บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาถึงผลของแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ต่อการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันที่ระยะเวลาต่างๆ กัน โดยใช้เซลล์ออสติโอคลาสท์เป็นเครื่องชี้แสดงการละลายกระดูกเบ้าฟันด้านกด และเซลล์ออสติโอบลาสท์แสดงการสร้างกระดูกเบ้าฟันทางด้านตึง การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกระทำโดยการให้แรงเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันในระยะเวลาต่างๆ กันทำโดย สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธีของเชฟเฟ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะปริทันต์ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟันแบ่งได้เป็น 3 ช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างกัน คือ

ช่วงแรก ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟัน 1 และ 2 วัน ช่องเอ็นยึดปริทันต์ด้านกดแคบลง ด้านตึง กว้างขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ผิวกระดูกเบ้าฟันด้านกด เริ่มปรากฏเป็นแอ่งไม่เรียบ และเริ่มพบเซลล์ออสติโอคลาสท์มากขึ้น ด้านตึง ผิวกระดูกเบ้าฟันส่วนใหญ่ยังมีซอบเรียบมีเซลล์ออสติโอบลาสท์บุอยู่โดยทั่วไป เคลือบรากฟันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับแรง

ช่วงที่ 2 ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟัน 4 , 6 และ 8 วัน ช่วงนี้มีการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ที่ชัดเจนทั้งด้านกดและด้านตึง โดยด้านกด ช่องเอ็นยึดปริทันต์แคบลงมาก ปรากฏบริเวณไฮยาลิไนเซชั่นในบางแผ่นชิ้นเนื้อ ผิวกระดูกเบ้าฟันพบเซลล์ออสติโอคลาสท์มาละลายกระดูกเป็นแอ่งโดยทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณปลายรากฟัน ด้านตึง ช่องเอ็นยึดปริทันต์กว้างขึ้น ผิวกระดูกเบ้าฟันมีรอยเว้าโดยทั่วไปและมีเซลล์ออสติโอบลาสท์กระจายตามผิวกระดูกเบ้าฟันเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับช่วงแรก พบมีการละลายของผิวเคลือบรากฟันในบางแผ่นชิ้นเนื้อ

ช่วงที่ 3 ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟัน 10 , 12 และ 14 วัน ช่วงนี้การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับแรง คือ ช่องเอ็นยึดปริทันต์ทั้งด้านกด และด้านตึงมีความกว้างใกล้เคียงกัน ผิวกระดูกเบ้าฟันพบเซลล์

ออสติโอคลาสท์ได้น้อย แต่ เซลล์ออสติโอบลาสท์ยังคงพบกระจายอยู่ทั่วไป ผิวเคลือบรากฟันพบการละลายเป็นแอ่งในบางชิ้นเนื้อ

ผลการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา คือ ภายหลังการให้แรงเคลื่อนฟัน การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะปริทันต์จะเพิ่มขึ้น และจะปรากฏชัดเจนในช่วง 3-9 วัน หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะลดลง แต่การวิจัยครั้งนี้พบบริเวณไฮยาลิไนเซชั่นและการละลายของรากฟันน้อยมากเพียงบางแผ่นชิ้นเนื้อในช่วง 6-8 วันภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟัน ต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งจะพบบริเวณไฮยาลิไนเซชั่นเกือบทุกช่วงเวลาที่ให้แรงเคลื่อนฟัน (Waldo และ Rothblatt, 1954 ; Myer และ Wyatt, 1961 ; Zaki และ Van Huysen, 1963 ; Azuma, 1970 ; Rygh, 1970a, 1970b ; Inubushi, 1990) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการศึกษาดังกล่าวใช้แรงเคลื่อนฟันที่มีขนาดสูงคือตั้งแต่ 100 กรัมขึ้นไปจากเครื่องมือที่เป็นยางแยกฟัน สปริงชนิดเกลียวปิดหรือ สปริงดันฟัน ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างจะเป็นหนูที่มีอายุใกล้เคียงกับการวิจัยครั้งนี้แรงขนาดดังกล่าวทำให้เกิดการตอบสนองของกระดูกเบ้าฟันในลักษณะของการทำลายอย่างรุนแรงจนเกิดบริเวณไฮยาลิไนเซชั่นตั้งแต่ 6 ชั่วโมง ภายหลังการเคลื่อนฟันและพบได้ในเกือบทุกช่วงเวลาของการเคลื่อนฟัน เมื่อเปรียบเทียบกับการวิจัยในครั้งนี้ซึ่งเป็นการศึกษาผลของแรงขนาด 40 กรัมที่ได้จากพลาสติกโมดูล พบการเกิดไฮยาลิไนเซชั่นในบางแผ่นชิ้นเนื้อเท่านั้น (รูปที่ 28) ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inubushi (1990) ที่ว่าแรงขนาดมากจะทำให้เกิดไฮยาลิโนเซชั่นได้มากกว่าแรงขนาดน้อย

การพบบริเวณไฮยาลิไนเซชั่นในช่วงเวลา 6-8 วัน ในบางแผ่นชิ้นเนื้อ อาจแสดงถึงการเคลื่อนฟันระยะที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเคลื่อนฟันเล็กน้อย และมีการละลายกระดูกจากด้านในของกระดูกเบ้าฟัน (Bridges และคณะ , 1988) และในการวิจัยครั้งนี้ก็พบว่ามีการละลายของผิวเคลือบรากฟันได้น้อย คือ พบในบางชิ้นในช่วงระยะเวลาท้ายๆ ของการทดลอง(รูปที่ 36) อาจเป็นเพราะแรงที่ได้จากพลาสติกโมดูลขนาด 40 กรัมเป็นแรงที่พอเหมาะจึงทำให้เกิดการทำลายอย่างรุนแรงจนเกิดมีไฮยาลิโนเซชั่นและการละลายรากฟันได้น้อย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาผลของแรงเริ่มต้นขนาดพอเหมาะคือ 40 กรัม จากพลาสติกโมดูลต่อการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟัน โดยเริ่มศึกษาในระยะเวลาตั้งแต่ 1 วัน เพราะจากงานวิจัยเกี่ยวกับแรงของพลาสติกโมดูลพบว่าแรงที่ได้จากพลาสติกโมดูลจะลดลงเหลือประมาณ ร้อยละ 50 ของแรงเริ่มต้นภายในระยะเวลา 1 วัน แล้วจะค่อยๆ ลดลงในอัตราที่น้อยมากภายหลังระยะเวลา 1 วัน (Andreasen และ Bishara, 1970 ; Bishara และ Andreasen, 1970 ; Hershey และ Reynolds,

1975 ;Wong, 1976 ;De Genova และคณะ , 1985) การวิจัยครั้งนี้จึงเริ่มศึกษาในระยะเวลาตั้งแต่ 1 วันเป็น ต้นไป

เมื่อให้แรงเคลื่อนฟันขนาด 40 กรัม กับฟันกรามบนซ้ายซี่แรกซึ่งเป็นด้านทดลองและศึกษาจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ ซึ่งเป็นตัวแทนของการละลายและการสร้างกระดูกเบ้าฟันตามลำดับ โดยศึกษาตั้งแต่ระยะเวลา 1 วันจนถึง 14 วัน พบว่าจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์เริ่มปรากฏจำนวนมากในวันที่ 2 ของการให้แรง และมีจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์มากที่สุดในวันที่ 6 หลังจากนั้นจำนวนเซลล์ลดลงจนถึงวันที่ 14 (ตารางที่ 3, รูปที่ 37) สรุปได้ว่า ภายหลังการให้แรงเคลื่อนฟันขนาด 40 กรัมซึ่งเกิดจากพลาสติกโมดูล การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันในแง่ของการละลายกระดูกเบ้าฟันด้านกดเกิดขึ้นมากที่สุดอย่างชัดเจนในวันที่ 6 ของการให้แรง

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์ของฟันกรามบนขวาซี่แรกซึ่งเป็นด้านควบคุมที่ไม่ได้รับแรงเคลื่อนฟันในหนู (ตารางที่ 7) ปรากฏจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์จำนวนน้อยเพียง 1-2 เซลล์ในบางแผ่นชิ้นเนื้อเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์ของฟันกรามบนซ้ายซี่แรก ซึ่งเป็นด้านทดลองได้รับแรงเคลื่อนฟันกับฟันกรามบนขวาซี่แรกซึ่งเป็นด้านควบคุมไม่ได้รับแรง โดยใช้สถิติค่าที่ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกระยะเวลาที่เปรียบเทียบ (ตารางที่ 11)

ค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์ที่ศึกษาจาก ฟันกรามบนซ้ายซี่แรกซึ่งเป็นด้านทดลองได้รับแรงเคลื่อนฟันพบว่า เริ่มปรากฏจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์เป็นจำนวนมากในวันที่ 4 และมีค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์สูงที่สุดในวันที่ 6 หลังจากนั้นจะลดลงจนถึงวันที่ 14 (ตางที่ 5 , รูปที่ 38) สรุปได้ว่า ภายหลังการให้แรงเคลื่อนฟันขนาด 40 กรัมซึ่งเกิดจากพลาสติกโมดูล การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันในแง่ของการสร้างกระดูกเบ้าฟันด้านดึงเกิดขึ้นมากที่สุดอย่างชัดเจนในวันที่ 6 ของการให้แรง

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์ ของฟันกรามบนขวาซี่แรกซึ่งเป็นด้านควบคุมที่ไม่ได้รับแรงเคลื่อนฟันในหนู (ตารางที่ 9) นำค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์เปรียบเทียบระหว่างฟันกรามบนซ้ายซี่แรกซึ่งเป็นด้านทดลองได้รับแรงเคลื่อนฟันกับฟันกรามบนขวาซี่แรกซึ่งเป็นด้านควบคุมไม่ได้รับแรงเคลื่อนฟัน โดยใช้สถิติค่าที (ตารางที่ 12) พบว่า ในวันที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 14 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟัน และอวัยวะปริทันต์ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟันในแต่ละช่วงเวลาของการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิง

บรรยายโดยมุ่งเน้นถึงการอธิบายลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ แต่การวิจัยครั้งนี้เพิ่มการวิจัยเชิงปริมาณด้วย โดยอาศัยจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์บนผิวกระดูกเบ้าฟันที่ตรวจนับได้ในแต่ละวันภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟัน ซึ่งสามารถใช้ทดสอบทางสถิติได้ แต่ก็มีข้อด้อยคือ มีความแปรปรวนของจำนวนเซลล์ที่นับได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ระหว่างหนู 2 ตัวในแต่ละวันของด้านทดลอง ด้วยสถิติวิเคราะห์ค่าที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์ระหว่างหนู 2 ตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 2, 6 และ 12 (ตารางที่ 4, รูปที่ 37) และค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ออสติโอบลาสท์ระหว่างหนู 2 ตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 6,10 และ 12 (ตารางที่ 6, รูปที่ 38) ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากธรรมชาติของตัวหนูแต่ละตัว แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลาที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ของหนู 2 ตัวที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ของหนู 2 ตัว ยังคงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

เมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของ จำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์พบว่ามีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย ซึ่งอาจมีสาเหตุจากลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของผิวกระดูกเบ้าฟันที่มีความแตกต่างกันในแต่ละแผ่นชิ้นเนื้อที่ทำการศึกษา กล่าวคือ ผิวกระดูกเบ้าฟันมีทั้งลักษณะที่เป็นผิวเรียบและมีลักษณะเป็นแอ่งเว้าเมื่อมีหลอดเลือดมาเปิดบริเวณนั้น ดังนั้นการนับจำนวนเซลล์ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย ซึ่งจะนับเฉพาะเซลล์ที่วางตัวอยู่ชิดกับกระดูกเบ้าฟันในแต่ละแผ่นชิ้นเนื้อ จึงมีความแตกต่างกัน หรืออาจเกิดจากการเรียงตัวของเซลล์ออสติโอคลาสท์ตามผิวกระดูกเบ้าฟัน หากการเรียงตัวของเซลล์อยู่ในตำแหน่งที่ตัดแผ่นชิ้นเนื้อผ่านนิวเคลียสหลายนิวเคลียส ใน 1 เซลล์ จะสามารถบ่งชี้ได้ว่าเป็นเซลล์ออสติ-โอคลาสท์ แต่ถ้าการเรียงตัวของเซลล์อยู่ในตำแหน่งที่ตัดผ่านเพียง 1 นิวเคลียสใน 1 เซลล์ เซลล์นั้นจะไม่ถือว่าเป็นเซลล์ออสติโอคลาสท์ เนื่องจากไม่ตรงตามข้อตกลงเบื้องต้น ทั้ง 2 กรณีที่กล่าวมาเป็นความแปรปรวนโดยธรรมชาติของผิวกระดูกเบ้าฟัน ในสัตว์ทดลองซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และส่งผลให้ความแปรปรวนของจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์มีค่าสูง

ผลการวิจัยซึ่งเป็นการศึกษาการตอบสนองของกระดูกเบ้าฟันต่อแรงเคลื่อนฟันในแง่ของจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ที่กระดูกเบ้าฟันด้านกดและด้านดึง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Myers และ Wyatt (1961) , King และ Fischlschweiger (1982) และ Van และคณะ (1982) ซึ่งศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของการละลายและสร้างกระดูกเบ้าฟัน คือ ภายหลังการให้แรงเคลื่อนฟัน การละลายของกระดูกเบ้าฟันด้านกดเริ่มปรากฏชัดในวันที่ 3 ในขณะที่การสร้างกระดูกเบ้าฟันด้านดึงเริ่มปรากฏชัดในวันที่ 5 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้การละลาย ของกระดูกเบ้าฟันเริ่ม

ปรากฏชัดในวันที่ 2 และมีการละลายกระดูกสูงสุดในวันที่ 6 ในขณะที่การสร้างกระดูกเริ่มปรากฏชัดในวันที่ 4 และมีการสร้างกระดูกสูงสุดในวันที่ 6

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันเมื่อได้รับแรงเคลื่อนฟันขนาด 40 กรัม ในการวิจัยครั้งนี้กับการศึกษาที่ผ่านมา ที่ใช้เวลาในการทดลองใกล้เคียงกัน แต่ใช้แรงเคลื่อนฟันขนาดมากกว่า (Myers และ Wyatt , 1961 ; Rygh , 1972a , 1972b) พบว่า ถึงแม้ขนาดแรงที่ใช้จะต่างกันแต่ผลการเคลื่อนฟัน ที่สังเกตุจากการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ที่ชัดเจนจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ปฏิกิริยาเริ่มต้นที่เกิดขึ้นกับกระดูกเบ้าฟันยังคงมีรูปแบบเหมือนกันแม้จะได้รับแรงขนาดแตกต่างกัน คือ ภายหลังได้รับแรงเคลื่อนฟันจะเกิดการละลายของกระดูกเบ้าฟันทางด้านกด ติดตามด้วยการสร้างกระดูกทางด้านตึง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันโดยการนับจำนวนเซลล์ทั้งออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ในครั้งนี้กระทำจนถึงระยะเวลา 14 วัน ภายหลังให้แรงเคลื่อนฟัน ยังพบว่าจำนวนเซลล์ทั้ง 2 ชนิดในด้านทดลองที่ได้รับแรงเคลื่อนฟันยังมากกว่า ด้านควบคุมที่ไม่ได้รับแรงเคลื่อนฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่อยๆ ลดลงจากช่วงเวลาที่มีจำนวนเซลล์สูงสุด จึงควรทำการวิจัยเพื่อขยายเวลาการให้แรงเคลื่อนฟันเพื่อศึกษาว่าช่วงเวลาใด การตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันด้านทดลองที่รับแรงเคลื่อนฟันจะใกล้เคียงกับด้านควบคุมที่ไม่ได้รับแรงเคลื่อนฟัน

2. การศึกษาการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันต่อแรงเคลื่อนฟันในครั้งนี้พบว่าในช่วงเวลา 4-8 วัน จะมีการตอบสนองอย่างสูงสุด ซึ่งระยะห่างของช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคือ 2 วัน จึงควรทำการทดลองในช่วงก่อน ,ระหว่าง และหลังช่วงเวลา 4-6 วัน โดยการเพิ่มความถี่ของช่วงเวลาที่จะศึกษาให้แคบเข้าเป็นทุกระยะ 1 วัน เพื่อที่จะสามารถอธิบายขั้นตอนการตอบสนองของเซลล์กระดูกได้อย่างละเอียดในช่วงที่มีการตอบสนองอย่างสูงสุด

3. ศึกษาการตอบสนองทางจุกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟัน โดยการนับจำนวนเซลล์ในช่วงเวลาต่างๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างแรงขนาดต่างๆกันที่เกิดจากพลาสติกโมดูล

4. ควรมีการเพิ่มจำนวนสัตว์ทดลองในแต่ละช่วงเวลาเพื่อช่วยลดความแปรปรวนของจำนวนเซลล์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย