บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเคลื่อนฟันในทางทันตกรรมจัดฟัน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง ได้แก่ ขนาดและทิศทางของแรง ชนิดของการเคลื่อนฟัน รูปร่างลักษณะของฟัน และ การตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ (periodontium) ต่อแรงเคลื่อนฟัน ซึ่งในบรรดาปัจจัยดังกล่าว การตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ มีความแปรปรวนสูงในแต่ละบุคคล โดยงานวิจัยทางทันตกรรมจัดฟันที่ผ่านมามุ่งเน้นในการแสวงหากลไกทางชีวภาพ (biomechanic) ที่เหมาะสมเพื่อให้การเคลื่อนฟันมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการพิจารณาจากผลการบำบัดในผู้ป่วย ซึ่งเป็นเพียงการศึกษาเชิงปริมาณ (quantitative study) จากการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันและโครงสร้างใบหน้า ซึ่งปรากฏในหุ่นจำลองแบบฟันและภาพรังสีกะโหลกศีรษะและใบหน้า ไม่อาจอธิบายการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการบำบัดรักษานั้นแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละรายแม้จะใช้วิธีบำบัดรักษาอย่างเดียวกัน

การศึกษาการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ เมื่อได้รับแรงเคลื่อนฟันในมนุษย์ ไม่สามารถทำได้โดยละเอียด จึงได้มีการศึกษาในสัตว์ทดลอง เช่น หนู (Waldo และ Rothblatt, 1954; Zaki และ Van Huysen, 1963; Azuma, 1970; Reitan และ Kvam, 1971) แมว (Davidovitch และคณะ, 1967) ลุนัข (Pringle, 1967) ลิง (Derrickson, 1968) และกระต่าย (Van de Velde และคณะ, 1988) เพื่อนำผลการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (histologic response) ของอวัยวะปริทันต์มาอ้างอิงถึงมนุษย์ หนูเป็นสัตว์ทดลองที่มีข้อได้เปรียบคือ มีจำนวนตัวต่อครอกสูง จึงลดผลของตัวแปรเกี่ยวกับพันธุกรรม สามารถใช้จำนวนมากในการทดลองได้ มีช่วงชีวิตสั้นและพัฒนาการของฟันและกระดูกเบ้าฟัน(alveolar bone) ในแต่ละขั้นตอนสังเกตุได้ชัดเจน จึงทำให้ระยะเวลาในการศึกษาแต่ละการทดลองสั้นและมีราคาถูก (Waldo และ Rothblatt, 1954; Reitan และ Kvam, 1971)

ผลการวิจัยในระดับพื้นฐานทางชีววิทยาสรุปได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อฟัน อวัยวะปริทันต์ของฟันซี่นั้นซึ่งได้แก่ เคลือบรากฟัน (cementum) เอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament) เส้นใยเหงือก (gingival fiber) และ กระดูกเบ้าฟัน

จะเกิดการตอบสนองทางชีววิทยา ซึ่งสังเกตุได้ในบริเวณด้านกด (pressure side) และด้านดึง (tension side) ของฟัน โดยลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ที่สำคัญทางด้านกด คือ เอ็นยึดปริทันต์ถูกกด ปรากฏ เซลล์ออสติโอคลาสท์ (osteoclast) มาละลายผิวด้านในของกระดูกเบ้าฟัน ส่วนทางด้านดึงของฟันซี่เดียวกัน เอ็นยึดปริทันต์จะถูกดึง และจะเกิดการสร้างกระดูกโดยเซลล์ออสติโอบลาสท์ (osteoblast) การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะปริทันต์นี้ จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่มีแรงมากระทำต่อฟันซี่นั้น (Waldo และ Rothblatt, 1954; Zaki และ Van Huysen, 1963; Azuma, 1970; Reitan และ Kvam, 1971) โดยแรงกระทำดังกล่าวต้องเป็นแรงขนาดพอเหมาะจึงจะให้ผลในการเคลื่อนฟันอย่างรวดเร็ว โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะปริทันต์ (King และ Fischlschweiger, 1982)

ในการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟัน เซลล์ที่มีบทบาทอย่างมากคือ เซลล์ออสติ-โอคลาสท์ โดยจากการศึกษาการตอบสนองของกระดูกเบ้าฟันเมื่อได้รับแรงเคลื่อนฟัน ในหนูที่ผ่านมา ปรากฏแต่เพียงว่าพบเซลล์ออสติโอคลาสท์ที่กระดูกเบ้าฟันด้านกดเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาที่ให้แรงเคลื่อนฟันเพิ่มขึ้น เป็นการบ่งชี้ว่ามีการละลายของกระดูกเบ้าฟันเพิ่มขึ้น โดยแต่ละการวิจัย ขนาดของแรงที่ให้กับฟันไม่เท่ากัน และมิได้มีการนับจำนวนเซลล์ออสติ-โอคลาสท์ที่ปรากฏเมื่อเวลาที่ให้แรงเคลื่อนฟันเปลี่ยนไป และเมื่อมีการศึกษาถึงการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีและฮอร์โมนซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของเซลล์ออสติโคลาสท์เมื่อให้แรงเคลื่อนฟัน (Drazek, 1968; Gianelly และ Schnur, 1969; Chao และคณะ 1988; Yamasaki และคณะ, 1980; Yamasaki, 1983) ก็ใช้วิธีเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์ เพื่อศึกษาผลของสารเคมีและฮอร์โมนต่อการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ เมื่อได้รับแรงเคลื่อนฟันในระยะเวลาหนึ่ง โดยเลือกระยะเวลาที่จะมีการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์สูงที่สุด ซึ่งในแต่ละการวิจัยระยะเวลาดังกล่าวก็ไม่เท่ากัน

ปัจจุบันยังไม่ปรากฏรายงานการวิจัยถึงการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์ ต่อแรงเคลื่อนฟันในแง่ปริมาณโดยนับจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์ที่ผิวกระดูกเบ้าฟันด้านกด และออสติโอบลาสท์ที่ผิวกระดูกเบ้าฟันด้านดึง เมื่อให้แรงเคลื่อนฟันในสัตว์ทดลองที่เวลาต่างกัน และยังไม่อาจสรุปได้ชัดเจนว่า จำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และเซลล์ออสติโอบลาสท์ ซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการละลายและสร้างกระดูก มีจำนวนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ. ช่วงเวลาใดที่สามารถใช้เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมของการศึกษา ผลของแรงเคลื่อนฟันต่อการตอบสนองของกระดูกเบ้าฟัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ต่อการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันด้านกดที่ระยะเวลาต่างกัน

2. เพื่อศึกษาผลของแรงทางทันตกรรมจัดฟัน ต่อการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันด้านดึงที่ระยะเวลาต่างกัน

ประโยชน์ของการวิจัย

เพื่อนำผลการวิจัยมาใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนฟัน รวมทั้งเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไปในสัตว์ทดลองชนิดอื่น และนำมาอ้างอิงในผู้ป่วยต่อไป

สมมติฐานของการวิจัย

ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันทางด้านกด และทางด้านดึง ซึ่งศึกษาจากจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ ไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาที่ให้แรงเคลื่อนฟันต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นการศึกษาผลของแรงเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันที่ให้ ในระยะเวลาต่างกันในสัตว์ทดลอง โดยเปรียบเทียบการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันทางด้านไกลกลาง (distal surface) ของรากฟันด้านใกล้แก้มใกล้กลาง(mesio-buccal root) ของฟันกรามบนซ้ายซี่แรกในหนูวิสตาร์ (Wistar rat)

2. การตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟัน ศึกษาจากการนับจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ซึ่งปรากฏตามผิวกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone proper) ด้านไกลกลางของ รากฟันด้านใกล้แก้มใกล้กลางของฟันกรามบนซ้ายซี่แรก

3. สัตว์ทดลองที่ใช้ คือ หนูวิสตาร์ เพศผู้ที่มีอายุ 60 วัน จำนวน 16 ตัว จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. แรงทางทันตกรรมจัดฟันขนาด 40 กรัม เกิดจากพลาสติกโมดูล (Plastic module) ชนิด Power chain generation II ของ บริษัท Ormco Corporation

5. วัสดุยึดเรซินทางทันตกรรมจัดฟัน ชนิด System-1 ของ บริษัท Ormco Corporation

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

1. หนูที่ใช้ในการทดลองเป็นเพศผู้สายพันธุ์เดียวกันและอายุเท่ากัน ถูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 23-25 องศาเซลเซียส และควบคุมแสงสว่างโดยนาฬิกาไฟฟ้า ให้แสงสว่าง 14 ชั่วโมง มืด 10 ชั่วโมง ได้รับอาหารสำเร็จรูปที่ผลิตโดย บริษัท โภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด และน้ำดื่มไม่จำกัดจำนวน

2. หนูอายุ 60 วัน เป็นช่วงที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ การตอบสนองต่อแรงเคลื่อนฟันสังเกตุได้ชัดเจน

3. แรงขนาด 40 กรัม เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อน ฟันกรามบนซี่แรกในหนูวิสตาร์ (King และ Fischlschweiger, 1982)

4. แรงจากพลาสติกโมดูล ทำให้เกิดการเคลื่อนฟันแบบทิปปิง (tipping) การนับจำนวนเซลล์ออสติโอคลาสท์และออสติโอบลาสท์ จึงกระทำเฉพาะด้านไกลกลางของรากใกล้แก้มใกล้กลางของฟันกรามที่ได้รับแรง เริ่มจากยอดของกระดูกเบ้าฟันระหว่างรากฟันใกล้แก้มไกลกลาง(distobuccal root) และรากฟันใกล้แก้มใกล้กลาง ซึ่งตรงกับเส้นแบ่งครึ่งความกว้างของกระดูกเบ้าฟันระหว่างรากฟัน ไปยังกระดูกเบ้าฟัน บริเวณปลายรากฟัน ซึ่งตรงกับเส้นแบ่งครึ่งความหนาของรากฟัน

5. เซลล์ออสติโอคลาสท์ เป็นตัวแทนของการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ ของกระดูกเบ้าฟันด้านกด นับเฉพาะเซลล์ขนาดใหญ่ที่มีนิวเคลียส (nucleus) มากกว่า 1 อัน ไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ลักษณะคล้ายฟองน้ำ (foamy) ย้อมติดสีชมพูของสีอีโอซิน (eosin) ตัวเซลล์อยู่ภายในช่องของฮาวชิพ (Howship's lacuna) บนกระดูกเบ้าฟัน

6. เซลล์ออสติโอบลาสท์ เป็นตัวแทนของการตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ ของกระดูกเบ้าฟันทางด้านตึง นับเฉพาะเซลล์ที่อยู่ติดกับกระดูกเบ้าฟันและพบนิวเคลียสจำนวน 1 อัน

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

1. ผลการวิจัยอาจใช้อ้างอิงไปยังสัตว์ทดลองสายพันธุ์ใกล้เคียงกับกับหนูวิสตาร์ แต่ไม่อาจใช้อ้างอิงไปยังสัตว์ทดลองสายพันธุ์ที่ไกลออกไปได้

2. การตอบสนองทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะปริทันต์ เป็นการศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการละลายของกระดูกเบ้าฟันเมื่อได้รับแรงเคลื่อนฟันที่มีขนาดเหมาะสม ไม่ครอบคลุมถึง การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะปริทันต์อื่น ๆ เมื่อขนาดและทิศทางของแรงเปลี่ยนแปลงไป

3. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนฟันในทางทันตกรรมจัดฟันมีมากมาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปเฉพาะการตอบสนองของกระดูกเบ้าฟัน เมื่อคุณสมบัติของกระดูกเบ้าฟันเปลี่ยนแปลงไป การดำเนินการวิจัยจำเป็นต้องรับเอาความรู้พื้นฐานที่ปรากฏในรายงานการวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เหมาะสมในการศึกษาการตอบสนองทางจุลกายวิภาค-ศาสตร์ของกระดูกเบ้าฟันมาปฏิบัติเพื่อให้ได้งานวิจัยที่ก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง ความถูกต้องเชื่อถือได้ของการวิจัยครั้งนี้ ส่วนหนึ่งจึงขึ้นกับผลของการวิจัยที่ผ่านมา

คำจำกัดความ

1. ออสติโอคลาสท์ เป็นเซลล์ขนาดใหญ่มีหลายนิวเคลียส (large multi-nucleated cell) เส้นผ่าศูนย์กลาง 21-126 ไมโครเมตร ไซโตพลาสซึมย้อมติดสีชมพูมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ ทำหน้าที่ละลายกระดูกเกิดเป็นแอ่ง เรียกว่า ช่องของฮาวชิพ

2. ออสติโอบลาสท์ เป็นเซลล์รูปไข่ (ovoid) ขนาดกลาง เส้นผ่าศูนย์กลาง 21 ไมโครเมตร ไซโตพลาสซึมย้อมติดสีม่วง ทำหน้าที่สร้างกระดูกโดยจะบุอยู่ตามผิวของกระดูก

3. ด้านกด เป็นด้านซึ่งเอ็นยึดปริทันต์ถูกกด ทำให้ช่องเอ็นยึดปริทันต์แคบลง กระดูกเบ้าฟันถูกละลายโดยเซลล์ออสติโอคลาสท์

4. ด้านดึง เป็นด้านซึ่งเส้นใยเอ็นยึดปริทันต์ถูกยืดออก ทำให้ช่องเอ็นยึดปริทันต์กว้างขึ้น กระดูกเบ้าฟันมีการสร้างใหม่โดยเซลล์ออสติโอบลาสท์

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย