

**A STUDY OF THE DESIGN PARAMETER VARIATION  
OF ORTHODONTIC MINI-SCREWS USING  
FINITE ELEMENT ANALYSIS**



**RATCHAWAN TANSALARAK**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
(ORTHODONTICS)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

**2009**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

## A STUDY OF THE DESIGN PARAMETER VARIATION OF ORTHODONTIC MINI-SCREWS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

RATCHAWAN TANSALARAK 5038650 DTOD/M

M.Sc.(ORTHODONTICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: PEERAPONG SANTIWONG, D.D.S., Ph.D. IN DETAL SCIENCE, ANAK KHANTACHAVANA, D. ENG. (MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING), TEERANOOT CHANTHASOPEEPHAN, Ph.D. (MECHANICAL ENGINEERING)

### ABSTRACT

The purposes of the present study are to determine the maximum torque resistance of mini-screws and to analyze design parameter variation associated with the maximum torque resistance of mini-screws on the biomechanical characteristics of the mini-screw and its surrounding bone using three dimensional finite element analysis. Six mini-screws (1.6 x 6 mm) from each manufacturer (Absoanchor®, O.S.A.S®, Dual Top®, Orlus® and Remark®) were placed in the artificial bone block and measured for the maximum insertion torque with a digital torque gauge. The lowest of the maximum insertion torque value among five manufacturers was selected for use in the finite element program in order to analyze design parameter variation of the mini-screws. The results in the artificial bone block experiment showed that only Absoanchor® mini-screws were fractured and the others survived with a torsional force of 20.07 N-cm and more than 38 N-cm (above digital torque gauge capacity) respectively. In finite element analysis, the stress concentration pattern in mini-screw models showed that the neck portion, from the thread runout to the second thread, was the weak point of mini-screw. In the surrounding bone, the stress concentration pattern was at the upper part of the cortical bone models, whereas the stress concentration of cancellous bone models was not obvious. The design parameter that had a correlation with maximum von Mises' equivalent stress was the thread diameter,  $r = -0.883$ .

KEY WORDS: MINI-SCREW/ MAXIMUM INSERTION TORQUE/ FINITE ELEMENT ANALYSIS

60 pages

การศึกษาการแปรผันของตัวแปรเสริมในการออกแบบมินิสกรูทางทันตกรรมจัดฟัน โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

A STUDY OF THE DESIGN PARAMETER VARIATION OF ORTHODONTIC MINI-SCREWS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

รัชวรรณ ตันศลารักษ์ 5038650 DTOD/M

วท.ม.(ทันตกรรมจัดฟัน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: พิศพงษ์ สันติวงศ์, D.D.S., Ph.D. IN DETAL SCIENCE,  
อนรรฆ จันระชวณะ, D. ENG. (MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING),  
ธีรนุช จันทโสภีพันธ์, Ph.D. (MECHANICAL ENGINEERING)

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อประเมินการทนทานต่อแรงบิดสูงสุดของมินิสกรูและศึกษาการแปรผันของตัวแปรเสริมในการออกแบบที่สัมพันธ์กับการทนทานต่อแรงบิดสูงสุดของมินิสกรูบนชีวกลศาสตร์ของมินิสกรูและกระดูกที่อยู่ล้อมรอบโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ มินิสกรู (1.6×6 มม.) บริษัทละ 6 ตัว (Absoanchor®, O.S.A.S®, Dual Top®, Orlus® และ Ramark®) ถูกนำไปปักที่กระดูกเทียมและทำการวัดค่าแรงบิดสูงสุดในการขันมินิสกรูด้วยเครื่องวัดแรงบิดที่แสดงค่าเป็นตัวเลข ค่าต่ำสุดของค่าแรงบิดสูงสุดในการขันมินิสกรูทั้ง 5 บริษัทจะถูกเลือกมาใช้ในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อวิเคราะห์การแปรผันของตัวแปรเสริมในการออกแบบของมินิสกรู ผลการศึกษาในกระดูกเทียมพบว่ามีเพียงมินิสกรูของบริษัท Absoanchor ที่หักและมีการอยู่รอดของมินิสกรูในบริษัทอื่นๆด้วยค่าแรงบิดสูงสุด 20.07 และมากกว่า 38 นิวตันเซนติเมตร (เกินขีดความสามารถของเครื่องวัดแรงบิดที่แสดงค่าเป็นตัวเลข) ตามลำดับ ผลการศึกษาด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่ารูปแบบความเค้นในมินิสกรูอยู่บริเวณส่วนคอระหว่างรอยต่อของส่วนหัวกับส่วนเกลียวถึงเกลียวที่สองซึ่งเป็นจุดอ่อนแอของมินิสกรู ในกระดูกที่อยู่ล้อมรอบ พบรูปแบบความเค้นอยู่บริเวณส่วนบนของแบบจำลองกระดูกทึบ ในขณะที่แบบจำลองกระดูกโปร่งมีความเค้นไม่ชัดเจน ตัวแปรเสริมในการออกแบบที่สัมพันธ์กับค่าความเค้นสูงสุดคือเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนเกลียวของมินิสกรู,  $r = -0.883$