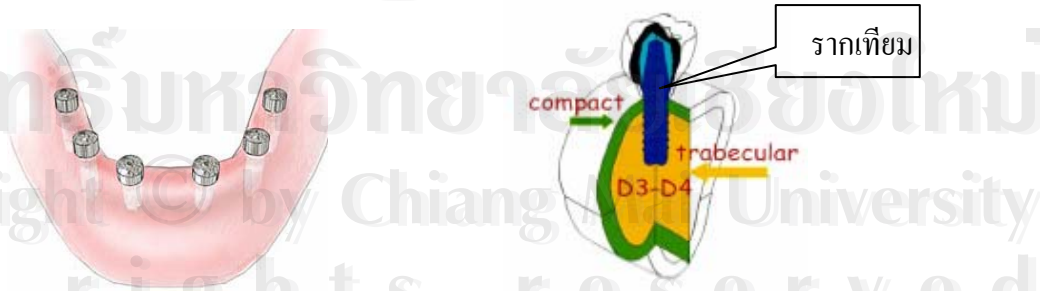
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการรักษาทางทันตกรรมมีความเจริญรุดหน้าอย่างมาก หนึ่งในพัฒนาการดังกล่าวคือการนำเอาวัสดุประเภทโลหะที่มีความแข็งแรงและมีความต้านทานการกัดกร่อนมาประยุกต์สร้างเป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆเพื่อใช้ในการรักษา ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้ไททาเนียมในการทำอวัยวะเทียมต่างๆ

การจัดฟันเป็นหนึ่งวิธีที่ใช้ในการรักษาทางด้านทันตกรรม ที่มีผู้ให้ความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งเป็นการรักษาที่มีจุดประสงค์เพื่อจะเคลื่อนฟันที่มีการวางตัวไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะทางด้านทันตกรรมให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและวางตัวเป็นระเบียบ โดยในการเคลื่อนฟันนี้จำเป็นต้องใช้ฟันกรามด้านในทำหน้าที่เป็นหลักยึดเพื่อดึงฟันให้เคลื่อนที่ตามที่ต้องการ แต่ด้วยลักษณะวิธีดังกล่าวจะพบว่า แรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันนั้นจะส่งผลให้ฟันกรามด้านในที่ทำหน้าที่เป็นหลักยึดนั้นเกิดการเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในการจัดฟัน ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงได้มีการคิดค้นรูปแบบของการจัดฟันแบบใหม่ด้วยการประยุกต์ใช้ *รากเทียม (Dental Implant)* มาเป็นหลักยึดแทนการใช้ฟันกรามด้านใน

รากเทียมเป็นสกรูที่ทำจากไททาเนียม ซึ่งมีการนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 (Haldun Iplikcioglu and Kivanc Akca ,2001) โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นสกรูเพื่อนำมายึดเข้ากับกระดูกขากรรไกรและทำหน้าที่เป็นรากฟันเทียมสำหรับทำการติดตั้งฟันปลอมต่อไป ดังแสดงในรูป 1.1

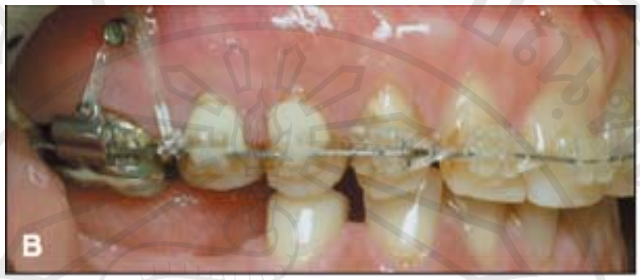


รูป 1.1 การฝังรากเทียมลงในกระดูกฟันกรามเพื่อใช้เป็นรากฟันเทียม

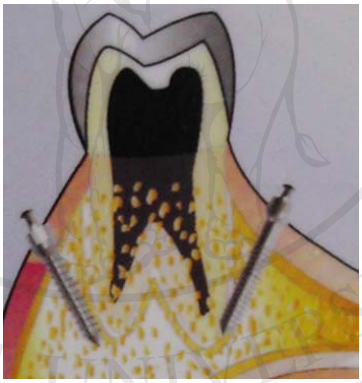
ที่มา : Shin Yean. (2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อมาได้มีการนำเอารากเทียมมาประยุกต์ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน โดยทำให้มีขนาดที่เล็กลงซึ่งเรียกว่า *สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก (Miniscrew Implant)* เพื่อใช้ฝังไปที่บริเวณกระดูกฟันกรามโดยจะทำหน้าที่เป็นหลักยึดแทนฟันกรามด้านใน เพื่อเป็นการลดปัญหาของการเคลื่อนตัวของฟันกรามด้านในให้หมดไปและเมื่อฟันถูกจัดให้อยู่ตามตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนี้จะถูกนำออกไป รูปที่ 1.2 และรูปที่ 1.3 แสดงลักษณะของการจัดฟันโดยการใช้สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก



รูป 1.2 การฝังสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กลงในกระดูกฟันกรามเพื่อเป็นหลักยึดในการจัดฟัน
ที่มา : Shin Yean. (2005)



รูป 1.3 ภาพตัดฉายการฝังสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กลงในกระดูกฟันกราม
ที่มา : Shin Yean. (2005)

แม้ว่าวิธีการจัดฟันที่ได้มีการพัฒนาโดยการนำเอาสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมาใช้เป็นหลักยึดแทนนี้จะมีการนำไปใช้ในการรักษาจริงแล้วก็ตาม แต่จากการค้นคว้ายังพบว่ายังขาดการศึกษาในด้านคุณสมบัติชีวกลไก (Biomechanical Property) ต่างๆเช่น ลักษณะการกระจายตัวของความเค้นที่เกิดขึ้นทั้งในตัวสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีต่อความเค้นที่เกิดขึ้น เป็นต้น ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยในการวิเคราะห์นั้นจะใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์-อีลิเมนท์ในการทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจากสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้นมีรูปร่างที่ซับซ้อนซึ่งวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์นี้จะสามารถทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ดังที่กล่าวมาในข้างต้นได้อย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สะดวกและรวดเร็ว โดยในการศึกษานี้จะได้ทำการศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น 4 ตัวแปร คือ

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก
2. ขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก
3. มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูก
4. ทิศทางของแรงดึงเทียบกับระนาบผิวของกระดูก

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Atilla Sertgoz และ Sungur Guvener (1996) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของความยาวของสกรูอิมแพลนท์ในลักษณะคานยื่น (Cantilever) ที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ของกระดูกฟันกรามพร้อมด้วยสกรูอิมแพลนท์ให้เป็นชิ้นเดียวกันและให้รับภาระขนาด 75 นิวตัน ในแนวดิ่งและขนาด 25 นิวตัน ในแนวนอน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อของกระดูกกับสกรูอิมแพลนท์และค่าความเค้นดังกล่าวจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อขนาดความยาวของสกรูอิมแพลนท์มีค่าเพิ่มมากขึ้น

Haldun Iplikcioglu และ Kivanc Akca (2001) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวและจำนวนของสกรูอิมแพลนท์ที่มีต่อการกระจายความเค้นในกระดูกบริเวณโดยรอบ โดยได้ทำการจัดทำแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้สกรูอิม-แพลนท์ยึดจำนวน 2 ตัวและกลุ่มที่ใช้สกรูอิมแพลนท์ยึดจำนวน 3 ตัวซึ่งในแต่ละกลุ่มก็ได้ทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของสกรูอิมแพลนท์ จากการศึกษาพบว่าขนาดความยาวของสกรูอิมแพลนท์นั้นไม่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์จะส่งผลให้ความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์มีขนาดเพิ่มขึ้นและในส่วนของจำนวนของสกรูอิมแพลนท์นั้นจะพบว่าความเค้นสูงสุดจะมีค่าลดลงเมื่อจำนวนของสกรูอิมแพลนท์เพิ่มขึ้น

Gurcan Eskitascioglu, Aslihan Usumez, Mujude Sevimay, Emel Soykan และElif Unsal (2004) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของตำแหน่งของภาระที่กระทำกับฟันที่มีต่อการกระจายความเค้นในสกรูอิมแพลนท์และกระดูกโดยรอบ โดยได้แบ่งลักษณะภาระที่มากระทำกับตัวฟันออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1.) แรงขนาด 300 นิวตันกระทำที่ตำแหน่งปุ่มด้านแก้ม (Buccal Cusp) 2.) แรงขนาด 150 นิวตัน กระทำที่ปลายยอดของปุ่มด้านแก้มและแรงขนาด 150 นิวตัน กระทำที่แอ่งด้านไกลกลาง (Distal Fossa) 3.) แรงขนาด 100 นิวตัน กระทำที่ปลายยอดของปุ่มด้านแก้ม ขนาด 100 นิวตัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระทำที่แอ่งด้านไกลกลางและแรงขนาด 100 นิวตัน กระทำที่แอ่งด้านใกล้กลาง (Mesial Fossa) จากการศึกษาพบว่าการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นจะเกิดความเค้นสูงสุดในกรณีลักษณะภาระที่กระทำกับฟันเป็นแบบที่ 1 ส่วนความเค้นที่เกิดขึ้นจากลักษณะภาระที่กระทำในแบบที่ 2 และ 3 นั้นจะมีการกระจายตัวของความเค้นที่ดีกว่ากล่าวคือ มีความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นน้อยกว่าในลักษณะที่ 1 และมีระดับความแตกต่างของความเค้นที่น้อยกว่า

Allahyar Geramy และ Steven M. Morgano (2004) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์ที่มีต่อการเคลื่อนตัวของสกรูอิมแพลนท์ โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ที่ประกอบด้วยกระดูกโดยรอบและสกรูอิมแพลนท์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆกัน 3 ขนาด คือ 3.75, 5 และ 7.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ให้แต่ละแบบจำลองรับภาระ 2 ขนาดคือ 35 นิวตันและ 75 นิวตันและในแต่ละขนาดของภาระที่กระทำให้กระทำให้ 2 ทิศทางคือ ในแนวดิ่งและ 15^0 องศาเทียบกับแนวดิ่ง จากผลการศึกษาที่ได้พบว่าปริมาณการขจัดที่เกิดขึ้นจะลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์มีขนาดเพิ่มขึ้น

Baris Simsek, Erkan Erkmen, Dervis Yilmaz และ Atilim Eser (2005) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของระยะห่างระหว่างสกรูอิมแพลนท์ที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นบนกระดูกฟันกรามด้านนอก โดยได้ทำแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ที่มีระยะห่างระหว่างสกรูอิมแพลนท์ 3 ขนาดคือ 0.5, 1.0 และ 2 เซนติเมตรตามลำดับ ให้แบบจำลองดังกล่าวรับภาระในแนวดิ่งขนาด 70 นิวตัน ในแนวเอียงทำมุม 60 องศากับแนวระดับรับภาระขนาด 35 นิวตัน และในแนวระดับรับภาระขนาด 14 นิวตัน ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าค่าความเค้นดึงสูงสุดจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างสกรูอิม-แพลนท์มีค่ามากขึ้น ส่วนค่าความเค้นกดที่เกิดขึ้นจะมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างระหว่างสกรูอิมแพลนท์มีค่าเพิ่มขึ้น

M. Sevimay, F. Turhan, A. Kilicarslan, และ G. Eskitascioglu (2005) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของคุณลักษณะของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นบนสกรูอิมแพลนท์และกระดูกโดยรอบ โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ของสกรูอิมแพลนท์ซึ่งฝังอยู่ในกระดูกฟันกรามที่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 4 แบบตามความหนาของกระดูกทึบและความหนาแน่นของกระดูกพรุนและกำหนดให้แบบจำลองดังกล่าวรับภาระในแนวดิ่งขนาด 300 นิวตัน จากการศึกษาพบว่ากระดูกที่มีกระดูกทึบบางและความหนาแน่นของกระดูกพรุนน้อยที่สุดจะเกิดความเค้นบนสกรูอิมแพลนท์และชั้นกระดูกทึบสูงที่สุด

Birte Melsen และ Carlalberta Verna (2005) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของคุณลักษณะของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลีเมนท์ของกระดูกฟันกรามพร้อมด้วยสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและได้ทำการปรับเปลี่ยนขนาดความหนาของชั้นกระดูกทึบและความหนาแน่นของกระดูกพรุน จากการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่ากระดูกซึ่งมีลักษณะความหนาของชั้นกระดูกทึบที่บางและมีความหนาแน่นของกระดูกพรุนที่ต่ำจะมีความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นทั้งในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบสูงที่สุดและจะพบว่าปัจจัยหลักของความเค้นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นกระดูกทึบส่วนความหนาแน่นของกระดูกพรุนนั้นจะเป็นเพียงปัจจัยรอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจะพบว่าการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบมีเพียงคุณลักษณะของกระดูกเท่านั้น ซึ่งจากเอกสารที่เกี่ยวข้องนั้นจะพบว่าการศึกษาเกี่ยวกับสกรูอิมแพลนท์นั้นยังมีตัวแปรอีกหลายตัวที่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวและระยะห่างระหว่างสกรูอิมแพลนท์ เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาตัวแปรที่น่าจะส่งผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น คือ มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบของผิวกระดูกและทิศทางของแรงดึงที่มากระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวกระดูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

1.3.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดความยาวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

1.3.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

1.3.4 เพื่อศึกษาผลกระทบของทิศทางของแรงดึงที่มากระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.4.1 ได้แบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบที่สามารถวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลีเมนท์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ตัวแปรอื่นๆที่มีผลต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น เช่น ระยะพิทช์และความลึกของเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

1.4.2 ทราบถึงลักษณะการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบเพื่อการใช้งานที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4.3 ทราบถึงผลกระทบของตัวแปรที่ได้ทำการศึกษาที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำไปสู่ลักษณะรูปแบบการใช้งานจริงที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 การวิจัยเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์โดยเปรียบเทียบผลกับสมการทางคณิตศาสตร์

1.5.2 เป็นการศึกษาเฉพาะสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กชนิดหัวกลม (Circle Round Head)

1.5.3 สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบมีลักษณะเป็น Homogeneous

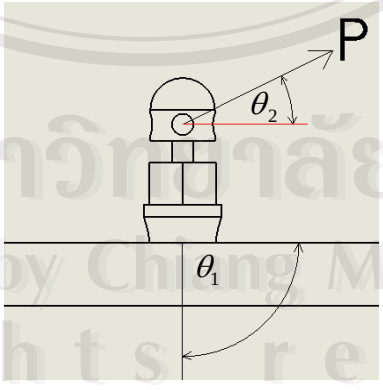
1.5.4 ความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบเนื่องจากแรงดึงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กอยู่ในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น

1.5.5 การศึกษาผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนวแรงที่ขนานกับผิวระนาบของกระดูก (θ_1) จะทำการศึกษามุมเอียงที่ขนาด 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 และ 150 องศา

1.5.4 การศึกษาผลกระทบของทิศทางของแรงดึงที่มากระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก (θ_2) เทียบกับระนาบผิวกระดูกจะทำการศึกษาที่มุมขนาด -15, -10, 0, 10 และ 15 องศา

1.5.5 การศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กจะทำการศึกษาที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3, 1.4, 1.5 และ 1.6 มิลลิเมตร

1.5.6 การศึกษาผลกระทบของขนาดความยาวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กจะทำการศึกษาที่ขนาดความยาว 6, 7, 8, 10 และ 12 มิลลิเมตรของความยาวเกลียว



รูป 1.4 แสดงมุมเอียงการฝังตัวและมุมเอียงของแรงดึงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved