การศึกษาขนาดและทิศทางของแรงกระทำต่อฟันหน้าบน จากลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ต่างชนิด

นางสาว นิรมล อิฐรัตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2535

ISBN 974-581-870-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019196
1171800989

A Study of Magnitude and Direction of Force on Maxillary Incisors Generated from Various Contraction Arch Wires

Miss Niramon Ittarat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Orthodontics
Graduate School
Chulalongkorn University
1992

ISBN 974-581-870-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาขนาดและทิศทางของแรงกระทำต่อฟันหน้าบนจากลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ต่างชนิด
โดย	นางสาว นิรมล อิฐรัตน์
ภาควิชา	ทันตกรรมจัดฟัน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ วัชระ เพชรคุปต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ รักพร เหล่าสุทธิวงษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. อำรุง จันทวานิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C265026 : สาขาวิชา ทันตกรรมจัดฟัน
KEY WORD : HORIZONTAL FORCE/VERTICAL FORCE/CONTRACTION ARCH WIRES/DESIGNS
WIRE SIZES/ACTIVATION
นิรมล อิฐรัตน์ : การศึกษาขนาดและทิศทางของแรงกระทำต่อฟันหน้าบนจากลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ต่างชนิด (A STUDY OF MAGNITUDE AND DIRECTION OF FORCE ON MAXILLARY INCISORS GENERATED FROM VARIOUS CONTRACTION ARCH WIRES) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ทญ. พรทิพย์ ชิวชรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ, 225 หน้า. ISBN 974-581-870-4

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่กระทำต่อฟันหน้าบน เมื่อดึงปลายลวดหลังท่อข้างแก้มไปด้านหลัง 0.5 ถึง 0.3 มม. โดยปรับลวดครั้งละ 0.5 มม. แล้วใช้สปริง สเกล วัดแรงโดยดึงลวดโค้งกลับมาสู่โค้งเริ่มต้น เพื่อให้มีลักษณะเหมือนการทำงานของลวดในช่องปาก ทำการศึกษาในแบบจำลองฟัน ซึ่งจำลองลักษณะการเรียงตัวของฟันเขี้ยว, ฟันกรามน้อยซี่ที่สอง และ ฟันกรามแท้ซี่แรกในขากรรไกรบนภายหลังการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งออกไปและจัดให้ฟันเขี้ยวชิดกับฟันกรามซี่ที่สองแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วย ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช 30 เส้น โดยใช้ลวดเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว ดัดลูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop พบว่า

1. ขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งที่กระทำต่อฟันหน้าบน มีความสัมพันธ์กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช สูง โดยแปรผันตามกัน ในทุกกลุ่มตัวอย่าง

2. มีความแตกต่างกันของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทุกระยะการปรับลวด เมื่อใช้ขนาดลวดและลูปแบบต่าง ๆ กัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ทันตกรรมจัดฟัน ลายมือชื่อนิสิต นิรมล อิฐรัตน์
สาขาวิชา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา พรทิพย์ ชิวชรัตน์
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C265026 : MAJOR ORTHODONTIC
KEY WORD : HORIZONTAL FORCE/VERTICAL FORCE/CONTRACTION ARCH WIRES/DESIGNS/
WIRESSIZES/ACTIVATION
NIRAMON ITTARAT : A STUDY OF MAGNITUDE AND DIRECTION OF FORCE ON
MAXILLARY INCISORS GENERATED FROM VARIOUS CONTRACTION ARCH WIRES.
THESIS ADVISOR : ASSI. PROF. PORNTIP CHIEWCHARATN, THESIS Co-ADVISOR :
Dr. WITHAYA YONGCHAROEN, Ed. D. 225 pp. ISBN 974-581-870-4

The purposes of this research were to study the magnitude of horizontal and vertical forces from contraction arch wires acting on maxillary incisors by activation from 0.5 to 3.0 mm.. After that used spring scale to measure force by pulling the wires back to the original position for the same as working in oral cavity. This study was done in the maxillary model which composed of the cuspids, second bicuspids and first molars arrangement. The first bicuspids were removed and the cuspids were retracted to contact with second bicuspids simulate with orthodontic treatment. The samples, Contraction arch wires, were divided into 8 groups of 30 samples each. Two different sizes of rectangular stainless steel arch wire were used as follow ; 0.016 X 0.016 and 0.016 X 0.022 inch. The wires were then bent in 4 designs ; Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop and Double delta loop. The finding may be listed:

1. The magnitude of horizontal and vertical forces acting on maxillary incisors had high relationship and varied as the activation of contraction arch wires in all sample groups.

2. The size and design of contraction arch wires had direct effect on both horizontal and vertical forces. The effects were significant difference in variety of activation at 0.05 level.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ทันตกรรมจัดฟัน ลายมือชื่อนิสิต นิรมล อิฐรัตน์

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา พรทิพย์ ชิวชรัตน์

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือทางด้านวิชาการอย่างดียิ่ง จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ วัชระ เพชรคุปต์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ รักพร เหล่าสุทธิวงษ์ และ อาจารย์ ดร.อำรุง จันทวานิช ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ในด้านเครื่องมือและการจัดเตรียมเครื่องมือเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ กนก สรเทศน์ ที่ช่วยกรุณาในการทำสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ บริษัท ออร์มโก คอร์ปอเรชัน สหรัฐอเมริกา ในความอนุเคราะห์วัสดุตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ร้อยตรี ทันตแพทย์หญิง ชิดาภา บุญสันติสุข ที่ได้กรุณาในเรื่องการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ คุณ นพนันท์ บุญภิรักษ์ ในด้านการถ่ายภาพประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และคุณ ภัทรา อิฐรัตน์ ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยที่ช่วยในการรวบรวมข้อมูล และการวาดภาพประกอบจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประโยชน์ และความดีใด ๆ ที่พึงได้รับจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ

นิรมล อิฐรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

ประโยชน์ของการวิจัย..... 5

สมมติฐานของการวิจัย..... 6

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

ข้อตกลงเบื้องต้น..... 8

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย..... 9

คำจำกัดความ..... 9

2 วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง..... 16

ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช..... 16

ลวดคอนแทรกชัน อาร์ชแบบต่าง ๆ..... 18

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อแรงของเครื่องมือทันตกรรมจัดฟัน..... 26

ชนิดของวัสดุ..... 26

ขนาดลวด..... 28

ลูปของเครื่องมือ..... 30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

หลักการออกแบบลูป..... 31
วิธีทำให้เกิดแรงดึงในลูป..... 39
แบบการเคลื่อนที่ของฟัน
แบบทิปปิง..... 52
แบบบอดิลี..... 54
แบบกดฟัน..... 56
สิ่งที่มีอิทธิพลต่อแรงที่เหมาะสม..... 59
ข้อเสียของการใช้แรงขนาดที่ไม่เหมาะสม..... 60
บทสรุปปัจจัยที่มีผลต่อขนาดแรงของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช..... 61
3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 62
ประชากร..... 62
กลุ่มตัวอย่าง..... 62
ตัวแปรของการวิจัย..... 63
สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 63
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 64
การรวบรวมข้อมูล..... 93
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 97
5 สรุป, อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 132
รายการอ้างอิง..... 147
ภาคผนวก ก..... 153
ภาคผนวก ข..... 158
ภาคผนวก ค..... 176
ภาคผนวก ง..... 200
ภาคผนวก จ..... 218
ประวัติผู้เขียน..... 225

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความแข็งตึงของลวดชนิดต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ กัน.....	30
2	แสดงส่วนประกอบของลูป มีผลต่อความแข็งตึง, ความแข็งแรง และระยะการปรับลวด โดยไม่เกิดการเสียรูปอย่างถาวร.....	35
3	แสดงผลการออกแบบลูปต่ออัตราโหลด - ดีเฟลคชัน, ขนาดแรงที่มากที่สุด และระยะดีเฟลคชัน ที่มากที่สุด.....	45
4	แสดงความแข็งตึง และระยะการปรับลวด เมื่อเปลี่ยนขนาดลวด, แบบของลูป และความยาวลวด.....	45
5	แสดงอัตราดีเฟลคชันต่อแรง (D/F) และขนาดแรงที่มากที่สุดในช่วงยืดหยุ่น (F.L.) เมื่อเปลี่ยนชนิดลวด และแบบของลูป.....	46
6	แสดงขนาดแรง (กรัม) เมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดลวด, แบบของลูป และระยะการปรับลวด (มม.).....	48
7	แสดงความแข็งตึง (กรัม / มม.) ของลวด บริษัท TP และ Unitek เมื่อมีแบบของลูป และขนาดลวดต่างกัน.....	49
8	แสดงระยะการปรับลวดที่มากที่สุด (มม.) ของลวดบริษัท TP และ Unitek เมื่อมีแบบของลูป และขนาดลวดต่างกัน.....	50
9	สรุปขนาดแรงที่เหมาะสมของการเคลื่อนฟันแบบทิปปิง, บอดิลี และการกดฟัน.....	60

หน้า

10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 100

11 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่างเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ Closed loop with helix เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 101

12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ T loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 102

13 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ Double delta loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 103

หน้า

14 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 106

15 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Closed loop with helix เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 107

16 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ T loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 108

17 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Double delta loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม..... 109

หน้า

18 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression equation), [ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$)และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของระยะการปรับลวด (B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B)] ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ และการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 111

19 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression equation), [ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$)และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด (B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B)] ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่ง และการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 112

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

20 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง (Non linear regression equation), [ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$),ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของระยะการปรับลวด (B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B)] ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบกับการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ชขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 114

21 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง (Non linear regression equation), [ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$),ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของระยะการปรับลวด (B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B)] ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่งกับการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ชขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 115

22 แสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$) ระหว่างสมการถดถอยเชิงเส้น และเชิงเส้นโค้ง..... 126

หน้า

23 แสดงขนาดแรงในแนวระนาบ, แนวดิ่ง, ระยะการปรับลวด และอัตราส่วนของโมเมนต์ - แรงของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่กระทำต่อฟันหน้าบน ขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop เมื่อต้องการแรงในแนวระนาบ 200-300, 400-600 กรัม และปรับลวดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร..... 128

24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two way ANOVA) จากค่า F และ Sig F ของขนาดแรงในแนวระนาบที่กระทำต่อฟันหน้าบน เมื่อใช้ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด และลูปแบบต่าง ๆ กัน..... 130

25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two way ANOVA) จากค่า F และ Sig F ของขนาดแรงในแนวระดิ่งที่กระทำต่อฟันหน้าบน เมื่อใช้ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด และลูปแบบต่าง ๆ กัน..... 131

26 แสดงอัตราส่วนของอัตราโหลด - ดีเฟลคชัน ในแนวระนาบต่อแนวดิ่งของทุกกลุ่มตัวอย่าง..... 135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

1 แผนภาพแสดงการแก้ไขโอเวอร์เจท และแนวแกนของฟันหน้าบนใน ผู้ป่วยที่มีลักษณะการสบฟันแบบคลาสทูตามการจำแนกของแองเกิล..... 2

2 แผนภาพแสดงการเคลื่อนฟันหน้าบนแบบทิปปิง (ก) แบบบอดิลี (ข)..... 3

3 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางของความต้านทานของฟัน..... 13

ก. ในแนวหน้า - หลัง (Anteroposterior)

ข. ในแนวตามขวางหรือใกล้กลาง - ไกลกลาง (Transverse or mesiodistal)

ค. ในแนวดิ่ง (Vertical)

4 แสดงลวดคอนแทรกชัน อาร์ช..... 17

ก. แบบ II - A ที่เชื่อมลูปด้วยไฟฟ้า และทำ Step up

ข. แบบ II - D

5 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop..... 18

6 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix..... 19

7 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Bull loop..... 19

8 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double keyhole loop หรือ Delta loop..... 20

9 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 21

10 แสดง ก. ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Modified "T" loop..... 22

ข. วิธีเพิ่มทอร์กโดยการใช้ยาง แบบที่ 1

ค. วิธีเพิ่มทอร์กโดยการใช้ยาง แบบที่ 2

ง. วิธีใช้เครื่องมือนอกปากช่วยในการกดฟันหน้าบน

11 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop..... 23

หน้า

12 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop ของ Hickham..... 24

13 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ก. แบบ L loop..... 25

ข. แบบ Box loop

ค. แบบ Drag loop

14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งตึงของวัสดุต่าง ๆ เปรียบเทียบกับชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม..... 28

15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งตึงของลวดขนาดต่าง ๆ 29

16 แสดงส่วนประกอบของลูป..... 33

17 แสดงการเพิ่มความยาวของแขนลูปจะช่วยลดการบิดเบี้ยวของลวดลง..... 34

18 แสดงการทำงานของลูปแบบเปิด (ก) ลูปแบบปิด (ข)..... 36

19 แสดงการทำงานของลูปขึ้นอยู่กับแนวแกนลูป..... 37

20 แสดงทิศทางการทำงานของ..... 37

ก. Balanced vertical loop (ตามแนว ab)

ข. Unbalanced single vertical loop (ตามแนว bb)

21 แสดงทิศทางการทำงาน ของ..... 38

ก. Horizontal T loop (ตามแนว aa)

ข. Split horizontal T loop (ตามแนว bb)

ค. Unbalanced T loop หรือ L loop (ตามแนว cc แต่ฟันมีการเคลื่อนที่ตามแนว dd)

22 แสดงทิศทางการทำงานของลูปที่ทำให้เกิดการหมุนและไม่หมุนของ..... 39

ก. Helical loop (ตามแนว aa เกิดการหมุนของลูป ตามแนว bb ไม่เกิดการหมุนของลูป)

ข. Box loop (ตามแนว aa เกิดการหมุนของลูป ตามแนว bb ไม่เกิดการหมุนของลูป)

หน้า

23 แสดงวิธีทำให้เกิดแรงดึงของลูปในช่องปาก โดยการ..... 40

ก. งอปลายลวดด้านหลัง

ข. ผูกลวดมัดกับตะขอ

ค. ใช้ยางดึงลูป

ง. ใช้เครื่องมือนอกปาก

24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรงของลูปในแนวดิ่งที่ไม่มีและมีฮีลิกซ์ $1^{1}/_{2}$ และ $2^{1}/_{2}$ รอบ..... 41

25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรง - ระยะการปรับลวดระหว่าง Simple loop กับ Helical loop โดยเปลี่ยนแปลงรัศมีความโค้งของลูป 0.5 - 2.5 มม. เมื่อมีความสูงของลูป 10 มม..... 42

26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรง - ระยะการปรับลวดระหว่าง Simple loop กับ Helical loop เมื่อเปลี่ยนแปลงความสูงของลูป 6 - 12 มม. เมื่อมีรัศมีความโค้งของลูป 1.5 มม..... 42

27 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรง - ระยะการปรับลวดระหว่าง Simple loop กับ Helical loop ที่ใช้ลวดเอลจิลอย ขนาด 0.010 นิ้ว ลูปสูง 10 มม. และมีรัศมีความโค้งของลูป 1.5 มม..... 43

28 แสดงการดัดลวดที่มีการหักงอเป็นมุมแตกต่างกันมีผลต่อการเสียรูปอย่างถาวร และการหักของลวดต่างกัน..... 44

29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรง (กรัม) และระยะการปรับลวด (มม.) ของลูปแบบเปิดที่มี และไม่มีฮีลิกซ์..... 47

30 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดแรง (กรัม) และระยะการปรับลวด (มม.) ของลูปแบบปิดที่มี และไม่มีฮีลิกซ์..... 47

31 แสดงสิ่งที่มีผลต่อขนาดแรงเป็นเปอร์เซนต์..... 50

32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดแรง - ระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop..... 51

หน้า

33 แสดงการเคลื่อนฟันแบบทิปปิง..... 53

ก. Force system

ข. พื้นที่ของกระดูกเบ้ารากฟันที่มีแรงกระทำ

ค. การกระจายของแรงในส่วนของอวัยวะปริทันต์

34 แสดงการเคลื่อนฟันแบบบอดิลี..... 55

ก. Force system

ข. พื้นที่ของกระดูกเบ้ารากฟันที่มีแรงกระทำ

ค. การกระจายของแรงในส่วนของอวัยวะปริทันต์

35 แสดงการเคลื่อนฟันแบบกดฟัน..... 57

ก. Force system

ข. พื้นที่ของกระดูกเบ้ารากฟันที่มีแรงกระทำ

ค. การกระจายของแรงในส่วนของอวัยวะปริทันต์

36 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการดัดลวด..... 65

37 แสดง Arch form chart ของ Dr. George Boone ที่กำหนด
ขนาดฟันหน้าบน และตำแหน่งกึ่งกลางฟันเขี้ยว..... 65

38 แสดงแบบหล่ออ้างอิงในการดัดลวด..... 66

ก. Simple closed loop

ข. Closed loop with helix

ค. T loop

ง. Double delta loop

39 แสดงแบบหล่ออ้างอิงมุมในแนวดิ่ง..... 67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

40 แสดงแบบกระดาษอ้างอิงในการตัดลวด..... 68

ก. Simple closed loop

ข. Closed loop with helix

ค. T loop

ง. Double delta loop

41 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop..... 69

42 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop 70

43 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop..... 70

44 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop..... 71

45 แสดงการเปรียบเทียบลวดที่ตัดเสร็จแล้วกับแบบหล่ออ้างอิงในการตัดลวด..... 71

46 แสดงขั้นตอนที่ 5 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop..... 72

47 แสดงลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Simple closed loop ที่ปรับระนาบแล้ว..... 72

48 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 73

49 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 73

50 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 74

หน้า

51 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 74
52 แสดงขั้นตอนที่ 5 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 75
53 แสดงขั้นตอนที่ 6 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 75
54 แสดงขั้นตอนที่ 7 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Closed loop with helix 76
55 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 76
56 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 77
57 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 77
58 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 78
59 แสดงขั้นตอนที่ 5 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 78
60 แสดงขั้นตอนที่ 6 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 79
61 แสดงการเปรียบเทียบลวดที่ดัดเสร็จแล้ว กับแบบหล่ออ้างอิงในการดัดลวด..... 79
62 แสดงขั้นตอนที่ 7 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop..... 80
63 แสดงลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop ที่ปรับระนาบแล้ว..... 80
64 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 81
65 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 81
66 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการดัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 82

หน้า

67 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 82

68 แสดงขั้นตอนที่ 5 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 83

69 แสดงขั้นตอนที่ 6 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 83

70 แสดงขั้นตอนที่ 7 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 84

71 แสดงการเปรียบเทียบลวดที่ดัดเสร็จแล้ว กับแบบหล่ออ้างอิงในการดัดลวด..... 84

72 แสดงขั้นตอนที่ 8 ของการตัดลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop 85

73 แสดงลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop ที่ปรับระนาบแล้ว..... 85

74 แสดงวิธีเปรียบเทียบลวดโค้งกับแบบหล่ออ้างอิงมุมในแนวดิ่ง..... 86

ก. ด้านบน (Top view)

ข. ด้านข้าง (Lateral view)

75 แสดงแบบหล่อสำหรับเปรียบเทียบโค้งด้านหน้า..... 87

76 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่ง..... 90

77 แสดงเครื่องมือวัดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช 91

78 แสดงวิธีเปรียบเทียบความโค้งของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช กับ Arch form chart และแบบหล่อปูนโค้งด้านหน้า..... 91

หน้า

79 แสดงวิธีจัดระดับลวดในแนวดิ่ง โดยเปรียบเทียบลวดคอนแทรกชัน อาร์ช กับแบบหล่อสำหรับจัดตำแหน่งลวดในแนวดิ่ง..... 92

ก. ก่อนวัดแรงในแนวระนาบ

ข. ขณะวัดแรงในแนวดิ่ง

80 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 117

81 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 118

82 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่ง (Vf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช(Act)ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 119

83 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่ง (Vf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช(Act)ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop..... 120

หน้า

84 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดแรง
ในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการ
ปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว
แบบ Simple closed loop () , Closed loop with
helix ( ) , T loop () และ Double delta loop ( )
ตามสมการถดถอยเชิงเส้น..... 122

85 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดแรง
ในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการ
ปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว
แบบ Simple closed loop ( ) , Closed loop with
helix () , T loop ( ) และ Double delta loop ()
ตามสมการถดถอยเชิงเส้น..... 123

86 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดแรง
ในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการ
ปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว
แบบ Simple closed loop ( ) , Closed loop with
helix () , T loop () และ Double delta loop ( )
ตามสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง..... 124

87 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดแรง
ในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการ
ปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 X 0.022 นิ้ว
แบบ Simple closed loop () , Closed loop with
helix ( ) , T loop () และ Double delta loop ( )
ตามสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง..... 125

หน้า

88 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราโหลด - ดีเฟลคชัน ของแรงในแนวระนาบจากลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่มีขนาดและแบบต่างกัน..... 137

89 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราโหลด - ดีเฟลคชัน ของแรงในแนวดิ่งจากลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่มีขนาดและแบบต่างกัน..... 138

90 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ Double delta loop (ก) และ T loop (ข) เมื่อมีการปรับระยะลวด..... 141

91 แสดงลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แบบ T loop ขนาด 0.016 X 0.016 นิ้ว มีการโป่งของลวดบริเวณที่ดิ้งสปริง สเกล ในแนวระนาบ..... 142

92 แสดงระยะทางในการเกิดโมเมนต์ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช..... 144

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย