรากฟันในขณะสร้างรูนำทางหรือขณะปักหมุดเนื่องจากไม่สามารถช่วยควบคุมหรือบังคับทิศทางของตำแหน่งสุดท้ายของปลายหมุดและอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดต่อตำแหน่งสุดท้ายของหมุดได้ ดังนั้นเครื่องมือควบคุมทิศทาง 2 มิติไม่ได้สามารถช่วยลดอันตรายที่เกิดขึ้นกับรากฟันได้³⁰ ในทางตรงกันข้าม เครื่องมือควบคุมทิศทาง 3 มิติ เช่น เครื่องมือควบคุมทิศทางการปัก แผ่นแบบ และชิ้นปิดช่วยให้สามารถประเมินตำแหน่งที่ปลอดภัยและปักหมุดได้ในตำแหน่งที่ต้องการในบริเวณกระดูกเบ้าฟัน^{33,38} โดยการใช้ร่วมกับภาพถ่ายรังสีของเครื่องมือควบคุมทิศทางการปักนี้^{33,38} ถึงแม้ว่าเครื่องมือควบคุมทิศทางการปักที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อหวังผลในการช่วยลดความเสี่ยงที่มีอันตรายต่อรากฟันมีเฉพาะเครื่องมือควบคุมทิศทางการปัก 3 มิติเท่านั้นที่ช่วยควบคุมทิศทางการปักของหมุดเกลียวขนาดเล็กได้^{33,38} เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากภาพรังสีปลายรากซึ่งเป็นภาพ 2 มิติไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการในการปักได้^{33,38} จากผลการศึกษา ถึงแม้เครื่องมือควบคุมทิศทางการปักสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการทำอันตรายรากฟันในบริเวณกระดูกเบ้าฟันได้ แต่มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่กล่าวถึงเครื่องมือควบคุมทิศทางการปักนี้ นอกจากนี้ยังได้มีการเสนอแนวทางการปักทำมุมแตกต่างกันเพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการทำอันตรายรากฟัน^{6,12,29,31,33,35-37,39-45,48}

การศึกษาชี้ให้เห็นว่าปริมาณกระดูกระหว่างรากฟันในแนวด้านแก้มด้านลิ้น (buccolingual)^{25,29,47} และแนวใกล้กลางไกลกลาง (mesio-distal)^{25,26,28,29,47} เพิ่มขึ้นจากยอดสันกระดูก (alveolar ridge) ไปตามทิศทางปลายรากฟัน นอกจากนั้นในแนวใกล้กลางไกลกลาง กระดูกระหว่างรากฟันด้านเพดานกว้างกว่าด้านข้างแก้ม^{25,29,47} การปักหมุดเกลียวขนาดเล็กเหนือระดับยอดสันกระดูกในกระดูกขากรรไกรบนจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการทำอันตรายรากฟัน อย่างไรก็ตาม เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการทะลุโพรงอากาศแมกซิลลาได้เช่นกัน จากการศึกษาของ Ishii และคณะ²⁵ และ Poggio และคณะ²⁹ พบว่าโพรงอากาศขากรรไกรบนพบได้ในระดับ 8-11 มิลลิเมตรจากยอดสันกระดูกไปในทิศทางปลายรากฟัน^{25,29} ยิ่งไปกว่านั้นการปักสูงขึ้นไปจากยอดสันเหงือกจะทำให้หมุดอยู่ในบริเวณเยื่อเมือกหุ้มกระดูกเบ้าฟันซึ่งจะมีผลให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบหมุดได้ง่ายและนำไปสู่การโยกของหมุดหรือเกิดความล้มเหลวของหมุดเกลียวขนาดเล็ก

เล็ก^{24,36,62,64,65} จากข้อมูลข้างต้นการปักหมุดเอียงทำมุมทำให้หัวหมุดอยู่ในบริเวณเหงือกยึด ส่วนปลายหมุดอยู่ในตำแหน่งห่างจากรากฟัน ดังนั้นหมุดที่ปักเอียงน่าจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการทำอันตรายอวัยวะที่สำคัญได้

ถึงแม้ว่าบทความส่วนใหญ่แนะนำมุมการปัก 30-40 องศา และ 10-20 องศาสำหรับการปักบริเวณกระดูกเบ้าฟันในขากรรไกรบนและในขากรรไกรล่างตามลำดับ มุมที่ถูกแนะนำดังกล่าวใช้ระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกัน เช่น ระนาบแนวแกนฟัน ระนาบผิวกระดูก เป็นต้น ระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกันนี้ทำให้เกิดมุมการปักที่แตกต่างกันออกไป จึงเห็นได้ว่ายังไม่มีคำตอบชัดเจนเกี่ยวกับมุมการปักของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่แท้จริง

เหตุผลสำหรับการปักหมุดเกลียวขนาดเล็กทำมุมที่ได้กล่าวไว้ คือ เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับอวัยวะที่สำคัญและช่วยเพิ่มการยึดทางกลศาสตร์ มุมการปักที่แคบลงทำให้ผิวสัมผัสระหว่างหมุดและกระดูกที่บ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ²⁸ และการเพิ่มผิวสัมผัสระหว่างหมุดและกระดูกจะทำให้เพิ่มเสถียรภาพเบื้องต้น^{12,28,31,34,36,38,43,46,63} ตามทฤษฎีแล้วการปักหมุดทำมุมเอียงเป็นการเพิ่มผิวสัมผัสระหว่างหมุดและกระดูกที่บ่ม ดังนั้น น่าจะทำให้การยึดอยู่ของหมุดดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ยังขาดการศึกษาที่สนับสนุนสมมุติฐานดังกล่าว

จากการทบทวนวรรณกรรม มีเพียงการศึกษาของ Deguchi และคณะ²⁸ เท่านั้นที่ประเมินความหนาของกระดูกที่บ่มตามแนวมุมเอียงต่าง ๆ ในการปักหมุด จากการศึกษาพบว่ามุมการปักที่แคบลง ทำให้ผิวสัมผัสระหว่างหมุดและกระดูกที่บ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีการประเมินการยึดทางกลศาสตร์ของหมุดเกลียวขนาดเล็กที่มีการเอียงทำมุมต่าง ๆ จากการทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ พบมีความหลากหลายของมุมการปักและระนาบอ้างอิงที่แนะนำในบริเวณกระดูกเบ้าฟันทั้งในกระดูกขากรรไกรบนและกระดูกขากรรไกรล่าง ซึ่งทำให้ขาดความชัดเจนของขนาดมุมการปักที่แท้จริงหรือวิธีมาตรฐานที่จะปักหมุดให้ได้มุมเอียงที่ต้องการ ยิ่งไปกว่านั้น เครื่องมือควบคุมทิศทางการปักแบบ 3 มิติที่นำมาช่วยกำหนดมุมการปักให้ถูกต้องได้กล่าวไว้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น การผลการทบทวนวรรณกรรมนี้สรุปได้ว่าข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่เพียงพอที่แสดงให้เห็นว่าการปักหมุดเอียงทำมุมจะช่วยปรับปรุงการยึดทางกลศาสตร์ของหมุดให้ดีขึ้นได้อย่างไร ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของมุมการปักต่อการยึดทางกลศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บทสรุป

มุมการปักหลักยึดหมุดเกลียวมีการแนะนำเพียงไว้เล็กน้อยและส่วนใหญ่ปักมุมเอียงเพื่อป้องกันการการทำอันตรายที่เกิดต่อรากฟัน ถึงแม้ว่ามุมที่แนะนำมากที่สุดที่ในบริเวณกระดูกเบ้าฟันทั้งแนวแกนฟันและระนาบผิวกระดูกคือ 30 ถึง 40 องศาในขากรรไกรบนและ 10 ถึง 20 องศาในขากรรไกรล่าง อย่างไรก็ตาม บทวิพากษ์และการรายงานผู้ป่วยดังกล่าวไม่มีข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาแสดงให้เห็นการปรับปรุงการยึดทางกลศาสตร์ ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของมุมการปักต่อการยึดทางกลศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศ.ทพ.ดร.เควิน โอ แคร์วอลล์ ที่ปรึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในการตรวจสอบและแก้ไขภาษาอังกฤษ

เอกสารอ้างอิง

1. Odman J, Lekholm U, Jemt T, Branemark PI, Thilander B. Osseointegrated titanium implants-a new approach in orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1988;10:98-105.
2. Roberts WE, Nelson CL, Goodacre CJ. Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J Clin Orthod* 1994;28:693-704.
3. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13:201-9.
4. Huang LH, Shotwell JL, Wang HL. Dental implants for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:713-22.
5. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997;31:763-7.
6. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod* 2001;35:417-22.
7. Paik CH, Woo YJ, Kim J, Park JU. Use of miniscrews for intermaxillary fixation of lingual-orthodontic surgical patients. *J Clin Orthod* 2002;36:

- 132-6; quiz 145.
8. Park HS, Kyung HM, Sung JH. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2002;36:592-6.
 9. Maino BG, Bednar J, Pagin P, Mura P. The spider screw for skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37:90-7.
 10. Kyung SH, Hong SG, Park YC. Distalization of maxillary molars with a midpalatal miniscrew. *J Clin Orthod* 2003;37:22-6.
 11. Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37:676-81.
 12. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37:321-8; quiz 314.
 13. Chung KR, Kim SH, Kook YA. The C-orthodontic micro-implant. *J Clin Orthod* 2004;38:478-86; quiz 487-8.
 14. Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod* 2007;77:47-56.
 15. Kim TW, Kim H, Lee SJ. Correction of deep overbite and gummy smile by using a mini-implant with a segmented wire in a growing Class II Division 2 patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:676-85.
 16. Huja SS, Rao J, Struckhoff JA, Beck FM, Litsky AS. Biomechanical and histomorphometric analyses of monocortical screws at placement and 6 weeks postinsertion. *J Oral Implantol* 2006;32:110-6.
 17. Mavreas D. Management of a periodontally compromised case using miniscrew anchorage. *J Clin Orthod* 2006;40:725-32.
 18. Melsen B, Verna C. Miniscrew Implants: The Aarhus Anchorage System. *Semin Orthod* 2005;11:24-31.
 19. Herman R, Cope JB. Miniscrew Implants: IMTEC Mini Ortho Implants. *Semin Orthod* 2005;11:32-9.
 20. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop* 2006;67:162-74.
 21. Holmgren EP, Seckinger RJ, Kilgren LM, Mante F. Evaluating parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis-a two-dimensional comparative study examining the effects of implant diameter, implant shape, and load direction. *J Oral Implantol* 1998;24:80-8.
 22. Buchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:473-9.
 23. Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:190-4.
 24. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:100-6.
 25. Ishii T, Nojima K, Nishii Y, Takaki T, Yamaguchi H. Evaluation of the implantation position of mini-screws for orthodontic treatment in the maxillary molar area by a micro CT. *Bull Tokyo Dent Coll* 2004;45:165-72.
 26. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod* 2004;74:832-7.
 27. Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:177-82.
 28. 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 e7-12.
 29. 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.
 30. Melsen B. Mini-implants: Where are we? *J Clin Orthod* 2005;39:539-47.
 31. Kravitz ND, Kusnoto B. Placement of mini-implants with topical anesthetic. *J Clin Orthod* 2006;40:602-4.
 32. Wu JC, Huang JN, Zhao SF, Xu XJ, Xie ZJ. Radiographic and surgical template for placement of orthodontic microimplants in interradicular areas: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:629-34.
 33. Cousley RR, Parberry DJ. Surgical stents for accurate miniscrew insertion. *J Clin Orthod* 2006;40:412-7.
 34. Jeon YJ, Kim YH, Son WS, Hans MG. Correction of a canted occlusal plane with miniscrews in a patient with facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:244-52.

35. Jeon JM, Yu HS, Baik HS, Lee JS. En-masse distalization with miniscrew anchorage in Class II nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 2006;40:472-6.
36. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:18-25.
37. Costa A, Maric M, Danesino P. Comparison between two orthodontic skeletal anchorage devices: osseointegrated implants and miniscrews - Medical-Legal Considerations. *Prog Orthod* 2006;7:24-31.
38. Suzuki EY, Buranastidporn B. An adjustable surgical guide for miniscrew placement. *J Clin Orthod* 2005;39:588-90.
39. Morea C, Dominguez GC, Wuo Ado V, Tortamano A. Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *J Clin Orthod* 2005;39:317-21.
40. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Microscrew implant anchorage sliding mechanics. *World J Orthod* 2005;6:265-74.
41. Park HS, Jang BK, Kyung HM. Maxillary molar intrusion with micro-implant anchorage (MIA). *Aust Orthod J* 2005;21:129-35.
42. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscrew implants. *Angle Orthod* 2004;74:539-49.
43. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Simultaneous incisor retraction and distal molar movement with microimplant anchorage. *World J Orthod* 2004;5:164-71.
44. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Uprighting second molars with micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2004;38:100-3.
45. Park HS, Kwon TG, Kwon OW. Treatment of open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:627-36.
46. Maino BG, Mura P, Bednar J. Miniscrew implants: The spider screw anchorage system. *Semin Orthod* 2005;11:40-6.
47. Carano A, Velo S, Incorvati C, Poggio P. Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone. *Prog Orthod* 2004;5:212-35.
48. Lee JS, Park HS, Kyung HM. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. *J Clin Orthod* 2001;35:643-7.
49. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the Miniscrew Anchorage System. *J Clin Orthod* 2005;39:9-24.
50. Park HS. A miniscrew-assisted transpalatal arch for use in lingual orthodontics. *J Clin Orthod* 2006;40:12-6.
51. Chen YJ, Chen YH, Lin LD, Yao CC. Removal torque of miniscrews used for orthodontic anchorage—a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:283-9.
52. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:109-14.
53. Suzuki EY, Suzuki B. Adjustable traction hooks for anterior torque control with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod* 2007;41:14-9.
54. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:489-97.
55. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:166-74.
56. Thiruvengkatachari B, Pavithranand A, Rajasigamani K, Kyung HM. Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:551-4.
57. Chung K, Kim SH, Kook Y. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *Angle Orthod* 2005;75:119-28.
58. Maino BG, Maino G, Mura P. Spider Screw: skeletal anchorage system. *Prog Orthod* 2005;6:70-81.
59. Kyung SH, Choi JH, Park YC. Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *J Clin Orthod* 2003;37:575-9.
60. Kitai N, Yasuda Y, Takada K. A stent fabricated on a selectively colored stereolithographic model for placement of orthodontic mini-implants. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2002;17:264-6.
61. Bae SM, Park HS, Kyung HM, Kwon OW, Sung JH. Clinical application of micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2002;36:298-302.
62. Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on

- clinical applications. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:358-63.
63. Herman RJ, Currier GF, Miyake A. Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:228-35.
64. Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. *J Orofac Orthop* 2004;65:410-8.
65. 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.
-

Review

Insertion Angulation Protocol for Miniscrew Implant Placement in the Dentoalveolar Area: A Systematic Literature Review

Sirinan Aranyawongsakorn

Sarinporn Torut

Master degree student

Department of Orthodontics

Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Boonsiva Suzuki

Eduardo Yugo Suzuki

Lecturer

Department of Orthodontics

Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Correspondence to:

Dr. Eduardo Yugo Suzuki

Department of Orthodontics

Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Amphur Muang, Chiang Mai 50200

Tel : 053-944465

Fax: 053-222844

Email: yugo@chiangmai.ac.th

Abstract

The use of miniscrew implants as an orthodontic anchorage device has become an accepted method for obtaining absolute anchorage. The purpose of this systematic review was to assess the insertion angulation protocols applied to the placement of miniscrew implants into the dentoalveolar bone. Case reports and original clinical articles which applied miniscrew implants to orthodontic treatment were considered and searched by electronic databases (Scopus, Pubmed). Abstracts were reviewed to select articles that met predetermined criteria. Final selection was completed by the researcher reading the complete articles. The search strategy resulted in 121 articles, of which 87 articles met the inclusion criteria and 76 articles referred to placement of miniscrew implant in the dentoalveolar bone. The articles were categorized according to the type and the year of publication, insertion site and insertion angle. The use of insertion angles for miniscrew implant placement was recommended only by a minority of protocols (31.6%). In these protocols, the use of insertion angles was recommended to prevent root damage (54.2%), to increase the bone contact surface (25.0%), or both to prevent root damage and to increase bone contact (16.7%). The angles most recommended for miniscrew implant placement into the dentoalveolar bone were 30-40° and 10-20° for maxilla and mandible, respectively. However, there were no evidence-based studies evaluating the effects of implant insertion angle on the biomechanical performance of the miniscrew implants in the dentoalveolar bone. Therefore, further studies are necessary to evaluate the effects of insertion angle choice on the biomechanical performance of miniscrew implants.

Key words: anchorage; dentoalveolar bone; insertion angulation; miniscrew implant