



ประมาณการอยู่รอด 10 ปีภายหลังได้รับแรงเป็นวัฏจักร
ของสะพานฟันหลังชนิดกรอฟันน้อยร่วมกับข้อต่อขยับได้

ESTIMATED 10-YEAR SURVIVAL AFTER CYCLIC LOADING OF POSTERIOR MINIMALLY
INVASIVE DENTAL BRIDGES WITH NON-RIGID CONNECTOR

รุจิรา ภัทรทิวานนท์¹ และมรกต เปี่ยมใจ²

¹ นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(n_mookka@hotmail.com)

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Morakot.T@chula.ac.th)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อออกแบบสะพานฟันที่ยึดด้วยวัสดุเรซินชนิดกรอฟันน้อยในฟันหลังรูปแบบใหม่ โดยเปรียบเทียบการอยู่รอดระหว่าง 2 รูปแบบที่แตกต่างกันภายหลังได้รับแรงกระทำแบบเป็นวัฏจักร ใช้ฟันมนุษย์ที่ได้รับการถอนจำนวน 24 ซี่ เป็นฟันกรามน้อย 12 ซี่ และฟันกรามแท้ 12 ซี่ นำฟันกรามน้อยและฟันกรามแท้ อย่างละซี่ยึดเข้ากับอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองเพื่อจำลองการสูญเสียฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง แบ่งบล็อกฟันออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 บล็อก โดยกลุ่มที่ 1 ชิ้นงานเป็นส่วนพักด้านบดเคี้ยวที่มีลักษณะอ่อนเลข กลุ่มที่ 2 ชิ้นงานเป็นส่วนพักในตัวฟันด้านประชิดที่ใช้ข้อต่อขยับได้ ยึดชิ้นงานบนฟันหลักด้วยซูปเปอร์บอนด์ซีเอนด์บี ทดสอบชิ้นตัวอย่างด้วยแรงกดในแนวตรงขนาด 50 - 800 นิวตัน ที่ความถี่ 4 รอบต่อวินาที จำนวน 2,500,000 รอบ ลงบนฟันหลักทั้ง 2 ซี่และฟันเขี้ยว ผลการทดสอบพบว่าชิ้นตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอยู่รอดภายหลังทดสอบด้วยแรงกดแบบเป็นวัฏจักร ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสะพานฟันหลังชนิดกรอฟันน้อยที่ชิ้นงานมีส่วนพักในตัวฟันด้านประชิดร่วมกับข้อต่อขยับได้ อาจใช้งานในทางคลินิกได้ในระยะยาว เช่นเดียวกับสะพานฟันที่มีส่วนพักด้านบดเคี้ยวและข้อต่อติดแน่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

คำสำคัญ: สะพานฟันชนิดกรอฟันน้อย, แรงกระทำแบบเป็นวัฏจักร, การอยู่รอด

ABSTRACT

This study aimed to create a new design for posterior minimally invasive resin-bonded bridges (MIRBB) by comparing the survival between two different designs after cyclic loading. Twenty-four extracted human teeth (12 premolars, 12 molars) were used in this study. One premolar and one molar were embedded in a self-curing acrylic resin to simulate the loss of a first molar. Specimen blocks were divided into two groups (n = 6). Prostheses in Group 1 with an extra-coronal occlusal rests as the only retainers and those in Group 2 with the intra-coronal proximal rests with non-rigid connector were cemented on abutments using Superbond C&B. A vertical force was applied onto two abutment teeth and pontic with a compressive load cycling of 50 - 800 N, frequency of 4 Hz, given a total of 2,500,000 cycles. The results demonstrated that all specimens in both groups survived after compressive load cycle test. This



suggests that the MIRBB with intra-coronal rests and non-rigid connector may provide clinical long-term function as well as the contemporary MIRBB with extra-coronal rests and rigid connector.

Keywords: Minimally Invasive Resin-Bonded Bridge, Cyclic Loading, Survival

1. บทนำ

ปัจจุบันการออกแบบชิ้นงานและการกรอเตรียมฟันหลัก สำหรับสะพานฟันชนิดกรอฟันน้อยที่ยึดด้วยวัสดุเรซิน (minimally invasive resin-bonded bridge, MIRBB) ในฟันหลังมีหลายรูปแบบ โดยส่วนใหญ่จะทำชิ้นงานเป็นชิ้นเดียวที่มีโครงโลหะยึดบนฟันที่ได้รับการกรอเตรียมระนาบนำ (guiding planes) และส่วนพักด้านบดเคี้ยว (occlusal rest) (Rosenstiel, Land, & Fujimoto, 2013) จากผลการรักษาทางคลินิกในผู้ป่วยที่บูรณะด้วยสะพานฟันชนิดกรอฟันน้อยที่ชิ้นงานมีส่วนของโครงโลหะคลุมฟันบางส่วนในลักษณะออนเลย์ (onlay) ยึดด้วยซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (Superbond C&B) พบว่ามีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี (Piemjai, 2015) อย่างไรก็ตามภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุดในงานสะพานฟันชนิดกรอฟันน้อยที่ยึดด้วยวัสดุเรซินคือการหลุดของชิ้นงาน โดยการบูรณะในฟันหลังพบว่าอัตราการหลุดบริเวณฟันกรามน้อยสูงกว่าฟันกราม (Abt, 2008; Maller, Karthik, & Maller, 2010) จากการที่ฟันปกติที่มีรากเดียวเคลื่อนตัวได้มากกว่าฟันที่มีหลายรากเมื่อได้รับแรงที่เท่ากัน (De Boever & De Boever, 2004) นอกจากนี้การเคลื่อนตัวของฟันที่มากกว่าปกติจากการจัดฟัน ยังส่งผลต่อการหลุดของสะพานฟันชนิดฟันแวนยึด (adhesive pontic) ในระยะเวลาอันสั้น (Piemjai, 2015) แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการเคลื่อนตัวของฟันหลักในทิศทางที่ต่างกันต่อการหลุดของชิ้นงาน MIRBB การศึกษาจึงเลือกข้อต่อข้อขัดได้มาใช้เพื่อลดแรงที่จะกระทำต่อฟันหลักที่มากเกินไป (stress breaker) เพื่อช่วยป้องกันการหลุดของชิ้นงาน (Rosenstiel et al., 2013) สมมติฐานของงานวิจัยนี้คือ การใช้ข้อต่อข้อขัดได้ในงาน MIRBB ช่วยให้ฟันหลักเคลื่อนไปพร้อมกับชิ้นงาน ลดแรงบิด (torque) ที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนของฟันในทิศทางที่ต่างกันภายหลังการรับแรง อาจส่งผลให้ออกาสหลุดของชิ้นงานในระยะสั้นลดลง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการอยู่รอดของงานสะพานฟันชนิดกรอฟันน้อยภายหลังได้รับแรงกระทำแบบเป็นวัฏจักรระหว่างชิ้นงานที่มีส่วนพักด้านบดเคี้ยวลักษณะออนเลย์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และชิ้นงานที่มีส่วนพักในตัวฟันด้านประชิด โดยชิ้นงานเป็นแบบแยกส่วนเชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อข้อขัดที่ได้ออกแบบขึ้นมาใหม่

3. การดำเนินการวิจัย

ฟันมนุษย์ที่ได้รับการถอนแล้วจำนวน 24 ซี่ เป็นฟันกรามน้อย 12 ซี่ และฟันกรามแท้ 12 ซี่ คลุมรากฟันด้วยวัสดุพิมพ์ปากพอลิเอเทอร์ (polyether impression material: ImpregumTM, 3M ESPE, Seefeld, Germany) หนา 0.3 - 1 มิลลิเมตร ตั้งแต่ปลายรากฟันถึงระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันและเคลือบฟัน (cemento-enamel junction) ประมาณ 2 มิลลิเมตร เพื่อจำลองเอ็นยึดปริทันต์ และให้ฟันหลักมีการเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทาง (Song, Yi, Cho, & Park, 2003) นำฟันกรามน้อยและฟันกรามแท้อย่างละซี่ยึดเข้ากับอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (self-cure acrylic resin; PMMA resin: Unifast Trad, GC corporation, Tokyo, Japan) ที่ระยะห่างประมาณ 11 มิลลิเมตรเพื่อ



จำลองการสูญเสียฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ใช้ซิลิโคนพุดดี (silicone putty: Express XT Putty Soft, 3M ESPE, Seefeld, Germany) ในการจำลองเหงือก แบ่งบล็อกฟันออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 6 ซี่

3.1 การเตรียมฟันหลัก กลุ่มที่ 1 ส่วนพักด้านบดเคี้ยวที่มีลักษณะเช่นเดียวกับออนเลย์ ใช้หัวกรอพื้นชนิดความเร็วสูง (air-rotor high-speed handpiece) ร่วมกับหัวกรอกากเพชรรูปทรงกระบอกตรง (cylinder-shaped diamond bur) เบอร์ 214 (Intensiv, Grancia, Switzerland) ในการกรอพื้นด้านบดเคี้ยวจากด้านใกล้กลางถึงด้านไกลกลางของฟันกรามน้อย และจากด้านใกล้กลางถึงกึ่งกลางของฟันกรามแท้ กว้าง 2 มิลลิเมตรและลึก 0.5 มิลลิเมตร กรอระนาบนำภายใต้เครื่องสำรวจทางทันตกรรม (surveyor) กลุ่มที่ 2 ส่วนพักในตัวฟันด้านประชิด ใช้หัวกรอกากเพชรรูปทรงกลม (ball-shaped) เบอร์ 201S (Intensiv, Grancia, Switzerland) ที่ความลึกครึ่งหัวกรอกำหนดขอบเขต ตามด้วยหัวกรอกากเพชรรูปทรงกระบอก เบอร์ 211S (Intensiv, Grancia, Switzerland) กรอพื้นทีภายในด้านประชิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมบนด้านไกลกลางของฟันกรามน้อยกว้าง 4 มิลลิเมตร, สูง 2 มิลลิเมตร และลึก 0.8 มิลลิเมตร และด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้กว้าง 5 มิลลิเมตร, สูง 3 มิลลิเมตร และลึก 0.8 มิลลิเมตร โดยเก็บเคลือบฟันส่วนสันริมฟัน (marginal ridge) หนาอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร และเหนือรอยต่อเคลือบรากฟันและเคลือบฟันประมาณ 1 มิลลิเมตร ถ่ายภาพรังสีเพื่อยืนยันว่าขอบเขตของการกรอเตรียมฟันจำกัดอยู่ในผิวเคลือบฟัน

3.2 การสร้างชิ้นงาน ทำการพิมพ์โดยใช้วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลซิลิโคนชนิดเหลว (light-body silicone impression: ExpressTM, 3M ESPE, USA) ร่วมกับซิลิโคนชนิดพุดดี นำรอยพิมพ์ที่ได้มาสร้างแบบหล่อปูนโดยใช้พลาสติกอร์หิน (Dental stone type IV, Kerr, Italy) ใช้แผ่นดีบุก (tin foil) ซึ่งสามารถแนบไปบนผิวฟัน ควบคุมขนาดพื้นผิวฟันกราม (80 ± 0.3 ตารางมิลลิเมตร) และฟันกรามน้อย (48 ± 0.3 ตารางมิลลิเมตร) เพื่อกำหนดขอบเขตของชิ้นงาน ทำการแต่งจีฟิ่ง จากนั้นนำไปหล่อโดยใช้โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม และขึ้นรูปโดยใช้ผงพอร์ซเลนในส่วนของฟันเขี้ยว โดยกลุ่มที่ 1 ชิ้นงานเป็นชิ้นเดียวที่มีโครงโลหะส่วนที่ยึดกับฟันหนา 0.5 มิลลิเมตร คลุมบนด้านบดเคี้ยว (ยกเว้นยอดฟัน) ด้านประชิด และด้านใกล้ลิ้นของฟันหลัก (รูปที่ 1) กลุ่มที่ 2 ชิ้นงานมี 2 ส่วน คือ โครงโลหะหล่อส่วนยึดชนิดตุ่ม ซึ่งมีปีกโลหะด้านใกล้ลิ้นสำหรับยึดกับฟันกรามน้อย และฟันเขี้ยวซึ่งมีปีกโลหะด้านใกล้ลิ้นสำหรับยึดกับฟันกรามแท้ โครงโลหะหล่อส่วนยึดชนิดตุ่มยื่นออกมาจากฟันกรามน้อยในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร ส่วนของแขนมีฐานกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตรและสูงในแนวตั้งประมาณ 2 มิลลิเมตร ส่วนของตุ่มบริเวณยอดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตรและสูงในแนวตั้งประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ขนานกับแนวถอดใส่ชิ้นงานฟันเขี้ยว โดยใต้ฟันเขี้ยวจะใส่ลงบนส่วนยึดชนิดตุ่มได้พอดี (รูปที่ 2) ฟันเขี้ยวทำในลักษณะคลุมสันเหงือก (ridge-lap type) ทดสอบความแนบสนิทของชิ้นงานกับฟันหลักด้วยฟิตเช็คเกอร์ (fit checker: GC corporation, Tokyo, Japan)



รูปที่ 1: ชิ้นงานประดิษฐ์กลุ่มที่ 1 เป็นชิ้นเดียว มีส่วนพักลักษณะออนเลย์บนด้านบดเคี้ยวและด้านลิ้น



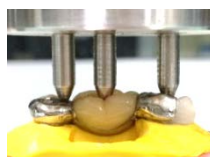
(ก)

(ข)

รูปที่ 2: ชิ้นงานประดิษฐ์กลุ่มที่ 2 มี 2 ส่วน คือ ส่วน โครงโลหะหล่อยึดชนิดตุ้มที่เชื่อมติดกับฟันกรามน้อย (ก) และ ส่วนฟันแฉงที่ยึดติดกับฟันกราม และแนบกับส่วนที่ 1 (ข)

3.3 การยึดชิ้นงาน (Cementation) ปรับสภาพพื้นผิวชิ้นงานด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminum oxide) ขนาด 50 ไมครอน ภายใต้แรงดัน 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลา 15 วินาที ทำความสะอาดด้วย น้ำกลั่นในเครื่องอัลตราโซนิก 2 นาที ใช้เรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (self-curing Superbond C&B, Sun Medical Co., Ltd, Japan) ในการยึดชิ้นงาน ปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดฟอสฟอริก 65% 30 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาทีและเป่าแห้ง ใช้เทคนิคพู่กันจุ่มส่วนเหลวและผงที่เอ็มเอ็มเอทาที่ผิวฟัน (brush-dip technique) และเทคนิคผสม ผงและส่วนเหลว (bulk-mix) ทาที่ชิ้นงาน โดยกลุ่มที่ 1 ทำการยึดชิ้นงานกับฟันตามวิธีการใส่ในแนวตั้ง (occluso-cervical) และกลุ่มที่ 2 ทำการยึด โครงโลหะหล่อส่วนยึดชนิดตุ้มเข้ากับฟันกรามน้อยในแนวระนาบก่อนแล้วยึดฟัน แฉงเข้ากับฟันกรามในแนวตั้ง กดให้ชิ้นงานลงที่ด้วยแรงประมาณ 25 นิวตัน กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินโดยใช้สำลีชุบ แอลกอฮอล์ ร่วมกับใช้ห่วงพลาสติกคล้อง (floss threader) นำไหมขัดฟันเข้าไปทำความสะอาดใต้ส่วนของฟันแฉง ทิ้งไว้ให้ซีเมนต์แข็งตัวประมาณ 8 นาที จึงนำชิ้นตัวอย่างไปแช่ไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็น ระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3.4 การทดสอบแรงกดแบบเป็นวัฏจักร ทำภายใต้เครื่องอินสตรอน (fatigue tester: E1000, INSTRON Instruments, UK) โดยใช้หัวกดที่มีแท่งปลายมนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร จำนวน 3 แท่ง กดในแนวตรงบริเวณแอ่ง กลางฟัน (central fossa) ของฟันกรามและฟันแฉง และแอ่งด้านไกลกลาง (distal fossa) ของฟันกรามน้อย (รูปที่ 3) ตามการสบฟันแบบปุ่มฟันสบลงใจกลางฟันคู่สบ (cusp-to-fossa) ด้วยแรงกดขนาด 50 - 800 นิวตัน ที่ความถี่ 4 รอบ ต่อวินาที จำนวน 2,500,000 รอบ เครื่องทดสอบจะหยุดลงเมื่อครบจำนวนรอบและ/หรือมีการเคลื่อนของหัวกดที่ ผิดปกติเกินกว่า 1 มิลลิเมตรจากระยะเริ่มต้น



รูปที่ 3: ตำแหน่งหัวกดบนชิ้นงาน ภายใต้เครื่องอินสตรอน

4. ผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ใช้สะพานฟันชนิดกรอฟันน้อยที่มีรูปแบบเป็นส่วนพักด้านบดเคี้ยวลักษณะออนเลย์ยึดด้วยเรซิน ซีเมนต์ชนิดโพร์เมตดา เอ็มเอ็มเอ ทีบีบี ที่มีผลการรักษาในทางคลินิกว่าใช้งานได้ยาวนานถึง 10 ปี (Piemjai, 2015) เป็นกลุ่มควบคุม เพื่อใช้เปรียบเทียบกับชิ้นงาน MIRBB ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีส่วนพักในตัวฟันด้านประชิด



ร่วมกับข้อต่อข้อได้ โดยผลการทดลองพบว่าชิ้นงานทั้งหมดของทั้งสองกลุ่มไม่เกิดภาวะแทรกซ้อนการหลุดของชิ้นงาน ภายหลังทดสอบด้วยแรงกดแบบเป็นวัฏจักร ซึ่งการทดสอบด้วยแรงกระทำทางกลแบบนี้จะเพิ่มความไม่แน่นอนเชิงมิติ (dimensional instability) ของวัสดุบูรณะ (Shortall, 1982) การทดสอบชิ้นงานทั้งสองกลุ่มใช้แรงกด 3 จุด ในตำแหน่งจุดสบตามพื้นธรรมชาติของการสบฟันแบบปุ่มฟันลงบนแอ่งฟันของฟันคู่สบ เพื่อเป็นการจำลองการให้แรงกดเคี้ยวซึ่งแรงไม่ได้ลงที่จุดๆ เดียวแต่จะลงทั้งบนฟันหลักและชิ้นงาน การจำลองเช่นนี้ยึดปริทันต์ส่งผลให้ฟันเคลื่อนที่ได้หลายทิศทางเมื่อได้รับแรง โดยใช้อัตราเร็วสูงสุดของการเคี้ยวในทางคลินิกซึ่งอยู่ในช่วงประมาณ 3 - 4 เฮิร์ตซ์ (DeLong & Douglas, 1983) ใช้ค่าเฉลี่ยของแรงกดเคี้ยวบริเวณฟันกรามแท้ที่ค่าสูงประมาณ 800 นิวตัน (Ronald L. Sakaguchi & Powers, 2012) และค่าเฉลี่ยของการบดเคี้ยวประมาณ 250,000 รอบต่อปี (R. L. Sakaguchi, Douglas, DeLong, & Pintado, 1986) ดังนั้นการที่ชิ้นงาน MIRBB ในการทดลองนี้ สามารถทนต่อแรงกดที่เกิดขึ้นในระดับ 800 นิวตัน เป็นจำนวน 2,500,000 รอบ โดยไม่หลุด จึงอนุมานได้ว่าชิ้นงานในลักษณะนี้อาจมีอายุการใช้งานในทางคลินิกอย่างน้อย 10 ปี

การนำข้อต่อข้อได้มาใช้ ทำให้ชิ้นงานแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่งผลให้ไม่ต้องกรอฟันหลักทั้ง 2 ซึ่งเพื่อให้ได้วิธีการใส่ในทิศทางเดียวแบบกรณีชิ้นงาน 1 ส่วน จึงสามารถเก็บโครงสร้างเคลือบฟันส่วนที่ดีไว้มากขึ้น กรณีชิ้นงาน MIRBB แบบ 2 ส่วนสามารถกำหนดทิศทางการใส่ได้หลายแนว ทำให้ลดปริมาณการกรอฟันหลักได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟันที่มีการล้มเอียง การมีส่วนพักในตัวฟันที่กรอเฉพาะด้านประชิดของฟัน นอกจากช่วยรองรับและถ่ายถอดแรงสู่ฟันหลัก เพิ่มพื้นที่การยึดอยู่ของชิ้นงาน และต้านการหลุด ยังมีประโยชน์ในเรื่องของความสวยงามจากการที่ไม่มีส่วนของโลหะบนด้านบดเคี้ยว

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สะพานฟันหลังชนิดกรอฟันน้อยที่มีส่วนพักในตัวฟันด้านประชิดร่วมกับใช้รูปแบบข้อต่อข้อได้ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ภายหลังทดสอบการรับแรงกดซึ่งกระทำแบบเป็นวัฏจักร ไม่เกิดการหลุดหรือข้อขัดเช่นเดียวกับชิ้นงานที่มีส่วนพักด้านบดเคี้ยวลักษณะออนเลย์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่กรอฟันน้อยกว่าและให้ความสวยงามมากกว่า ผลการศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งบ่งชี้ว่า MIRBB ที่ออกแบบใหม่นี้ อาจให้ผลการใช้งานทางคลินิกระยะยาว ควรมีการศึกษาในทางคลินิกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2559 รุ่นที่ 34 ครั้งที่ 1/2556 ปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

Abt, E. (2008). Survival rates for resin bonded bridges. *Evid Based Dent*, 9(1), 20-21.

De Boever, J., & De Boever, A. (2004). Occlusion and periodontal health. In I. Klineberg & R. Jagger (Eds.),

Occlusion and clinical practice. An evidence based approach (pp. 83-91). Edinburgh, New York: Wright Publishing.



- DeLong, R., & Douglas, W. H. (1983). Development of an artificial oral environment for the testing of dental restoratives: bi-axial force and movement control. *J Dent Res*, 62(1), 32-36.
- Maller, S. V., Karthik, K. S., & Maller, U. S. (2010). Resin-bonded fixed partial dentures; Metals to Ceramics - a literature review. *J IADS*, 1(1), 22-26.
- Piemjai, M. (2015). *Advanced Fixed Prosthodontics: Dentin Protection for Life-long Function*. Bangkok: Samcharoen Panich.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Fujimoto, J. (2013). *Contemporary Fixed Prosthodontics* (fifth ed.). St. Louis: Mosby.
- Sakaguchi, R. L., Douglas, W. H., DeLong, R., & Pintado, M. R. (1986). The wear of a posterior composite in an artificial mouth: a clinical correlation. *Dent Mater*, 2(6), 235-240.
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's Restorative dentistry materials* (13th ed.). Philadelphia: ELSEVIER MOSBY.
- Shortall, A. (1982). Microleakage, marginal adaptation and composite resin restoration. *Br Dent J*, 153, 223-227.
- Song, H. Y., Yi, Y. J., Cho, L. R., & Park, D. Y. (2003). Effects of two preparation designs and pontic distance on bending and fracture strength of fiber-reinforced composite inlay fixed partial dentures. *J Prosthet Dent*, 90(4), 347-353.