

การวิเคราะห์แบบจำลองพันในพันตกรรมจัดพันด้วยคอมพิวเตอร์



นางสาว อัญจिता ทองทีอัมพร

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพันตกรรมจัดพัน ภาควิชาพันตกรรมจัดพัน


คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4156-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPUTERIZED ORTHODONTIC MODEL ANALYSIS



Miss Anjida Thongti-amporn

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Orthodontics

Department of Orthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4156-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์แบบจำลองพันในพันธุกรรมจัดพันด้วยคอมพิวเตอร์
โดย	นางสาว อัญจิตา ทองทิอัมพร
สาขา	พันธุกรรมจัดพัน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ กนก สรเทศน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ วัชร เพ็ชรคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ กนก สรเทศน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ปิยารัตน์ อภิวัฒน์กุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์)

อัญจิตา ทองทิพย์พร : การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในทันตกรรมจัดฟันด้วยคอมพิวเตอร์
(COMPUTERIZED ORTHODONTIC MODEL ANALYSIS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ทพ.
กนก สรเทศน์ , อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ทพญ. พรทิพย์ ชิวชรัตน์ 108 หน้า. ISBN 974-17-
4156-1

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเก็บฐานข้อมูล
ผู้ป่วย สามารถทำการสืบค้นได้และมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองฟันซึ่ง
มีวิธีวิเคราะห์ที่มีความหลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ขนาดฟันด้วยวิธีวิเคราะห์ของบอลตัน ซึ่ง
เป็นวิธีที่ทันตแพทย์จัดฟันส่วนใหญ่นิยมใช้และมีประโยชน์ในการวางแผนการรักษา การทำนาย
ผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและฟันกรามน้อยซี่ที่สองในฟันชุดผสม การ
วิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคนไทยและคนผิว
ขาวได้ รวมทั้งทำการวิเคราะห์เนื้อที่สำหรับการเรียงตัวของฟันด้วย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกให้
เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย รวมทั้งมีเพิ่มรูปภาพของผู้ป่วย ที่มีการแบ่งแยกจัดเก็บอย่างชัด
เจนครอบคลุมทั้งรูปภาพใบหน้าผู้ป่วย รูปภาพในช่องปากผู้ป่วย และรูปภาพแบบจำลองฟัน

พร้อมกันนี้ได้มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยมีการจัดแบ่งความสามารถใน
การเข้าถึงข้อมูลของแต่ละกลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งถือเป็นมาตรฐานที่โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลควรมี
เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเก็บข้อมูลแบบจำลองฟันในคอมพิวเตอร์ของภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และในอนาคตอาจมีการพัฒนาให้มีการจัด
เก็บแบบจำลองฟันสามมิติต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	ทันตกรรมจัดฟัน.....	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา	ทันตกรรมจัดฟัน.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่
ปีการศึกษา.....	2546.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

447 61271 32 : MAJOR ORTHODONTICS

KEY WORD : SOFTWARE / MODEL ANALYSIS / DENTAL MODEL

ANJIDA THONGTI-AMPORN: COMPUTERIZED ORTHODONTIC MODEL

ANALYSIS THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KANOK SORATHESN

THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNTIP CHIEWCHARAT 108 pp.

ISBN 974-17-4156-1

The objective of this research is to design a database software for orthodontic patients. The main facility of this software is model analysis such as Bolton's analysis, a tooth-size analysis commonly used as a diagnostic tool in orthodontic treatment. Furthermore, there are many analyses for prediction of unerupted teeth in mixed dentition and arch size analysis for Thai and White patients. Various analyses in the software is helpful for orthodontist to choose appropriate outcome for patients. Moreover, there are photograph files for dental models, extraoral and intraoral photographs for each patient divided into pretreatment, during-treatment and posttreatment photographs.

In addition, there is a security system for the database, dividing the access to the data by appropriated group which is usually available in regular database software. However, this is the first attempt to transfer database of orthodontic patients in Orthodontic Department of the Faculty of Dentistry in Chulalongkorn University. Perhaps there will be three-dimensional orthodontic model analysis in the future.

Department.....Orthodontics..... Student's signature.....

Field of study.....Orthodontics..... Advisor's signature.....

Academic year.....2003..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ กนก สรเทศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง พรทิพย์ ชิวชรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่เป็นผู้จุดประกายความคิดให้กับผู้วิจัยในการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟันนี้ พร้อมทั้งสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ปิยารัตน์ อภิวัฒนกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ วัชระ เพชรคุปต์ และ รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินอุดหนุนการวิจัย

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ รวมทั้งกำลังใจที่มีให้กันเสมอมา

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญกราฟ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความ.....	6
2 วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง.....	10
การสับสนแบบปกติ.....	11
การสับสนผิดปกติ.....	16
สาเหตุของการสับสนผิดปกติ.....	17
ขนาดพิน.....	19
ความสัมพันธ์ของขนาดพินบนและขนาดพินล่าง.....	20
การวิเคราะห์ขนาดพิน.....	22
การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งพิน.....	29
ความสัมพันธ์ของขนาดความกว้าง ความยาวของแนวโค้งขากรรไกร กับขนาดพิน.....	39
การวิเคราะห์เนื้อที่.....	45
การวิเคราะห์แบบจำลองพิน 3 มิติ.....	54

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่	
3	
ระเบียบวิธีวิจัย.....	60
การจัดกระทำ	
ขั้นตอนที่ 1.....	60
ขั้นตอนที่ 2.....	60
ขั้นตอนที่ 3.....	74
ขั้นตอนที่ 4.....	76
4	
สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	99
สรุป.....	99
อภิปรายผลการวิจัย.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	101
รายการอ้างอิง.....	102
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	108



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 1: การทำนายขนาดฟันเขี้ยวล่างและฟันกรามน้อยล่าง 2 ซี่จากขนาด ฟันหน้าล่าง 4 ซี่ โดยวิธีของ Hixon และ Oldfather.....	25
ตาราง 2: ค่ามาตรฐานของ Korkhaus ในการพิจารณาความกว้างและความสูง ของแนวโค้งฟันในระยะฟันแท้.....	36
ตาราง 3: ค่ามาตรฐานของขนาดฟันและแนวโค้งฟันในแนวต่างๆของเด็กไทย ระยะฟันผสมอายุ 8-10 ปี ในเพศชายและหญิง.....	37
ตาราง 4: ค่ามาตรฐานของความกว้างแนวโค้งฟันที่ตำแหน่งฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อย ซี่ที่หนึ่งและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งของคนปกติเพศชายและเพศหญิงอายุ 6-18 ปี จากข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน.....	38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปภาพ 1: แสดงระยะของการวัดขนาดฟันแต่ละซี่ในแนวระนาบ.....	6
รูปภาพ 2: แสดงระยะของการวัดความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันและความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน ในฟันบนและฟันล่าง.....	7
รูปภาพ 3: แสดงระยะของการวัดความสูงของแนวโค้งฟัน ในฟันบนและฟันล่าง.....	8
รูปภาพ 4: แสดงระยะของการวัดโอเวอร์เจท และระยะของการวัดโอเวอร์ไบท์.....	9
รูปภาพ 5: มุมของตัวฟัน (Crown angulation) โดยการศึกษาของ Andrew แสดงให้เห็นมุมที่เกิดจากแนวแกนฟันทำกับเส้นตั้งฉากกับระนาบสบฟัน.....	12
รูปภาพ 6: จากการศึกษาของ Andrew พบว่าแนวแกนฟันสำหรับฟันทุกซี่ยกเว้นฟันกรามจะอยู่ที่ vertical mid-development ridge บนผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากหรือใกล้แก้ม สำหรับฟันกรามคือ vertical groove ที่ชัดเจนบนผิวฟันด้านใกล้แก้มแทนด้วยเส้นขนานกับสันหรือร่องนี้ และสัมผัสตรงกลางผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากหรือใกล้แก้ม จุด LA คือจุดกึ่งกลางของแนวแกนฟัน.....	13
รูปภาพ 7: การเอียงตัวของฟันหลังบนจะใกล้เคียงกันตั้งแต่ฟันเขี้ยวแท้ถึงฟันกรามน้อยและจะเอียงมากขึ้นเล็กน้อยที่ฟันกรามบน.....	13
รูปภาพ 8: การเอียงตัวของฟันหลังล่างจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตั้งแต่ฟันเขี้ยวแท้จนถึงฟันกรามแท้.....	14
รูปภาพ 9: ฟันกรามแท้ที่หมุนจะต้องการฟันที่แนวโค้งขากรรไกรมากกว่าปกติ.....	14
รูปภาพ 10: โค้งของสปี.....	15
รูปภาพ 11: การใช้ดีไวเดอร์วัดความยาวแนวโค้งฟัน.....	29
รูปภาพ 12: การวัดแนวโค้งฟันโดยใช้ลวดทองเหลืองตามวิธีของ Huckaba.....	32
รูปภาพ 13: การกำหนดจุดแบ่งแนวโค้งของฟัน 4 ส่วนและ 6 ส่วน.....	32
รูปภาพ 14: การวัดความยาวแนวโค้งฟันที่ควรจะเป็นในแบบจำลองฟันของผู้ป่วย.....	33
รูปภาพ 15: แสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกรบนและล่าง ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 20 ปี ในเพศชายโดยการศึกษาของ Sillman.....	41
รูปภาพ 16: แสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกรบนและล่าง ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 20 ปี ในเพศหญิงโดยการศึกษาของ Sillman.....	42

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปภาพ 17: ความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกร โดยการศึกษา ของ Mills.....	45
รูปภาพ 18: วิธีวัดความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่โดยตรงบริเวณพื้นที่ผิวดัด.....	47
รูปภาพ 19: การกำหนดจุดสัมผัสของฟันที่ซ้อนเกในการวัด Arch parameter.....	47
รูปภาพ 20: Occlusogram ของค่ามาตรฐานจากแบบจำลองฟันโดย White.....	49
รูปภาพ 21: การกำหนดจุดใกล้กลางไกลกลางในการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน ของผู้ป่วย.....	49
รูปภาพ 22: ความสัมพันธ์ของขนาดฟันใน occlusogram.....	49
รูปภาพ 23: ตัวอย่างผู้ป่วยที่มีการสบฟันชนิดคลาสสิกทุติยภูมิ.....	50
รูปภาพ 24: การกำหนดจุดบนแบบจำลองฟันและข้อมูลที่ออกมาในรูปแบบของเส้น ต่างๆ โดย Begole และคณะ.....	51
รูปภาพ 25: การพิจารณาลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เนื้อที่ในระยะ ฟันผสม ตามวิธีของ Merrifield ที่อ้างโดย Bishara และ Staley.....	51
รูปภาพ 26: มุมมองของอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพแบบจำลองฟันให้ได้ภาพ 3 มิติ.....	56
รูปภาพ 27: ภาพโครงข่ายของรูปหลายเหลี่ยม (Polygon mesh) บนพื้นผิวแบบ จำลองฟันปูนปลาสเตอร์.....	56

สารบัญกราฟ

กราฟ

หน้า

กราฟ 1: กราฟของ Hixon-Oldfather prediction equation ที่ดัดแปลง โดย Staley และ Kerber.....	26
--	----



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยทั่วไปการวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันนั้นต้องใช้ข้อมูลจากการตรวจในช่องปาก การศึกษาภาพรังสี ภาพใบหน้าผู้ป่วย และที่ขาดไม่ได้คือ การวิเคราะห์แบบจำลองฟันของผู้ป่วย ซึ่งเป็นแบบจำลองฟันที่หล่อด้วยปูนปลาสเตอร์สีขาวแข็ง และลอกเลียนแบบลักษณะต่างๆในช่องปากของผู้ป่วยได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียงตัวของฟัน การสบฟันตลอดจนแนวสันกระดูกที่รองรับฟัน นอกจากนี้แบบจำลองฟันศึกษา (study model) ยังให้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับรูปร่างและขนาดของฟันได้อย่างชัดเจน ช่วยในการวิเคราะห์ขนาดของฟันเพื่อนำมาพิจารณาในการจัดเรียงฟันบนขากรรไกรได้อย่างเหมาะสม การสบฟันที่มีโอเวอร์เจทและโอเวอร์ไบท์เหมาะสมจำเป็นต้องมีขนาดฟันบนและฟันล่างที่ได้สัดส่วนกัน¹ ซึ่งวิธีวิเคราะห์ขนาดฟันมีหลายวิธี โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน (Bolton tooth-size analysis) ในการวินิจฉัยทางทันตกรรมจัดฟัน

Sheridan² รายงานว่าร้อยละ 91 ของทันตแพทย์จัดฟันนิยมใช้วิธีวิเคราะห์ของบอลตันเมื่อต้องการวัดขนาดฟัน ถ้ามีขนาดฟันบนและฟันล่างไม่ได้สัดส่วนกันจะไม่สามารถทำให้มีการสบฟันตามอุดมคติได้ ในปี 1958 Bolton³ ได้ศึกษาเรื่องความไม่สมดุลของขนาดฟันที่สัมพันธ์กับการรักษาการสบฟันที่ผิดปกติ โดยทำการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 55 รายซึ่งมีการสบฟันที่ดีเลิศและหาอัตราส่วนของขนาดฟันในแนวใกล้กลางไกลกลางของฟันบนและฟันล่าง อัตราส่วนที่หาได้คือ อัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ซี่ (overall ratio) เท่ากับผลรวมของขนาดฟันล่าง 12 ซี่หารด้วยผลรวมของขนาดฟันบน 12 ซี่ มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.3 และอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟันหน้า 6 ซี่ (anterior ratio) เท่ากับผลรวมของขนาดฟันหน้าล่าง 6 ซี่หารด้วยผลรวมของขนาดฟันหน้าบน 6 ซี่ มีค่าเท่ากับร้อยละ 77.2 ในปี 1962 Bolton³ ได้ทบทวนบทความเดิมของเขา และได้นำเสนอรายงานผู้ป่วยหลายรายซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ดังกล่าวและสามารถนำมาช่วยในการวินิจฉัย ทำให้ไม่ต้องทำ diagnostic setup ซึ่งมีความยุ่งยากในการทำเนื่องจากต้องมีการตัดฟันจากแบบจำลองฟันแล้วนำมาจัดเรียงเพื่อวินิจฉัย

หลังจากวิธีวิเคราะห์ของบอลตันใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้มีบทความมากมายที่เขียนถึง
 คุณบัติการของความไม่สมดุลของขนาดฟัน ตลอดจนความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ของบอลตัน
 จากรายงานของ Proffit⁴ กล่าวว่าประมาณร้อยละ 5 ของประชากรมีขนาดฟันแต่ละซี่ไม่ได้สัดส่วนกัน Crosby และ Alexander⁵ พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่มาจัดฟันมีขนาดฟันไม่สมดุลกัน
 Freeman และ Maskeroni⁶ ได้ทำการศึกษาผู้ป่วยจัดฟันจำนวน 157 ราย และพบว่าร้อยละ
 30.6 ของตัวอย่างที่ศึกษามีฟันหน้าที่ไม่ได้สัดส่วนกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ร้อยละ 13.5 ของ
 ตัวอย่างที่ศึกษามีขนาดฟันทั้งหมด (จากฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง) ไม่ได้สัดส่วนกัน

โดยปกติวิธีวิเคราะห์ของบอลตันนั้นทำการวัดขนาดฟันด้วย เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ (vernier caliper) หรือ ดีไวเดอร์ปลายเข็ม (needlepoint dividers) Shellhart และ Lang⁷ ได้ประเมินความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ของบอลตัน เมื่อใช้เครื่องมือทั้ง 2 ชนิด และดูผล
 ความผิดพลาดในการวัดฟันซ้อนเก เขาพบว่า เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์นั้นมีความน่าเชื่อถือกว่า
 การใช้ ดีไวเดอร์ปลายเข็ม และพบความผิดพลาดในการวัดขนาดฟันเมื่อแบบจำลองฟันมีฟัน
 ซ้อนเกมากกว่า 3 มิลลิเมตร

เนื่องจากแบบจำลองฟันมีประโยชน์ในหลายๆด้าน ช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน
 และทำให้ทันตแพทย์สามารถสื่อสารกับผู้ป่วยได้เข้าใจกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามแบบจำลองฟัน
 นั้นบิ่น แตกหัก เสียหายได้ง่าย จึงต้องเก็บแบบจำลองฟันไว้ในกล่องหรือภาชนะบรรจุซึ่งใช้พื้นที่
 ที่มาก การค้นหาแบบจำลองฟันของผู้ป่วยใช้เวลานานเมื่อมีปริมาณผู้ป่วยจำนวนมากขึ้น
 นอกจากนี้ในกรณีของผู้ป่วยที่รักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดนั้น อาจมีความจำเป็น
 ต้องได้รับการตรวจจากหลายคลินิก จึงเป็นเรื่องลำบากที่จะศึกษาแบบจำลองฟันของผู้ป่วย
 ในทันที นอกจากผู้ป่วยจะนำแบบจำลองฟันไปด้วย⁸ ในปัจจุบันนี้ทันตแพทย์จัดฟันเริ่มมี
 การบันทึกข้อมูลทางทันตกรรมจัดฟันด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลและ
 สืบค้น ตลอดจนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆเพื่อช่วยในการวินิจฉัยและวางแผนการ
 รักษา เช่น BeGole และคณะ⁹ ได้คิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน
 ของผู้ป่วย โดยกำหนดจุดต่างๆบนรูปภาพของแบบจำลองฟันไว้ต่างๆ การวัดแนวโค้งฟันจะอยู่
 ในลักษณะผลรวมของระยะทางจากผิวฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งถึงผิวฟันด้านใกล้
 กลางของฟันตัดข้าง รวมกับระยะทางจากจุดนี้ลากไปยังผิวฟันด้านใกล้กลางของฟันตัดกลางด้าน
 ซ้ายและทำนองเดียวกันในด้านขวา เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลออกมาในรูปของเส้นต่างๆ
 ของแนวโค้งฟัน Proffit⁴ ได้กล่าวว่าข้อดีของการบันทึกข้อมูลขนาดฟันเป็นระบบดิจิทัล

(การบันทึกข้อมูลขนาดฟันลงในคอมพิวเตอร์) เพื่อวิเคราะห์เนื้อที่นั้น จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ขนาดฟันได้อย่างรวดเร็ว

Ho และ Freer¹⁰ ได้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของขนาดฟันในเชิงรูปภาพ (โปรแกรม Graphical Analysis of Tooth-Width Discrepancy หรือ GATWD) และได้ตัดสินใจว่าการใช้ ดิจิตอล เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยลดความผิดพลาดจากการวัดและการส่งผ่านข้อมูลได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ James และคณะ¹ ที่เปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ของบอลตันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 โปรแกรมคือ ควิกเซฟ (QuickCeph) แสทส์ (HATS) และ ออโธแคด (OrthoCad) กับวิธีวิเคราะห์แบบปกติ พบว่าผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแสทส์ที่มีการนำข้อมูลขนาดฟันเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย ดิจิตอล เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับวิธีวิเคราะห์แบบปกติมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.885 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ซี่ และ 0.825 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟันหน้า 6 ซี่ รองลงมาคือโปรแกรมออโธแคดซึ่งนำข้อมูลขนาดฟันเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยวิธีสแกนชนิดทำลาย (destructive scanning process) แบบจำลองฟัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.715 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ซี่ และ 0.574 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟันหน้า 6 ซี่ และโปรแกรมที่มีความสัมพันธ์กับวิธีวิเคราะห์แบบปกติน้อยที่สุดคือโปรแกรมควิกเซฟ ซึ่งผู้ใช้ต้องกำหนดจุดบนภาพแบบจำลองฟันที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรมคำนวณขนาดฟันและทำการวิเคราะห์ของบอลตัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.432 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ซี่ และ 0.439 สำหรับอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟันหน้า 6 ซี่

นอกจากนี้พบว่าการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 โปรแกรมนั้นใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าวิธีวิเคราะห์แบบปกติ ดังนั้นการวิเคราะห์ขนาดฟันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยลดเวลาและความผิดพลาดในการทำงาน เมื่อเทียบกับวิธีวิเคราะห์แบบปกติที่ต้องมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางบอลตันเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ เพิ่มความสะดวกสบายให้กับทันตแพทย์จัดฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณผู้ป่วยมีจำนวนมากขึ้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ที่มีจำหน่ายในขณะนี้โดยทั่วไป เป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นในต่างประเทศซึ่งไม่มีค่ามาตรฐานของคนไทย เนื่องจากมีรายงานถึงความแตกต่างของขนาดพื้นที่ในแต่ละเชื้อชาติ¹¹ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเก็บฐานข้อมูลผู้ป่วย สามารถทำการสืบค้นได้และมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ โดยสามารถวิเคราะห์ทั้งขนาดพื้นที่ ขนาดของแนวโค้งพื้นที่ และการวิเคราะห์เนื้อที่ด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งมีการเปรียบเทียบกับค่าปกติของคนไทยได้แก่ วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน ซึ่งเป็นวิธีที่ทันตแพทย์จัดฟันส่วนใหญ่นิยมใช้และมีประโยชน์ในการวางแผนการรักษา การทำนายผลรวมของขนาดพื้นที่เขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและฟันกรามน้อยซี่ที่สองในฟันชุดผสม ซึ่งได้สมการการทำนายจากกลุ่มตัวอย่างของเด็กไทยอายุ 13-15 ปี¹² นอกจากนี้ยังมี การวิเคราะห์ความกว้างและความสูงของแนวโค้งพื้นที่วัดได้ตามวิธีของ Korkhaus ซึ่งมีค่ามาตรฐานของเด็กไทยอายุ 8-10 ปี¹³ และของคนไทยที่เป็นผู้ใหญ่¹⁴ รวมทั้งทำการวิเคราะห์เนื้อที่สำหรับการเรียงตัวของฟันด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ของผู้ป่วยจัดฟัน ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ของผู้ป่วยจัดฟัน ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาช่วยจัดเก็บข้อมูลผลการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ของผู้ป่วยจัดฟันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพิ่มความสะดวกในการสืบค้น การนำข้อมูลมาใช้ในการวิจัยอื่นๆ และลดขั้นตอนการทำงานของทันตแพทย์จัดฟัน
3. เพื่อเป็นงานวิจัยนำร่องในการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษาผู้ป่วยจัดฟัน ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ลดจำนวนที่เก็บเอกสารและแบบจำลองพื้นที่ซึ่งในอนาคตสามารถสร้างระบบเครือข่ายข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์แบบจำลองฟัน ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ขนาดฟัน การวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งฟัน และการวิเคราะห์เนื้อที่
 2. การวิเคราะห์ขนาดฟันประกอบด้วย
 - 2.1 วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน
 - 2.2 การหาขนาดฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยที่ยังไม่ขึ้นจาก
 - 2.2.1 สมการ Tanaka & Johnston¹⁵
 - 2.2.2 สมการวัชรและปิยารัตน์¹²
 - 2.2.3 ตารางโมเยอร์ (Moyer's probability chart)¹⁶
 - 2.2.4 ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (Periapical film)
 3. การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันประกอบด้วย
 - 3.1. การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันตามวิธีของ Korkhaus โดยเทียบกับค่ามาตรฐานของเด็กไทยอายุ 8-10 ปี¹³
 - 3.2. การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันตามวิธีของ Korkhaus โดยเทียบกับค่ามาตรฐานของคนไทยอายุ 11 ปีขึ้นไป¹⁴

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์แบบจำลองฟันเป็นโปรแกรมที่ออกแบบและจัดทำขึ้นโดยผู้วิจัยเพื่อใช้ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟันคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. แบบจำลองฟันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในชุดฟันแท้ และชุดฟันผสม แบบจำลองฟันที่ใช้ศึกษาอยู่ในสภาพดี ไม่มีการแตกหัก
3. การวัดระยะต่างๆเพื่อนำไปวิเคราะห์แบบฟันมีดังนี้
 - 3.1 การวัดขนาดฟันในแนวระนาบ
 - 3.2 วัดความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวบนและล่าง
 - 3.3 วัดความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันบนและล่าง
 - 3.4 วัดความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันบนและล่าง
 - 3.5 วัดความสูงของแนวโค้งฟันบนและล่าง
 - 3.6 วัดความยาวของแนวโค้งฟันโดยใช้ ดิจิตอล เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ วัดเป็นส่วนๆ(segment) เพื่อนำมาหาค่าความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่

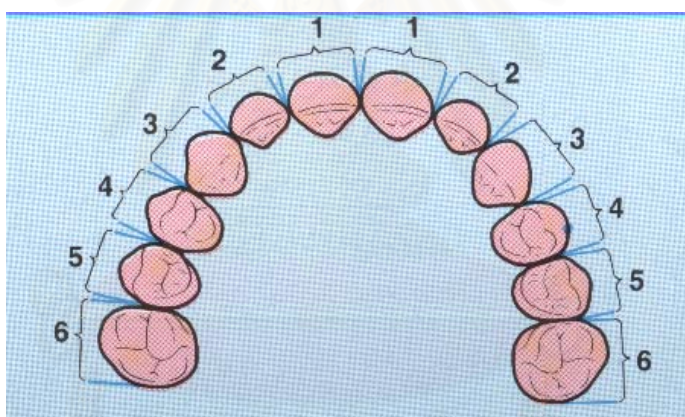
ความไม่สมบูรณ์ของงานวิจัย

การนำข้อมูลของขนาดฟันเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองฟันนี้ได้จากการใช้แป้นพิมพ์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลได้ แต่การวิจัยนี้สามารถศึกษาได้ถึงความน่าเชื่อถือ (reliability) และความเที่ยงตรง (validity) ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์แบบจำลองฟันที่จัดทำขึ้นได้ โดยการตรวจสอบการป้อนข้อมูลซ้ำทุกครั้งซึ่งโดยปกติควรใช้ ดิจิตอล เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อป้อนข้อมูล แต่เนื่องจากทรัพยากรที่มีอยู่น้อยและงบประมาณที่มีจำกัด จึงทำให้มีความไม่สมบูรณ์ของงานวิจัย ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ครบวงจรและสมบูรณ์แบบต่อไปในอนาคต

คำจำกัดความ

1. ขนาดฟัน คือ

ระยะทางในแนวระนาบจากจุดป่องสุด (height of contour) ของฟันแต่ละซี่



รูปที่ 1. แสดงระยะของการวัดขนาดฟันแต่ละซี่ในแนวระนาบ จาก Rakosi, T. et al⁵⁰

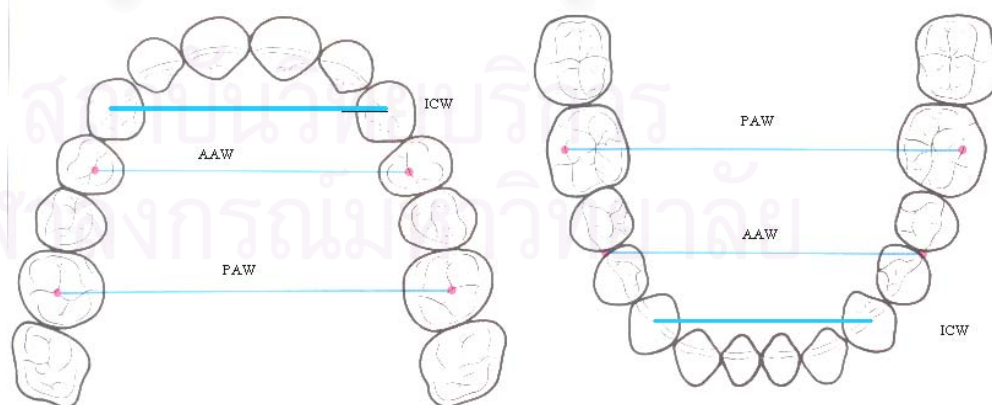
2. อัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟันหน้า 6 ซี่ (anterior ratio) คือ

อัตราส่วนของผลรวมของขนาดฟันหน้าล่าง 6 ซี่ ต่อผลรวมของขนาดฟันหน้าบน 6 ซี่

3. อัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ซี่ (overall ratio) คือ

อัตราส่วนของผลรวมของขนาดฟันล่าง 12 ซี่ ต่อผลรวมของขนาดฟันบน 12 ซี่ ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง

4. **ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว** (Intercanine width หรือ ICW)
 - 4.1 ในขากรรไกรบน วัดจากจุดยอดสุดของปุ่มฟันเขี้ยวบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างยอดสุดของปุ่มฟัน # 13 กับ # 23)
 - 4.2 ในขากรรไกรล่าง วัดจากจุดยอดสุดของปุ่มฟันเขี้ยวล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างยอดสุดของปุ่มฟัน # 33 กับ # 43)
5. **ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน** (Anterior arch width หรือ AAW)
 - 5.1 ในขากรรไกรบน วัดจากจุดกึ่งกลางของร่องกลางฟันของฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระหว่างจุดกึ่งกลางของร่องกลางฟัน # 14 กับ # 24)
 - 5.2 ในขากรรไกรล่าง วัดจากจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งล่างกับฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 ล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของ # 34 กับ # 35 กับจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของ # 44 กับ # 45)
6. **ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน** (Posterior arch width หรือ PAW)
 - 6.1 ในขากรรไกรบน วัดจากหลุมกลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างหลุมกลางของฟัน # 16 กับ # 26)
 - 6.2 ในขากรรไกรล่าง วัดจากยอดสุดของปุ่มฟันด้านไกลกลางใกล้แก้มในฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่าง ยอดสุดของปุ่มฟันด้านไกลกลางใกล้แก้มของฟัน # 46 กับ # 36)



รูปที่ 2. แสดงระยะของการวัดความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน และความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน ในฟันบนและฟันล่าง

7. ความสูงของแนวโค้งฟัน (Arch height)

7.1 ในขากรรไกรบนวัดจากจุดตัดระหว่างเส้นความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันกับเส้นกึ่งกลางเพดานปาก ไปยังจุดหน้าสุดของผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากของฟันหน้าคู้กลางบน ตามเส้นกึ่งกลางเพดานปาก

7.2 ในขากรรไกรล่างวัดจากจุดตัดระหว่างเส้นความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันกับเส้นกึ่งกลางขากรรไกรล่าง ไปยังจุดหน้าสุดของผิวฟันด้านใกล้เพดานปาก ของฟันหน้าคู้กลางล่าง ตามเส้นกึ่งกลางของขากรรไกรล่าง



รูปที่ 3. แสดงระยะของการวัดความสูงของแนวโค้งฟัน ในฟันบนและฟันล่าง

8. ความยาวของแนวโค้งฟันที่ปรากฏ (Clinical arch length) หรือ เนื้อที่ที่ปรากฏ (Space available) คือ

ระยะทางในแนวโค้งของฟันที่เรียงตัวอยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง

9. ความยาวของแนวโค้งฟันที่ถูกต้อง (Correct arch length) หรือ เนื้อที่ที่ต้องการ (Space required) คือ

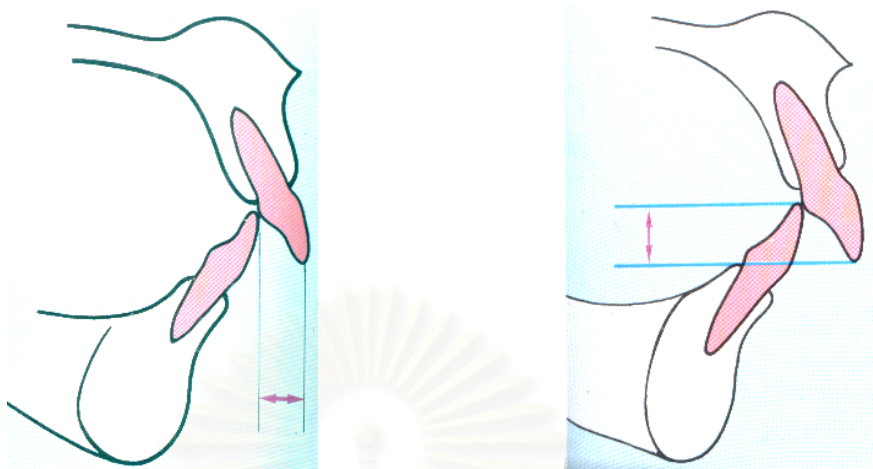
ผลรวมของขนาดฟันแต่ละซี่ที่อยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง (#15 ถึง #25 ในขากรรไกรบน และ #35 ถึง #45 ในขากรรไกรล่าง)

10. ความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ (Arch length discrepancy) คือ

ผลต่างระหว่างความยาวของแนวโค้งของฟันที่ปรากฏกับผลรวมของขนาดฟันแต่ละซี่ที่อยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง

11. โอเวอร์เจท (Overjet) คือ

ระยะการสบฟันหน้าบนและล่างที่เหลื่อมกันในแนวระนาบบนเส้นกึ่งกลางของขากรรไกร เมื่อพิจารณาถึงวิวด้านข้างจะวัดจากปลายฟันหน้าบนด้านหน้าสุดถึงด้านหน้าสุดของฟันหน้าล่าง (รูปที่ 4.)



รูปที่4. แสดงระยะของการวัดโอเวอร์เจท และระยะของการวัดโอเวอร์ไบท์ จาก Rakosi, T. et al⁵⁰

12. โอเวอร์ไบท์ (Overbite) คือ

ระยะการสบฟันหน้าบนและล่างที่เหลื่อมกันในแนวตั้งบนเส้นกึ่งกลางของขากรรไกร เมื่อพิจารณาถึงวิวด้านหน้าจะวัดจากปลายฟันหน้าบนถึงปลายฟันหน้าล่าง(รูปที่ 4.)

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อให้เกิดความสมดุลของการสบฟัน สิ่งที่ควรคำนึงถึงประการสำคัญประการหนึ่งคือ การวิเคราะห์ขนาดฟันและความสัมพันธ์ของขนาดฟันในขากรรไกรบนและล่างตลอดจนความกว้างของแนวโค้งฟัน ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว ความสมดุลของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง การรักษาความสะอาดของฟัน ความสวยงามของใบหน้า รวมทั้งข้อต่อขากรรไกรและโครงสร้างของใบหน้า การวิเคราะห์ขนาดฟันและ/หรือแนวโค้งฟันตลอดจนการสบฟันของฟันบนและฟันล่างเป็นสิ่งจำเป็นในการวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองฟันไว้มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาขนาดฟันหน้าและฟันหลังรวมถึงฟันบนและฟันล่างที่สบกันในแต่ละคู่ ซึ่งจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

Sanin และ Savara¹⁷ ได้สรุปความสัมพันธ์ของขนาดฟันที่วัดตามแนวระนาบได้ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับการบดเคี้ยวและความผิดปกติของใบหน้า
2. ความผิดปกติของขนาดฟันมีผลต่อการสบฟัน ในระหว่างหรือหลังการจัดฟันแล้ว
3. ความผิดปกติของขนาดฟันซึ่งทำให้ฟันสบกันผิดปกติเล็กน้อย อาจแก้ไขได้โดยการขัดผิวของฟันทางด้านข้างออก (mesio-distal grinding) แล้วทำการเคลื่อนฟันเล็กน้อย เพื่อให้เกิดการเรียงตัวและการสบฟันที่ดี

เนื่องจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมีความสัมพันธ์กับการเรียงตัวของฟัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว รวมทั้งทำให้เกิดความสวยงามของใบหน้าและความสมดุลของข้อต่อขากรรไกร ดังนั้นถ้ามีความผิดปกติของขนาดฟันจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการรักษามากขึ้น ซึ่งความผิดปกตินี้จะแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติ เพศ และอายุ เพื่อจะทำให้ฟันมีการเรียงตัวดีขึ้น จึงจำเป็นต้องทราบขนาดของฟันในขากรรไกรบนและล่างซึ่งถ้ามีความสัมพันธ์กันพอดีจะสามารถนำมาวินิจฉัยและวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้เหมาะสม

ในทางทันตกรรมจัดฟันต้องการให้ได้การเรียงตัวของฟันที่สมดุลตามแบบปกติ เพื่อช่วยให้เกิดประสิทธิภาพของการทำงานของกล้ามเนื้อ รวมทั้งให้ใบหน้าผู้ป่วยมีรูปร่างปกติ และทำ

ให้แนวโค้งขากรรไกรบนและล่างมีความสมดุลกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้เมื่อขนาดฟันบนและฟันล่างเป็นปกติและมีความสมดุลกัน รวมทั้งมีโอเวอร์เจท และโอเวอร์ไบท์ ที่ปกติด้วย

Lundstrom¹⁸ ศึกษาสาเหตุของการสบฟันที่ผิดปกติ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของขนาดความกว้างของฟันมีความสัมพันธ์กับการสบฟันดังนี้

1. ขนาดของฟันในขากรรไกรหนึ่งอาจไม่สมดุลกับขนาดของฟันในขากรรไกรตรงข้าม
2. การซ้อนเกของฟันจะเกิดขึ้นในขากรรไกรที่มีฟันขนาดใหญ่กว่าในขากรรไกรที่มีฟันขนาดเล็ก

Howes¹⁹ สรุปว่าการเคลื่อนที่ของฟันอยู่ภายใต้อิทธิพลของขนาดรูปร่างของฐานกระดูกรองรับฟัน (basal arch) ขนาดฟันกับแนวโค้งขากรรไกรและความสัมพันธ์ระหว่างแนวโค้งขากรรไกร

การสบฟันแบบปกติ (Normal occlusion)

Beyron²⁰ ได้เสนอความคิดเกี่ยวกับการสบฟันแบบที่ดีที่สุด (optimal occlusion) ว่าทำให้เกิดความสมดุลกับการทำงานของระบบการบดเคี้ยว โดยไม่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อหรือทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่ออื่นๆ โดยมีลักษณะการสบฟันดังนี้

1. ในขณะที่มีการสบฟัน ฟันต้องสบกันพอดีทั้งด้านซ้ายและขวา ตำแหน่งของการสบฟันหลังสุด (Retruded contact position) ควรอยู่ในแนว Sagittal line
3. ในตำแหน่งของการสบฟันหลังสุดที่ทำให้เกิดความสมดุล ฟันหลังควรเอียงพอดีเพื่อให้เหมาะกับการสบฟันในตำแหน่งนี้
4. ในขณะที่มีการบดเคี้ยวทางด้านทำงาน (working side) ควรสบกันแบบเป็นกลุ่ม (group function)

Andrew²¹ ได้ศึกษาการสบฟันจากกะโหลกศีรษะ 120 อัน ที่มีการสบฟันแบบดีเลิศ สรุปได้หลัก 6 ข้อดังนี้

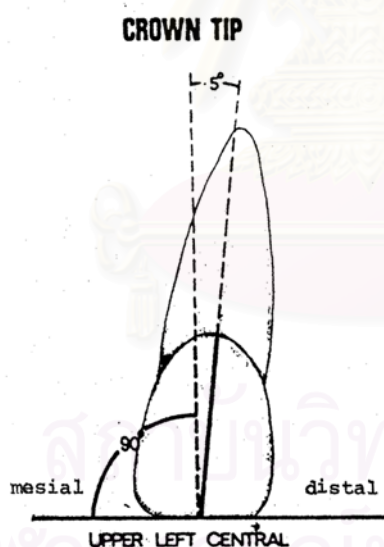
1. ความสัมพันธ์ของฟันกรามแท้ (Molar relationship)
 - ก. ด้านไกลกลางของสันริมฟันด้านไกลกลาง ของฟันกรามบนแท้ซึ่งที่หนึ่งจะสบที่ด้านใกล้กลางของสันริมฟันด้านใกล้กลาง ของฟันกรามล่างแท้ซึ่งที่สอง

- ข. ปุ่มฟันใกล้กลางด้านแก้ม ของฟันกรามบนแท้ซี่ที่หนึ่งจะสบในร่องใกล้กลางด้านแก้ม ของฟันกรามล่างแท้ซี่ที่หนึ่ง
- ค. ปุ่มฟันใกล้กลางด้านลิ้น ของฟันกรามบนแท้ซี่ที่หนึ่ง จะสบลงในแอ่งกลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่าง

2. มุมของตัวฟัน (Crown angulation หรือ Crown tip)

มุมที่เกิดจากแนวแกนตัวฟัน (long axis of clinical crown) ทำกับเส้นตั้งฉากกับระนาบสบฟันจะมีค่าเป็นบวกเสมอ คือมีส่วนใกล้เหงือก (gingival portion) อยู่ทางด้านใกล้กลางกว่า ส่วนบดเคี้ยว (occlusal portion) (รูปที่ 5)

ฟันหน้าบนซี่แรก	มีค่าประมาณ 9°
ฟันหน้าบนซี่ที่สอง	มีค่าประมาณ 5°
ฟันเขี้ยวบน	มีค่าประมาณ 11°
ฟันกรามน้อย	มีค่าประมาณ 0°
ฟันกราม	มีค่าประมาณ 5°

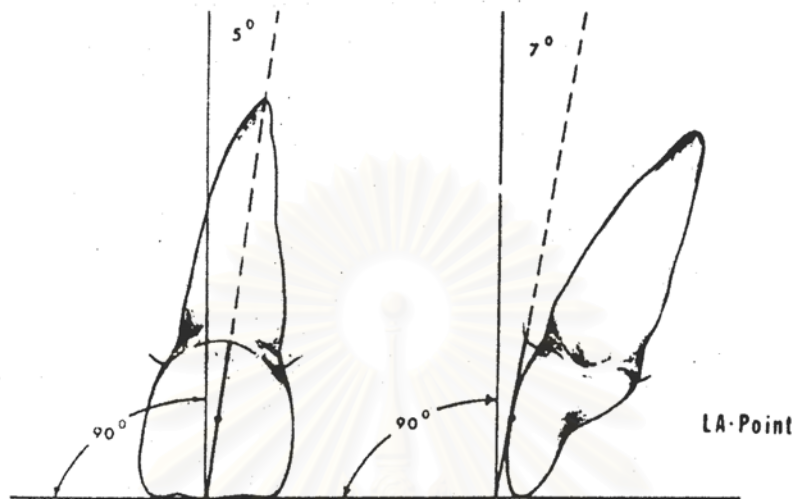


รูปที่ 5. มุมของตัวฟัน (Crown angulation) โดยการ
ศึกษาของ Andrew²¹ แสดงให้เห็นมุมที่เกิดจากแนวแกน
ตัวฟันทำกับเส้นตั้งฉากกับระนาบสบฟัน

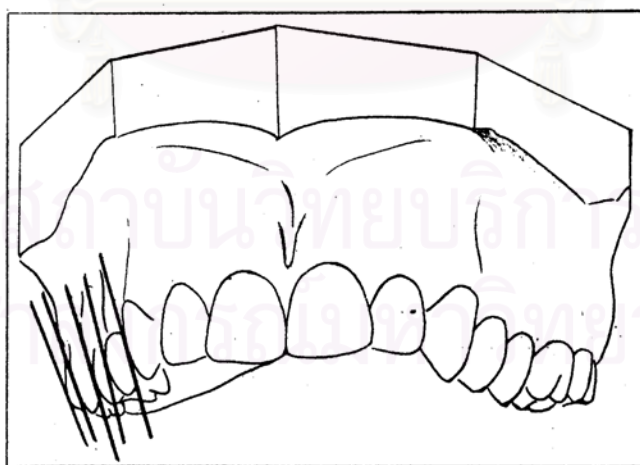
3. การเอียงตัวของฟัน (Crown inclination หรือ Crown torque)

เป็นมุมที่เกิดจากเส้นตั้งฉากกับระนาบสบฟันทำกับเส้นสัมผัสที่จุดกึ่งกลางทางด้านใกล้แก้มของแนวแกนตัวฟัน โดยที่ปุ่มฟันด้านลิ้นของฟันหลังบนจะอยู่ทางด้านเหงือกมากกว่าปุ่มฟันด้านแก้ม และปุ่มฟันด้านแก้มของฟันหลังล่างจะอยู่ทางด้านบดเคี้ยวมากกว่าปุ่มฟันด้านลิ้น

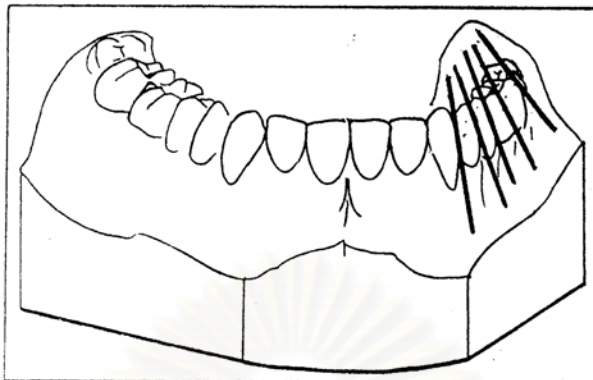
ฟันหน้าบนจะมีส่วนโค้งงออยู่ทางด้านใกล้ลิ้นเมื่อเทียบกับบริเวณปลายฟัน (incisal portion) ส่วนฟันซี่อื่นๆที่เหลือส่วนโค้งงอจะอยู่ทางใกล้แก้มต่อส่วนบนดเคี้ยว (รูปที่. 6,7,8)



รูปที่ 6. จากการศึกษาของ Andrew²¹พบว่าแนวแกนของตัวฟันสำหรับฟันทุกซี่ยกเว้นฟันกราม จะอยู่ที่ vertical mid-development ridge บนผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากหรือใกล้แก้ม สำหรับฟันกรามคือ vertical groove ที่ชัดเจนบนผิวฟันด้านใกล้แก้มแทนด้วยเส้นขนานกับสันหรือร่องนี้ และสัมพันธ์ตรงกลางผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากหรือใกล้แก้ม จุด LA คือจุดกึ่งกลางของแนวแกนตัวฟัน



รูปที่ 7. การเอียงตัวของฟันหลังบนจะใกล้เคียงกันตั้งแต่ฟันเขี้ยวแท้ถึงฟันกรามน้อย และจะเอียงมากขึ้นเล็กน้อยที่ฟันกรามบน จาก Andrew, L.F.²¹



รูปที่ 8. การเอียงตัวของฟันหลังล่างจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ฟันเขี้ยวแท้จนถึงฟันกรามแท้ จาก Andrew, L.F.²¹

4. ไม่มีการหมุนของฟัน เนื่องจากว่าถ้ามีฟันหมุนจะทำให้สูญเสียความกว้างแนวโค้งขากรรไกรในฟันหลัง และเกิดช่องว่างในฟันหน้า (รูปที่ 9.)



รูปที่ 9. ฟันกรามแท้ที่หมุนจะต้องการฟันที่แนวโค้งขากรรไกรมากกว่าปกติ จาก Andrew, L.F.²¹

5. มีจุดประชิดของฟัน (Contact point) ที่ติดกันแน่น

6. โค้งของสปี (curve of Spee) ต้องมีลักษณะ flat curve หรือ slightly arc ในคนปกติ ประมาณ 1.5 มม. (รูปที่ 10.)



รูปที่ 10.

- A. deep curve of Spee จะทำให้พื้นที่บนแนวโค้งขากรรไกรสำหรับการเรียงตัวของฟันหน้าบนน้อยกว่าปกติ
- B. flat curve of Spee จะทำให้การสบฟันปกติ
- C. reverse curve of Spee จะทำให้มีช่องว่างบริเวณฟันหน้าบน
- จาก Andrew, L.F.²¹

Roth²² ได้เสนอการสบฟันแบบ ideal functional occlusion ไว้ดังนี้

1. ฟันควรสบกันแบบ maximal intercuspation ในขณะที่คอนไดล์อยู่บนสุดและหลังสุด
2. ขณะสบฟันแรงที่ลงบนฟันหลังควรมีทิศทางลงไปตามแนวแกนของฟันหลัง เพื่อส่งผ่านไปยังเนื้อเยื่อรอบๆ ตัวฟัน (periodontal ligament และ lamina dura)
3. ฟันหลังควรสบลงพร้อมๆ กันโดยไม่มีภาระกดของฟันหน้า (ยอมให้มีช่องห่างเพียง 0.005 นิ้ว) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงกระทำที่มีทิศทางไปทางด้านข้างต่อฟันหน้าและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้อง
4. ควรมีโอเวอร์เจท โอเวอร์ไบท์น้อยๆ แต่เหมาะสมกับการเคลื่อนที่ในทุกทิศทางของขากรรไกรล่าง โดยมีฟันเขี้ยวเป็นหลัก (main guiding incline) เพื่อทำให้ฟันหลังไม่สัมผัสกันในขณะที่ขากรรไกรล่างเคลื่อนไปทางด้านข้าง และการเอียงตัวของฟันหน้าต้องสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของขากรรไกรล่างซึ่งถูกควบคุมโดยข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular joint)
5. ลักษณะของการสบฟัน ต้องพิจารณาความสูงของปุ่มฟัน ความลึกของแอ่งฟัน , ทิศทางของสันริมฟันและร่องฟัน เพื่อให้เหมาะสมกับการเคลื่อนที่ของขากรรไกรล่างในทุกทิศทาง

Roth²² เชื่อว่าการสบฟันแบบ ideal functional occlusion มีผลดังต่อไปนี้

1. เฉลี่ยแรงให้กระจายไปยังเนื้อเยื่อปริทันต์
2. ป้องกันไม่ให้เกิดแรงกระทำไปทางด้านข้างซึ่งเป็นอันตรายต่อฟันและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้อง
3. ได้การสบฟันที่เหมาะสมกับการเคลื่อนที่ของข้อต่อขากรรไกร
4. ป้องกันไม่ให้ข้อต่อขากรรไกรได้รับอันตราย
5. ป้องกันความผิดปกติของกล้ามเนื้อ
6. ทำให้มีประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว
7. ทำให้ฟันชิดกันคงที่
8. ช่วยให้การกลืนเป็นไปตามปกติ

Howes²³ ได้เสนอว่าการสบฟันที่ปกติต้องถูกรองรับโดยฐานกระดูกรองรับฟัน (apical base) ที่ปกติ และผลรวมของขนาดฟันและความกว้างแนวโค้งขากรรไกรต้องมีความสัมพันธ์กันดี

การสบฟันผิดปกติ (Malocclusion)

Salvo²⁴ สรุปว่าการสบฟันเป็นผลลัพธ์ของระบบ 3 ระบบร่วมกัน คือ

1. ระบบของฟัน ประกอบด้วย ฟัน กระดูกรองรับฟัน และเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้อง
2. ระบบโครงสร้างของร่างกาย ประกอบด้วย กระดูกขากรรไกรบน กระดูกขากรรไกรล่าง รวมทั้งกะโหลกศีรษะ
3. ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ เส้นประสาท และระบบประสาทส่วนกลางที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นๆ

เขาเชื่อว่าการสบฟันที่ผิดปกติเกิดจากความผิดปกติของระบบดังกล่าวข้างต้น ซึ่งอาจเกิดก่อนหรือหลังการพัฒนาของการสบฟัน

ความผิดปกติของการสบฟัน สรุปได้ดังนี้

1. ความผิดปกติของตำแหน่งฟัน อาจเกิดขึ้นหนึ่งซี่หรือหลายซี่ก็ได้ เช่น ฟันหมุน หรือฟันล้ม เป็นต้น

2. ความผิดปกติของลักษณะรูปร่างแนวโค้งของขากรรไกร หรือตำแหน่งแนวโค้งขากรรไกร เช่น รูปร่างแนวโค้งขากรรไกรแคบหรือกว้างกว่าปกติ หรือตำแหน่งแนวโค้งขากรรไกรอยู่ทางด้านหน้าหรือด้านหลังมากกว่าปกติ
3. ความผิดปกติระหว่างแนวโค้งขากรรไกรบนและล่าง ทำให้การสบฟันคร่อมกันอย่างผิดปกติ

Sanin , Savara , Clarkson และ Thomas ²⁵ ได้ศึกษาการทำนายการสบฟันของฟันแท้ จากแบบจำลองฟันน้ำนม และได้สร้างสมการทำนายขึ้นมาจากการวัดค่าต่างๆบนแบบจำลองฟันน้ำนมดังนี้

1. ความกว้างแนวโค้งฟันระหว่างฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง
2. ความกว้างของฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง
3. ความกว้างแนวโค้งฟันระหว่างฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่สอง
4. ความกว้างของฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่สอง

จากการทดสอบโดยใช้แบบจำลองฟันในกลุ่มตัวอย่าง 48 คน พบว่าสมการสามารถทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 82 เนื่องจากว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสบฟันคือพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม แต่ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ในสมการนี้ได้ครอบคลุมถึงปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม

สาเหตุของการสบฟันผิดปกติ

Graber ²⁶ แบ่งสาเหตุการสบฟันผิดปกติเป็น 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ

1. สาเหตุโดยทั่วไป
2. สาเหตุเฉพาะตำแหน่ง

1.สาเหตุโดยทั่วไป

1.1 พันธุกรรม (Heredity) มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของลักษณะฟันและใบหน้า ตำแหน่งและโครงสร้างของกล้ามเนื้อรอบๆปาก ลักษณะและรูปร่างของลิ้น เนื้อเยื่ออ่อน ขนาด และตำแหน่งของเนื้อเยื่อ (frenum)

1.2 ความผิดปกติมาแต่กำเนิด (Congenital defects) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของตัวอ่อน ซึ่งจะปรากฏตอนคลอด เช่น ปากแหว่ง เพดานโหว่ ฟันหายไปบางซี่หรือหายไปทุกซี่ (Anodontia)

1.3 สิ่งแวดล้อม การเจริญเติบโตจะถูกเร่งให้เร็วขึ้นหรือช้าลงโดยอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม เช่น อาหาร ยา ที่แม่รับประทานขณะตั้งครรภ์ จะมีผลต่อเด็กในท้อง หรือการที่เด็กได้รับความกระทบกระเทือนเมื่อแรกเกิด

1.4 โรคที่ทำให้มีอาการไข้ เช่น หัด อีสุกอีใส จะรบกวนการขึ้นของฟัน อาจละลาย รากฟันหรือฟันหายได้

1.5 การขาดอาหาร ทำให้เนื้อเยื่อและการเจริญเติบโตผิดปกติ และทำให้สูญเสียฟัน ไปก่อนกำหนด

1.6 นิสัยที่ผิดปกติ จะขัดขวางการเจริญเติบโตของใบหน้า กระดูก ตำแหน่งของฟัน รบกวนการหายใจและทำให้เสียความสมดุลของกล้ามเนื้อของใบหน้า เช่น การดูดนิ้วมือ การ กลืนที่ผิดปกติ การดูดหรือการกัดริมฝีปาก

1.7 การเกร็งของกล้ามเนื้อมากเกินไป การเคี้ยวฟันขณะนอนหลับ ทำให้ฟันสึกหรือ แตกหักได้

1.8 อุบัติเหตุบริเวณบริเวณใบหน้าและฟัน ทำให้มีการละลายของรากฟัน

2.สาเหตุเฉพาะตำแหน่ง

2.1 ความผิดปกติเกี่ยวกับจำนวนฟัน เช่น ฟันเกิน ฟันหายไปบางซี่ ซึ่งอาจเกี่ยว ข้องทางพันธุกรรม

2.2 ความผิดปกติเกี่ยวกับขนาดของฟัน ได้แก่ ขนาดฟันใหญ่กว่าปกติ ฟันที่รวม กัน ความผิดปกตินี้อาจเป็นซี่เดียวหรือหลายซี่ก็ได้

2.3 ความผิดปกติเกี่ยวกับรูปร่างของฟัน ที่พบบ่อยคือ ฟันหน้าบนซี่ที่สอง (peg lateral) จะมีรูปร่างเล็กเรียกว่าปกติ

2.4 ความผิดปกติของเนื้อเยื่อริมฝีปาก (labial frenum) ที่แทรกอยู่ระหว่างฟันหน้า บนซี่แรกทำให้เกิดช่องว่างระหว่างฟันได้

2.5 การสูญเสียฟันก่อนกำหนด

2.6 การคงอยู่ของฟันน้ำนมนานกว่าปกติ

2.7 การที่ฟันแท้ขึ้นช้ากว่าปกติ อาจมีสาเหตุจากความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ การที่ มีเนื้อเยื่อหรือกระดูกที่หนาแน่นกว่าปกติขัดขวางการขึ้นของฟัน มีฟันเกินหรือมีรากของฟันน้ำนม ค้างอยู่

2.8 การขึ้นของฟันในทิศทางที่ผิดปกติ ทำให้ตำแหน่งของฟันผิดปกติไป

2.9 การยึดติดแน่นของรากฟันน้ำนมกับกระดูกรอบๆรากฟัน ทำให้ขัดขวางต่อการขึ้น ของฟันแท้ได้

2.10 ฟันผุเป็นสาเหตุของการสบฟันที่ผิดปกติได้มากที่สุด

2.11 การอุดฟันที่ไม่ถูกต้อง เช่น อุดเกินกว่าปกติ มีผลให้เกิดการสบฟันที่มีจุดสูง กว่าปกติ เกิดการสบไขว้ (crossbite) หรือมีการละลายของกระดูก

Preis²⁷ พบว่านิสัยที่ผิดปกติ เช่น การดูดหรือกัดริมฝีปาก การดูดนิ้วและการกลืนที่ผิดปกติ รวมทั้งการที่มีแรงกระทำต่อบริเวณขากรรไกรเป็นเวลานานๆ เช่น การนั่งเก้าอี้ จะทำให้การเจริญเติบโตของใบหน้าและขากรรไกรผิดปกติไป ซึ่งจะมีผลต่อเด็กในระหว่างที่กำลังมีการเจริญเติบโตมากกว่าผู้ใหญ่

Fleet²⁸ ศึกษาขนาดฟัน แนวโค้งขากรรไกรและความสมดุลของใบหน้าในคนที่มีการสบฟันผิดปกติแบบคลาสวัน พบว่าขนาดของฟันในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวจะมีขนาดของฟันใหญ่กว่าขนาดของฟันเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาของผู้วิจัยรุ่นก่อน และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดฟัน ความยาวแนวโค้งฟัน และปริมาณฟันซ้อนเกของฟันที่เกิดขึ้น

ขนาดฟัน

ขนาดฟันเป็นตัวกำหนดการสบฟันที่สำคัญมากในระหว่างที่มีพัฒนาการของการสบฟัน ขนาดฟันบนและฟันล่างต้องสัมพันธ์กันเพื่อให้มีการสบฟันที่ถูกต้อง และขนาดฟันในแต่ละขากรรไกรต้องมีความสัมพันธ์พอดีกับขนาดของขากรรไกรด้วย เพื่อให้การเรียงตัวของฟันเป็นปกติ ตามข้อสรุปของ Moorrees กับ Reed²⁹ และ Moorrees³⁰ ได้พบว่าความสัมพันธ์ของขนาดฟันน้ำนมและฟันแท้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ทันตแพทย์สามารถทำนายการสบฟันได้ ความผิดปกติของความสัมพันธ์นี้จะมีความสำคัญในการประเมินผลของการเปลี่ยนแปลงของการสบฟันในระยะฟันชุดผสม

Moorrees , Fanning และ Hunt³¹ พบว่าขนาดฟันมีความแตกต่างกันในระหว่างเพศหญิงและเพศชาย เวลาสำหรับการสร้างตัวฟัน และอายุที่ฟันขึ้นก็มีความแตกต่างกันด้วย

Sanin และ Savara¹⁷ วัดขนาดฟันแท้ในแนวระนาบในชาย 51 คน หญิง 50 คน โดยใช้เครื่องมือในการศึกษาดังนี้

1. บูลีย์ เกจ (Boley guage) ที่มีความถูกต้องแม่นยำถึง 0.1 มิลลิเมตร โดยปลายของเกจแหลม เพื่อให้สะดวกในการวัด
2. แบบจำลองฟันของกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้วัดขนาดของฟันทางซ้ายและขวา
3. ค่าปกติ (norms) ของขนาดฟันในแนวระนาบ

พบว่าขนาดของฟันจะแตกต่างกันมากแม้ว่าจะมีการสบฟันแบบปกติ และพบความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการเรียงตัวของฟันดังนี้

1. ความชันของฟันหน้าล่าง
2. การเอียงตัวของฟันเขี้ยวไปทางด้านหน้ามากกว่าปกติ
3. มีการสบฟันแบบ end-to-end ของฟันกรามน้อย
4. การเอียงตัวของฟันหน้าไปทางด้านหน้ามากกว่าปกติ

Norderval , Wisth และ Boe³² ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชันของฟันหน้าล่าง โดยการเปรียบเทียบจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 27 คน มีการสบฟันปกติ กลุ่มที่สองจำนวน 39 คน มีการสบฟันค่อนข้างดี ยกเว้นฟันหน้าล่างมีการชันเล็กน้อย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีทั้งเพศชายและหญิง พบว่าขนาดฟันหน้าล่าง 4 ซี่ในกลุ่มที่สองจะมีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มแรก แต่ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวและความชุกของการมีฟันกรามแท้ซี่สุดท้ายของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน

ความสัมพันธ์ของขนาดฟันบนและขนาดฟันล่าง

Black³³ เป็นคนแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับขนาดฟัน และได้วัดขนาดฟันของคนเป็นจำนวนมาก และแสดงเป็นตารางของขนาดฟัน ซึ่งยังคงใช้อ้างอิงในปัจจุบัน

Lundstrom³⁴ ได้สืบค้นวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทางยุโรปและพบว่า Young สนใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของขนาดฟันบนและขนาดของฟันล่าง โดยการเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีการสบฟันเป็นปกติ แต่มีโอเวอร์ไบท์ต่างกัน 2 ชุด โดยวัดขนาดของฟันตามแนวระนาบจากฟันหน้าแท้ซี่แรกถึงฟันกรามน้อยซี่ที่สอง ในแบบจำลองฟันที่มีการสบฟันแบบ edge-to-edge จะมีความแตกต่างระหว่างผลรวมความกว้างของฟันบนและฟันล่าง มีค่าเท่ากับ 10.9 มิลลิเมตร ส่วนแบบจำลองฟันที่มีโอเวอร์ไบท์มากกว่าปกติ จะมีความแตกต่างระหว่างผลรวมความกว้างของฟันบนและฟันล่างมีค่าเท่ากับ 17.0 มิลลิเมตร

Schwarz³⁵ พบว่าในระยะฟันน้ำนม ถ้าฟันน้ำนมบนมีขนาดเล็กกว่าฟันน้ำนมล่าง จะมีแนวโน้มที่ทำให้ฟันกรามแท้ซี่แรกอยู่หลังกว่าปกติ (post normal position)

Ritter³⁶ , Siepel³⁷ และ Selmer-Olsen³⁸ ได้ศึกษาความกว้างฟันบนและฟันล่าง พบว่ามีความสัมพันธ์ที่เห็นได้ชัดเจนระหว่างผลรวมของขนาดฟันบนและฟันล่างในคนที่มีการสบฟันดี

Ballard³⁹ ศึกษาแบบจำลองฟัน 500 ชุด โดยการวัดขนาดของฟันบนและฟันล่างตามแนวระนาบ พบว่าร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างมีความไม่สมดุลของขนาดฟัน โดยมีความแตกต่างของขนาดฟันทางด้านซ้ายและขวาตั้งแต่ 0.25 มิลลิเมตรหรือมากกว่า นอกจากนี้เขายังสนับสนุนการกรอผิวฟันทางด้านข้างออกเพื่อลดขนาดฟัน ในกรณีที่ฟันมีขนาดใหญ่กว่าปกติเมื่อเทียบกับขากรรไกรที่รองรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกรอผิวฟันทางด้านข้างของฟันหน้าจะมีผลดีกว่าฟันหลัง บริเวณฟันหน้าล่างจะมี 10 บริเวณที่จะกรอผิวฟันด้านข้างได้เพื่อให้ขนาดของฟันหน้าล่างพอเหมาะกับความยาวของฟันบน และกรอผิวฟันด้านข้างเพื่อให้ขนาดของฟันสมดุลกันนี้ ควรจะกระทำก่อนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

Neff⁴⁰ ทำการวัดขนาดของฟันบนและฟันล่างจากแบบจำลองฟัน 200 ชุด และได้เสนอ Anterior coefficient ซึ่งเป็นอัตราส่วนของผลรวมของขนาดฟันบนต่อผลรวมของขนาดฟันล่าง 6 ซี่ และหาความสัมพันธ์ของ anterior coefficient กับปริมาณของโอเวอร์ไบท์ และได้ข้อสรุปว่า การสบฟันปกติจะมีโอเวอร์ไบท์ร้อยละ 20 ของความสูงของฟันหน้าล่าง โดยมีค่า anterior coefficient = 1.20-1.22

Howes²³ วิเคราะห์การสบฟันที่ปกติ พบว่าความกว้างของขากรรไกรบนที่บริเวณฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 43 ของขนาดฟันบนทั้งหมด (maxillary tooth material หรือ MTM) ซึ่งหมายถึงผลรวมของขนาดฟันทุกซี่ตั้งแต่ฟันกรามบนแท้ซี่ที่หนึ่งทางด้านขวาถึงฟันกรามบนแท้ซี่ที่หนึ่งทางด้านซ้าย ความกว้างในบริเวณฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งวัดจากยอดของปุ่มฟันด้านแก้มของฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งจากด้านหนึ่งมายังอีกด้านหนึ่ง และความกว้างของฐานกระดูกรองรับฟันจากแอ่งฟันเขี้ยว (canine fossa) ทางด้านขวาถึงทางด้านซ้ายเท่ากับร้อยละ 44 ของความกว้างฟันบนทั้งหมด ซึ่งแอ่งฟันเขี้ยวคือบริเวณที่อยู่หน้าฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและอยู่ทางด้านหลังต่อรอยนูนฟันเขี้ยว (canine eminence)

เขาใช้กลุ่มตัวอย่าง 125 คน ที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแล้ว พบว่า

1. ถ้าอัตราส่วนความกว้างของแอ่งฟันเขี้ยวต่อความกว้างฟันบนทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 44 แสดงว่าความกว้างของฐานกระดูกรองรับฟันเพียงพอสำหรับการเรียงตัวของฟัน
 2. ถ้าอัตราส่วนระหว่างแอ่งฟันเขี้ยวต่อความกว้างฟันบนทั้งหมด อยู่ระหว่างร้อยละ 37-44
- Howes แนะนำว่าจะเป็นการดีที่จะไม่ต้องรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน หรือต้องยอมรับการซ้อนเกของฟันหน้าล่างหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

Ree⁴¹ วัดแบบจำลองฟัน 25 ชุด ซึ่งมีความสัมพันธ์ของขนาดของฟันกับฐานกระดูกรองรับฟันที่ดีไม่มีช่องว่าง ฟันไม่มีการซ้อนเกหรือหมุน และได้ข้อสรุปจากการศึกษาของเขา ดังนี้

1. ถ้าความสัมพันธ์ของฐานกระดูกรองรับฟันกับจำนวนฟัน ของแต่ละขากรรไกรมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างขนาดฟันและฐานกระดูกรองรับฟัน
2. ในกรณีที่ฐานกระดูกรองรับฟันของขากรรไกรบนแตกต่างจากฐานกระดูกรองรับฟันในขากรรไกรล่างมากกว่าค่าเฉลี่ย จะเกิดความไม่สมดุลระหว่างขากรรไกร แก้ไขโดยการถอนฟันในขากรรไกรที่ใหญ่กว่าปกติ หรือขยายขากรรไกรที่เล็กกว่า
3. ถ้าขนาดของฟันในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างมีความแตกต่างกันมากกว่าค่าเฉลี่ย อาจเกิดการซ้อนเกหรือช่องว่างได้ แก้ไขโดยการลดขนาดของฟันในขากรรไกรหนึ่ง หรือใส่ครอบฟันในขากรรไกรที่มีช่องว่างระหว่างฟัน

Kesling⁴² ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ขนาดฟันที่เรียกว่า “Diagnostic set up “ โดยการเลื่อยฟันจากแบบจำลองฟันด้วยใบเลื่อยขนาดเล็กแล้วเรียงฟันใหม่ให้ได้การสบฟันที่ดี เพื่อดูว่าต้องการลดขนาดฟันลงเท่าใด การสบของฟันบนและล่างจึงสมดุลกัน

Nance⁴³ ได้เสนอ Leeway space (ได้แก่ผลต่างของผลรวมของฟันเขี้ยวและฟันกราม น้าวมกับผลรวมของฟันเขี้ยวแท้และฟันกรามน้อย เท่ากับ 0.9 มิลลิเมตรในฟันบน และ 1.7 มิลลิเมตรในฟันล่าง) ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันกรามแท้ล่างที่แรกไปทางด้านหน้าตามธรรมชาติ การพิจารณา Leeway space จะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์เมื่อฟันของเด็กอยู่ในระยะฟันชุดผสม (mixed dentition)

การวิเคราะห์ขนาดฟัน

เป็นการวัดขนาดของฟันหน้าและฟันหลังในแนวใกล้กลางไกลกลาง เพื่อนำไปเปรียบเทียบ เทียบกัน เช่น วิเคราะห์ของบอลตัน หรือนำไปสัมพันธ์กับขนาดของแนวโค้งของฟัน เช่น วิธีของ Korkhaus หรือการเปรียบเทียบความกว้างและความหนาของฟันหน้าล่างแต่ละซี่ เช่นการวิเคราะห์ของ Peck & Peck⁴⁴ การวัดขนาดของฟันกระทำได้โดยใช้ ดีไวเดอร์ หรือ ไลน์ คาลิเปอร์ (Fine caliper) วัดส่วนกว้างที่สุดของฟันในแนวใกล้กลางไกลกลาง ซึ่งมักจะวัดขนาดของฟันหน้าบนหรือฟันหน้าล่าง 4 ซี่ เพื่อประมาณค่าของขนาดฟันหลังที่ยังไม่ขึ้น หรือใช้ประเมินความกว้าง ความสูง และความยาวของแนวโค้งของฟัน หรือ การวัดขนาดฟันหลังที่ขึ้นแล้วโดยตรงที่ส่วนกว้างที่สุดของฟันในแนวใกล้กลางไกลกลาง เช่นเดียวกัน

ในรายที่ฟันหน้าบนขึ้นไม่ครบ⁴⁵ อาจเนื่องมาจากฟันหายไปตั้งแต่กำเนิด (Congenital missing) หรือถูกถอนไป หรือ Peg shape สามารถหาได้โดย

1. คำนวณจาก Tonn's Index ในรายที่ฟันหน้าล่างขึ้นแล้ว

$$\text{ผลรวมความกว้างของฟันหน้าบน 4 ซี่} = \text{ผลรวมความกว้างของฟันหน้าล่าง 4 ซี่} \times \frac{4}{3} + 0.5$$

2. วัดจากภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (periapical film)

และคำนวณบัญญัติไตรยางค์ เพื่อหาขนาดฟันที่ยังไม่ขึ้น

3. ประเมินจากขนาดฟันที่ขึ้นแล้วด้านซ้ายมักจะเท่ากับด้านขวา

ในรายที่ฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยยังไม่ขึ้น สามารถหาขนาดได้โดย

1. วัดจากภาพรังสีปลายรากฟัน (โดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพขนาน) และคำนวณบัญญัติไตรยางค์ เพื่อหาขนาดฟันที่ยังไม่ขึ้น

2. เปิดตาราง Moyers' Probability Chart¹⁶

Moyers เชื่อว่าฟันกราม มีส่วนในการถ่ายทอดขนาดของฟันทั้งหมด ดังนั้นเมื่อมีฟันซี่ใดซี่หนึ่งใหญ่ ฟันซี่อื่นๆก็มักจะมีขนาดใหญ่ด้วย ยกเว้นฟันตัดบนซี่กลางที่อาจมีขนาดแตกต่างกันไป ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการทำนายขนาดของฟันซี่อื่นๆได้จากความสัมพันธ์ของขนาดฟันดังกล่าว Moyers จึงจัดสร้างตารางทำนายผลรวมความกว้างของฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้อยซี่ที่สองทั้งฟันล่างและฟันบน โดยการคำนวณด้วยสมการถดถอย (regression equation) จากค่าผลรวมของขนาดฟันหน้าล่างทั้งสี่ซี่ ร่วมกับทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability theory) และแนะนำให้ใช้ค่าของขนาดฟันที่อยู่ในระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ซึ่งจะให้ค่าขนาดฟันมากกว่าการใช้ตัวเลขในระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 อันมีผลให้อัตราเสี่ยงของการทำงานในคลินิกลดลง

3. คำนวณจากสมการ

สมการที่ใช้ในการหาค่าผลรวมความกว้างของฟันที่ยังไม่ขึ้น มักอาศัยความกว้างของฟันที่ขึ้นแล้วซึ่งในระยะฟันผสม ฟันที่ขึ้นแล้วในช่องปากได้แก่ฟันหน้าล่างและสมการที่นิยม

3.1 สมการของ Tanaka & Johnston¹⁵

Tanaka และ Johnston ทำการศึกษาแบบจำลองฟันของผู้ป่วยก่อนได้รับการจัดฟันที่พิมพ์ไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 จำนวน 506 ราย เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของฟันและค่าความกว้างของฟันตามตารางของ Moyers ผลการศึกษาสรุปว่ากลุ่มของฟันมีความสัมพันธ์กัน ทำให้สมการในการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{ครึ่งหนึ่งของผลรวมของฟันหน้าล่าง 4 ซี่} + 11 \\ & = \text{ผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย 2 ซี่บนใน 1 Quadrant} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ครึ่งหนึ่งของผลรวมของฟันหน้าล่าง 4 ซี่} + 10.5 \\ & = \text{ผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย 2 ซี่ล่างใน 1 Quadrant} \end{aligned}$$

ซึ่งค่าที่คำนวณได้นี้จะใกล้เคียงกับขนาดฟันตามตารางของ Moyers ที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75

3.3 สมการวัชระและปิยรัตน์¹²

วัชระและปิยรัตน์ได้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นแบบจำลองฟันของคนไทยจำนวน 400 รายอายุ 13-15 ปี ทั้งเพศชายและหญิง เพื่อทำนายผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้อยซี่ที่สองของเด็กไทย พบว่ากลุ่มฟันดังกล่าวมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงต่อขนาดฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งในขากรรไกรเดียวกัน จึงได้สมการพยากรณ์ของแต่ละขากรรไกรดังนี้

$$\text{ขากรรไกรบน} \quad \text{เพศชาย} \quad y = 7.26 + 1.47x$$

$$\text{เพศหญิง} \quad y = 9.86 + 1.20x$$

$$\text{กลุ่มรวม} \quad y = 8.19 + 1.37x$$

$$\text{ขากรรไกรล่าง} \quad \text{เพศชาย} \quad y = 6.70 + 1.34x$$

$$\text{เพศหญิง} \quad y = 7.90 + 1.20x$$

$$\text{กลุ่มรวม} \quad y = 6.05 + 1.38x$$

เมื่อ y คือ ความกว้างเฉลี่ยของฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยทั้งสองซี่

x คือ ความกว้างเฉลี่ยของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง

4. คำนวณจากสมการร่วมกับการวัดจากภาพถ่ายรังสี

Hixon และ Oldfather ⁴⁶ ได้พัฒนาวิธีการทำนายขนาดพื้นที่เยื่อและฟืนกรามน้อย 2 ซี่ล่างโดยวัดขนาดพื้นที่หน้าล่าง 4 ซี่จากแบบจำลองพื้นที่ร่วมกับการวัดขนาดพื้นที่กรามน้อย 2 ซี่ล่างจากภาพถ่ายรังสีด้านหนึ่งด้านใด ซึ่งจะได้ค่าที่วัดได้ (*) และนำมาคำนวณเพื่อประมาณค่าผลรวมของขนาดพื้นที่เยื่อและฟืนกรามน้อยล่าง 2 ซี่ด้านเดียวกัน (**) ถ้า 2 ด้านให้เอา 2 คูณตัวเลขที่หาได้

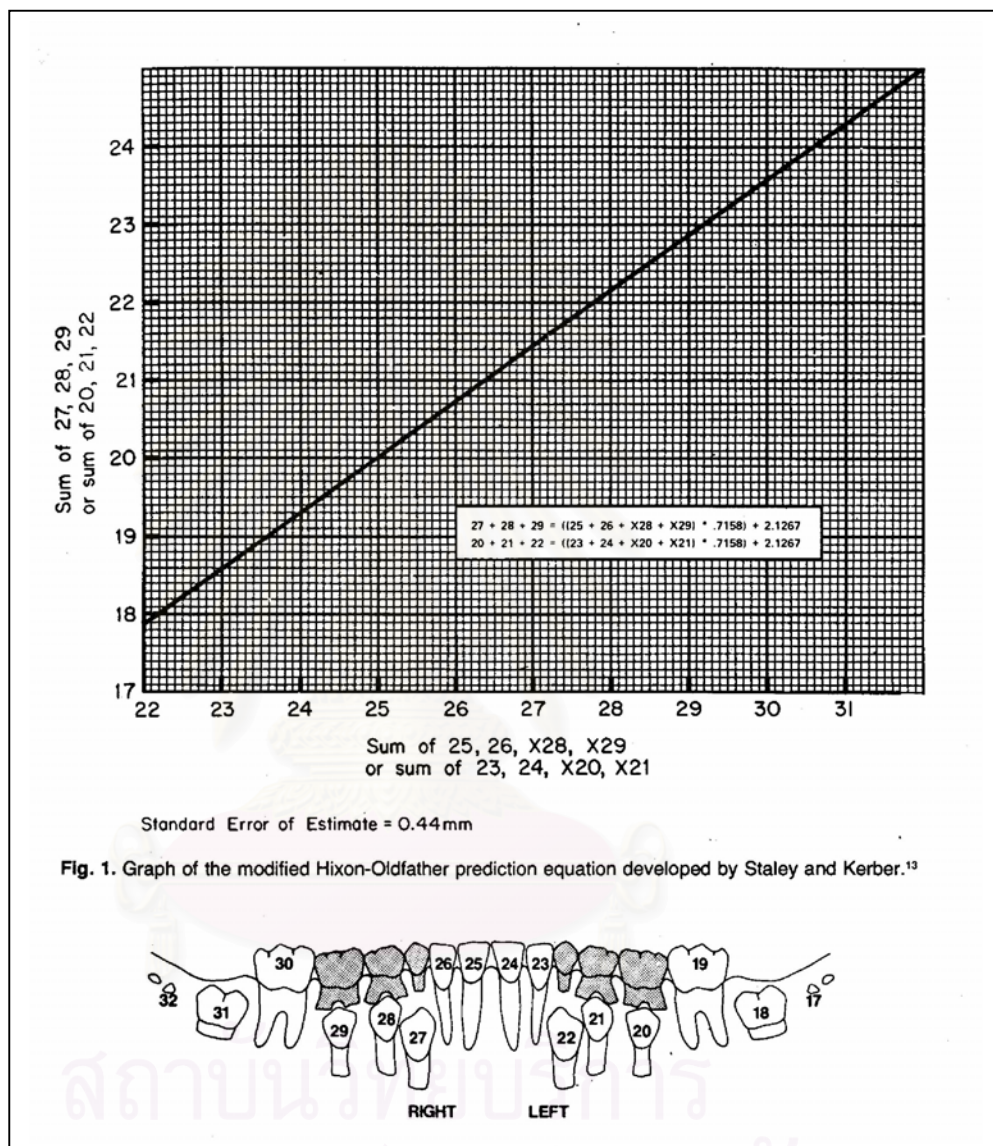
ตารางที่ 1. การทำนายขนาดพื้นที่เยื่อและฟืนกรามน้อย 2 ซี่ล่างจากขนาดพื้นที่หน้าล่าง 4 ซี่ โดยวิธีของ Hixon และ Oldfather ⁴⁷

ค่าวัดได้ (*) มม.	ค่าขนาดพื้นที่โดยประมาณ (**) มม.
46	18.4
47	18.7
48	19
49	19.4
50	19.7
51	20.0
52	20.3
53	20.7
54	21.0
55	21.3
56	21.6
57	22.0
58	22.3
59	22.6
60	22.9

5. คำนวณจากสมการ Revised Hixon – Oldfather prediction equation

Staley และ Kerber ⁴⁷ ได้ดัดแปลงสมการทำนายขนาดพื้นที่ของ Hixon และ Oldfather โดยสร้างเป็นกราฟเพื่ออ่านค่าได้สะดวกดังรูปด้านล่าง ตัวเลขที่กำกับซี่ฟันในรูปภาพพื้นที่ด้านล่างเป็นระบบตัวเลขที่ใช้ทั่วโลก และตัวเลขที่ปรากฏในแนวแกน X และแนวแกน Y เป็นผลรวมความกว้างของขนาดพื้นที่ต่างๆ ซึ่งตัวเลขที่มี X นำหน้าจะแสดงถึงความกว้าง

ของฟันที่วัดจากภาพรังสีรอบปลายรากฟัน และตัวเลขที่ไม่มี X นำหน้าจะแสดงถึงขนาดฟันที่วัดจากแบบจำลองฟันโดยตรง (กราฟที่ 1.)



กราฟที่ 1. กราฟของ Hixon-Oldfather prediction equation ที่ดัดแปลงโดย Staley และ Kerber⁴⁷

Bolton³ ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนของขนาดฟันล่างต่อฟันบน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน ที่มีการสบฟันแบบดีเลิศ (excellent occlusion) โดยที่ 44 คนได้รับการรักษา

ทางทันตกรรมจัดฟัน ส่วนอีก 11 คนยังไม่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเลย เขาวัดขนาดฟันในแนวระนาบและหาโอเวอร์ไบท์ โอเวอร์เจท มุมระหว่างฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง ความยาวของฟันหน้าและความสูงของยอดฟัน สรุปได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบขนาดของฟันที่ได้ศึกษากับการวิจัย Black และ Ballard พบว่ามีความสัมพันธ์อันดี
2. อัตราส่วนของผลรวมขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบน 12 ซี่ เรียก overall ratio จะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 91.3 ± 0.26 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 1.91 และมีสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 2.07
3. อัตราส่วนของผลรวมขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบน 6 ซี่ เรียก anterior ratio จะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.2 ± 0.22 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 1.65 และมีสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 2.14
4. ขนาดของโอเวอร์ไบท์จะมีช่องกว้างในคนที่มีการสบฟันแบบดีเลิศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 31.3 ของความสูงของฟันหน้าล่าง
5. ในกรณีที่มีความแตกต่างของขนาดของฟันบนและฟันล่างต่างจากค่าเฉลี่ย และจำเป็นต้องมีการถอนฟัน เพื่อให้ผลรวมของขนาดของฟันบนและฟันล่างมีความสมดุลกัน เราจะพิจารณาถอนฟันอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้
 - 5.1 ฟันกรามน้อย 4 ซี่
 - 5.2 ฟันเขี้ยวบน 2 ซี่ ฟันกรามน้อยล่าง 2 ซี่ และฟันหน้าล่าง 1 ซี่
 - 5.3 ฟันหน้าล่าง 1 ซี่
 - 5.4 ฟันหน้าบนซี่ที่สอง 2 ซี่ และฟันกรามน้อยล่างซี่แรก 2 ซี่
 - 5.5 ฟันหน้าบนซี่ที่สองและฟันหน้าล่างซี่ที่สอง
6. ลักษณะที่สำคัญ 2 อย่าง ที่มีผลต่ออัตราส่วนของ anterior ratio คือ
 - 6.1 การยื่นของฟันหน้ามากกว่าปกติ และมุมระหว่างฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง
 - 6.2 ฟันหน้าที่มีความหนาของฟันมากกว่าปกติ (Extreme labiolingual thickness)
7. ถ้าอัตราส่วนของผลรวมขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบน 12 ซี่ มากกว่าร้อยละ 91.3 แสดงว่า ฟันล่างทั้ง 12 ซี่มีความกว้างรวมกันมากกว่าปกติ น้อยกว่าร้อยละ 91.3 แสดงว่า ฟันบนทั้ง 12 ซี่มีความกว้างรวมกันมากกว่าปกติ
8. ถ้าอัตราส่วนของผลรวมขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบน 6 ซี่ มากกว่าร้อยละ 77.2 แสดงว่า ฟันล่างทั้ง 6 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ น้อยกว่าร้อยละ 77.2 แสดงว่า ฟันบนทั้ง 6 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ

ประโยชน์ของ Bolton's Analysis นี้ได้แก่⁴⁵

1. ทำให้ทราบถึงความผิดปกติของสัดส่วนของขนาดฟันบนและฟันล่างทั้งฟันหน้า และ/หรือฟันหลัง
2. ช่วยประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการรักษา ร่วมกับการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เช่นในรายที่ต้องการถอนฟันบางซี่ หรือ การขัดฟันทางด้านข้างออกเพื่อลดขนาดฟัน (proximal stripping) เพื่อให้ผลรวมของขนาดฟันบนและล่างมีความสมดุลกัน
3. ประมาณค่าโอเวอร์ไบท์ โอเวอร์เจทภายหลังการรักษาได้

การแปลผลของ Bolton's Analysis ทำโดยตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้⁴⁵ ดังนี้

กรณีที่ 1 ฟันหน้าบนทั้ง 6 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ (Excess Maxillary 6)

แสดงว่าฟันหน้าล่างปกติ

หรือ ฟันหน้าล่างเล็กกว่าปกติ

กรณีที่ 2 ฟันหน้าล่างทั้ง 6 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ (Excess Mandibular 6)

แสดงว่าฟันหน้าบนปกติ

หรือ ฟันหน้าบนเล็กกว่าปกติ

กรณีที่ 3 ฟันบนทั้ง 12 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ (Excess Maxillary 12)

แสดงว่าฟันหน้าบนปกติ และฟันหลังบนมากกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าบนมากกว่าปกติ และฟันหลังบนมากกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าบนมากกว่าปกติ และฟันหลังบนปกติ

หรือ ฟันหน้าบนมากกว่าปกติ และฟันหลังบนน้อยกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าบนน้อยกว่าปกติ และฟันหลังบนมากกว่าปกติ

กรณีที่ 4 ฟันล่างทั้ง 12 ซี่มีขนาดฟันรวมกันมากกว่าปกติ (Excess Mandibular 12)

แสดงว่าฟันหน้าล่างปกติ และฟันหลังล่างมากกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าล่างมากกว่าปกติ และฟันหลังล่างมากกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าล่างมากกว่าปกติ และฟันหลังล่างปกติ

หรือ ฟันหน้าล่างมากกว่าปกติ และฟันหลังล่างน้อยกว่าปกติ

หรือ ฟันหน้าล่างน้อยกว่าปกติ และฟันหลังล่างมากกว่าปกติ

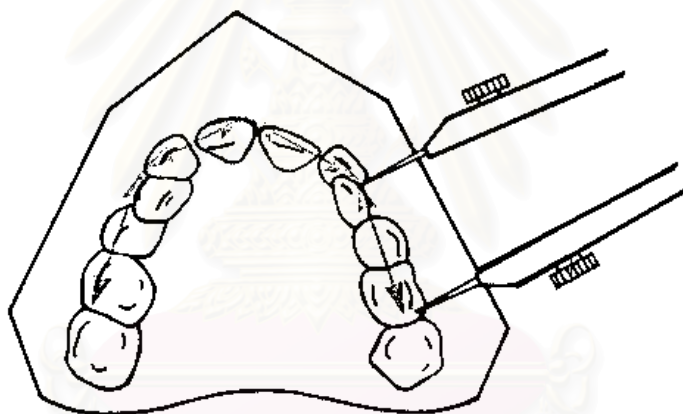
นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของวิรัช⁴⁸ ที่หาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 6 ซี่หน้าในคนไทยที่มีการสบฟันแบบปกติได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.6 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.3 สัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 2.09

และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผลรวมของขนาดฟันล่างต่อผลรวมของขนาดฟันบนของฟัน 12 ที่ ได้ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 91.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.2 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.2 สัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 1.31 ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงหรือเกือบเท่ากับค่ามาตรฐานของ Bolton³

การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟัน⁴⁵

การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันเป็นการวิเคราะห์แบบจำลองฟันอีกชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยการวัดความกว้าง ความสูง และ ความยาวของแนวโค้งฟัน และนำค่าต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐาน หรือการนำขนาดฟันไปสัมพันธ์กับ ขนาดของแนวโค้งฟัน เช่น วิธีของ Korkhaus และ วิธีอื่น ๆ

การวัดความกว้าง ความสูง และ ความยาวของแนวโค้งฟันมีวิธีการวัดโดยใช้ ดีไวเดอร์ หรือ ไฟน์ คาลิเปอร์วัดจุดต่าง ๆ (รูปที่ 11.) ได้แก่



รูปที่ 11. การใช้ดีไวเดอร์วัดความยาวแนวโค้งฟัน

1. ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว (Inter canine width หรือ ICW)

- 1.1 ในขากรรไกรบน วัดจากจุดยอดสุดของปุ่มฟันเขี้ยวบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างยอดสุดของปุ่มฟัน # 13 กับ # 23)
- 1.2 ในขากรรไกรล่าง วัดจากจุดยอดสุดของปุ่มฟันเขี้ยวล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างยอดสุดของปุ่มฟัน # 33 กับ # 43)

2. ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน (Anterior arch width หรือ AAW)

- 2.1 ในขากรรไกรบน วัดจากจุดกึ่งกลางของร่องกลางฟันของฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระหว่างจุดกึ่งกลางของร่องกลางฟัน # 14 กับ # 24)
- 2.2 ในขากรรไกรล่าง วัดจากจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งล่างกับฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 ล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของ # 34 กับ # 35 กับจุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มของ # 44 กับ # 45)

3. ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน (Posterior arch width หรือ PAW)

- 3.1 ในขากรรไกรบน วัดจากหลุมกลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่างหลุมกลางของฟัน # 16 กับ # 26)
- 3.2 ในขากรรไกรล่างวัดจากยอดสุดของปุ่มฟันด้านไกลกลางใกล้แก้มในฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างด้านขวาไปยังด้านซ้าย (คือระยะระหว่าง ยอดสุดของปุ่มฟันด้านไกลกลางใกล้แก้มของฟัน # 46 กับ # 36)

- หมายเหตุ 1. ในรายที่ฟันกรามน้อยบน หรือ ฟันเขี้ยวแท้ยังไม่ขึ้น ให้ใช้จุดกึ่งกลางของสันเหงือกตรงตำแหน่งนั้น หรือหลุมกลาง (central pit) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งบน
2. ในรายที่ฟันกรามน้อยล่างยังไม่ขึ้น ให้ใช้จุดสัมผัสริมสุดด้านใกล้แก้มตรงด้านประชิดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งกับซี่ที่สองหรือสันเหงือกบริเวณนั้นแทน

4. ความสูงของแนวโค้งฟัน (Arch height)

- 4.1 ในขากรรไกรบนวัดจากจุดตัดระหว่างเส้นความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งของฟันกับเส้นกึ่งกลางเพดานปาก ไปยังจุดหน้าสุดของผิวฟันด้านใกล้ริมฝีปากของฟันตัดคู่กลางบน ตามเส้นกึ่งกลางเพดานปาก
- 4.2 ในขากรรไกรล่างวัดจากจุดตัดระหว่างเส้นความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งของฟันกับเส้นกึ่งกลางขากรรไกรล่าง ไปยังจุดหน้าสุดของผิวฟันด้านใกล้เพดานปากของฟันตัดคู่กลางล่าง ตามเส้นกึ่งกลางของขากรรไกรล่าง

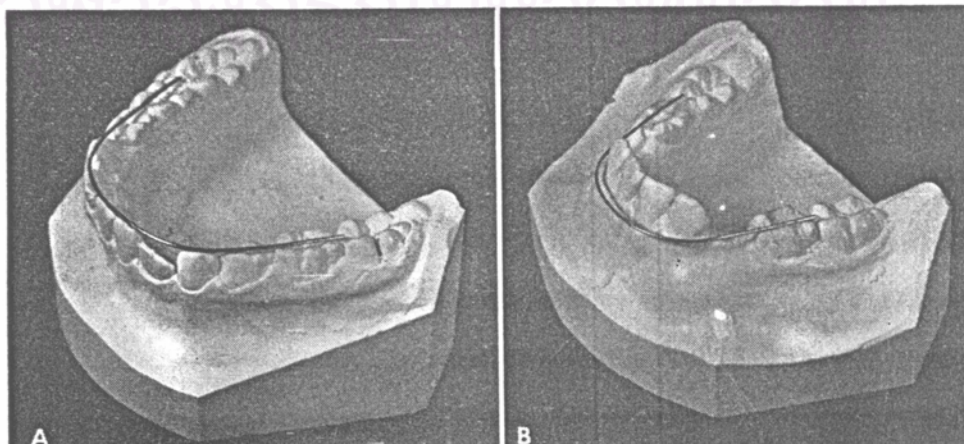
5. การวัดความยาวของแนวโค้งฟัน (Arch length หรือ AL)

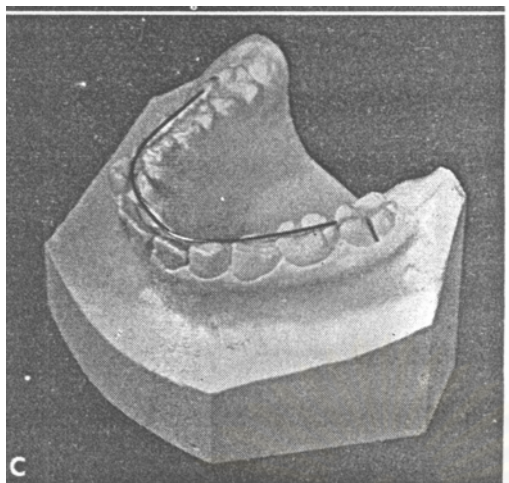
5.1 การวัดความยาวของแนวโค้งฟันที่ปรากฏ (Clinical arch length หรือ Actual arch length หรือ Space available) เป็นการวัดระยะในแนวโค้งฟันที่เรียงตัวอยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่แรก ซึ่งมีวิธีการวัดหลายวิธีดังต่อไปนี้

5.1.1 **วิธีใช้ลูกโซ่แขวน (Hanging chain)** โดย Musich และ Ackerman⁴⁵ เชื่อว่าแนวโค้งของฟันมักจะโค้งเป็นรูปลูกโซ่แขวนปลาย 2 ข้างไว้ ส่วนโค้งของเส้นลูกโซ่จะอยู่บนด้านบดเคี้ยวโดยเฉลี่ยจะผ่าน ด้านประชิดของฟันแต่ละซี่

5.1.2 **วิธีใช้ลวดทองเหลือง** การใช้ลวดทองเหลือง (Soft brass wire) ขนาด 0.025 นิ้ว วางลงบนด้านบดเคี้ยวของฟันหลังและบนปลายฟันหน้า พยายามให้แนวโค้งของลวดเรียบ(smooth curve) วางลวดผ่านจากด้านใกล้กลาง ของฟันกรามแท้ซี่แรกด้านหนึ่งผ่านโค้งไปยังด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่แรกอีกด้านหนึ่ง โดยให้แนวของลวดวางอยู่บนฟันที่อยู่บนสันกระดูกส่วนใหญ่หรือโดยเฉลี่ยไปตามด้านประชิด ของฟันเปรียบเสมือนเป็นแนวโค้งของฟันที่ควรจะเป็นแล้วจึงนำ ลวดทองเหลืองมาตัดเป็นเส้นตรงและวัดระยะดังกล่าวได้เป็นความยาวแนวโค้งของฟันที่ปรากฏ

Huckaba⁴⁹ แนะนำให้วางลวดอยู่บนจุดประชิดของฟันแต่ละซี่ เพื่อให้สอดคล้องกับกระดูกที่รองรับ (รูปที่ 12.) กล่าวคือ ถ้ากระดูกที่รองรับปกติ และแนวแกนฟันหน้าปกติให้วางลวดบนฟันหน้าและฟันหลังดังกล่าวแล้ว ถ้ากระดูกที่รองรับเล็กและแนวแกนฟันหน้ายื่นมาทางด้านหน้า (proclination) ให้วางลวดถอยหลังจากแนวฟันหน้าส่วนฟันหลังปกติ และในทางตรงข้ามถ้ากระดูกที่รองรับใหญ่ และแนวแกนฟันหน้างุ่มไปทางด้านหลัง (retroclination) ให้วางแนวลวดออกมาทางด้านหน้าจากแนวฟันหน้าส่วนฟันหลังปกติ

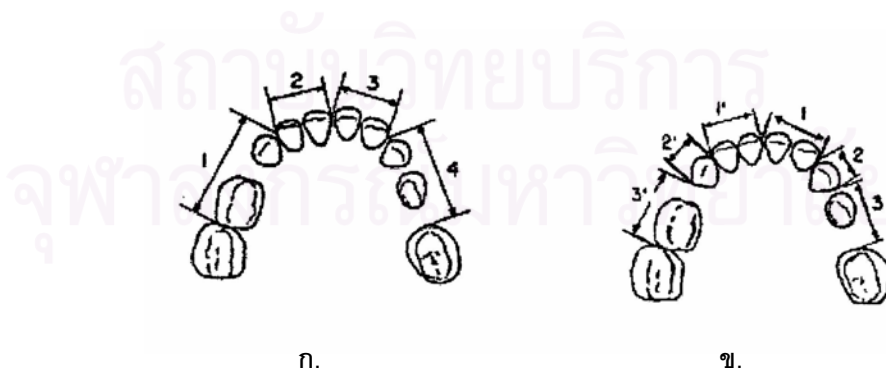




รูปที่ 12 . การวัดแนวโค้งฟันโดยใช้ลวดทองเหลืองตามวิธีของ Huckaba ⁴⁹

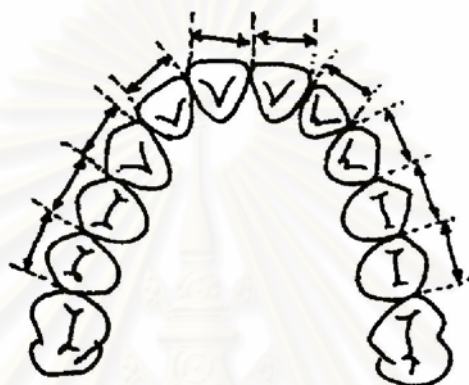
5.1.3 วิธีวัดเป็นส่วนๆ (Segment) โดยใช้บูเลย์เกจ Boley gauge หรือไฟน์คาลิปเปอร์ (Fine caliper) หรือ ดีไวเดอร์ (divider) ⁵⁰

กำหนดจุดเพื่อแบ่งแนวโค้งฟันออกเป็น 4 หรือ 6 ส่วน (รูปที่ 13) ดังนี้ ถ้าแบ่งเป็น 4 ส่วน เริ่มวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของด้านใกล้กลาง ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งถึงด้านไกลกลางของฟันตัดข้าง และจากด้านไกลกลางถึงด้านใกล้กลางของฟันตัดกลางทั้งด้านซ้ายและด้านขวา จะได้ผลรวมของแนวโค้งฟันที่ปรากฏแบ่งเป็น 4 ส่วน (รูปที่ 13 ก) ถ้าแบ่งเป็น 6 ส่วน เริ่มวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งถึงด้านไกลกลางของฟันเขี้ยว และจากด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวถึงด้านไกลกลางของฟันตัดข้าง และจากด้านไกลกลางของฟันตัดข้าง ไปยังด้านใกล้กลางของฟันตัดกลาง (รูปที่ 13 ข)



รูปที่ 13. การกำหนดจุดแบ่งแนวโค้งฟัน 4 ส่วนและ 6 ส่วน จาก Rakosi, T. et al ⁵⁰

5.2 การวัดความยาวแนวโค้งฟันที่ควรจะเป็น (Correct arch length หรือ Space required) เป็นผลรวมของขนาดฟันของฟันแท้แต่ละซี่ที่อยู่หน้าฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง (# 15 ถึง # 25 ในขากรรไกรบน, # 35 ถึง # 45 ในขากรรไกรล่าง) โดยการคำนวณขนาดฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว หรือวัดขนาดฟันโดยตรงจากแบบฟันในรายที่ฟันแท้ขึ้นครบ (รูปที่ 14)



รูปที่ 14. การวัดความยาวแนวโค้งฟันที่ควรจะเป็นในแบบจำลองฟันของผู้ป่วย

การวิเคราะห์แบบจำลองฟันตามวิธีของ Korkhaus⁴⁵ ได้แก่ การพิจารณาความกว้างและความสูงของแนวโค้งฟันที่วัดได้กับความกว้างและความสูงของแนวโค้งฟันมาตรฐาน การเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน หรือการ เปิดตาราง Korkhaus (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงไว้ในเครื่องมือที่เรียกว่า ออร์โธมิเตอร์ (Orthometer) (เป็นเครื่องมือที่รวบรวมค่า ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน และความสูงของแนวโค้งฟัน ที่ผันแปรไปตามผลรวมความกว้างของฟันหน้าบน 4 ซี่) กระทำโดย

1. วัดขนาดของฟันหน้าบนแต่ละซี่ และนำมารวมเป็นความกว้างของฟันหน้าบน 4 ซี่ และวัดความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันจากแบบจำลองฟันของผู้ป่วย
2. นำผลรวมของขนาดฟันหน้าบน 4 ซี่ไปเปิดตารางค่ามาตรฐานที่ Korkhaus จัดทำไว้จากประชากรชาวยุโรปที่มีการสบฟันปกติ (ตารางที่ 2)

3. ได้ค่าความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน และ ความสูงของแนวโค้งฟันจากตารางที่เหมาะสมกับผลรวมความกว้างของฟันหน้าบน 4 ซี่ที่วัดได้
4. เปรียบเทียบความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน และ ความสูงของแนวโค้งฟันที่วัดได้ กับความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟัน ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน และ ความสูงของแนวโค้งของฟัน จากตารางที่ 2
5. ประเมินความผิดปกติในส่วนต่าง ๆ ได้

การวิเคราะห์ตาม Pont's index

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของความกว้างของฟันหน้าบน 4 ซี่ (SI) ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งของฟัน (AAW) และ ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟัน (PAW) ได้แก่

$$AAW = SI \times 100/80$$

$$PAW = SI \times 100/64$$

การแปลผลความผิดปกติ ในส่วนความกว้าง ของแนวโค้งฟัน ⁴⁵

1. ในรายที่มีการสบฟันปกติ ค่าความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบนเท่ากับ ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง และค่าความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบนเท่ากับ ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง
2. ในผู้ป่วยที่มีแนวโค้งฟันส่วนหน้าและส่วนหลังแคบกว่าปกติ อาจพิจารณาวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อหาพื้นที่เพิ่ม โดยการขยายทางด้านข้าง (lateral expansion)
3. ถ้าผู้ป่วยมีความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันแคบกว่าปกติ แต่ส่วนหลังปกติ อาจพิจารณาใช้ เครื่องมือที่มี V-shape screw expansion ช่วยเพิ่มความกว้างแนวโค้งฟันส่วนหน้า
4. ถ้าในผู้ป่วยที่มีแนวโค้งฟันส่วนหลังแคบกว่าปกติ ต้องพิจารณาว่าฟันกรามแท้ซี่แรกด้านใด ห่างจากเส้นกึ่งกลางของแนวโค้งของฟันน้อยกว่าปกติ ถ้าแคบกว่าปกติด้านขวาอาจพิจารณาใช้ Buccal spring ที่ฟันกรามแท้ซี่แรกด้านขวา เพื่อแก้ไขความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันที่แคบกว่ามาตรฐาน

การแปลผลความผิดปกติในส่วนความสูงของแนวโค้งฟัน

1. ในผู้ป่วยที่มีความสูงของแนวโค้งฟันน้อยกว่าปกติ จะแสดงค่าความสูงของแนวโค้งฟันน้อยกว่าค่ามาตรฐาน อาจพิจารณาวางแผนบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อหาพื้นที่เพิ่มโดยทำการขยายในแนวหน้าหลัง (Sagittal expansion) หรือ จัดฟันให้ปลายฟันเฉียงตัวมาด้านริมฝีปากมากขึ้น (proclination)
2. ในผู้ป่วยที่มีความสูงของแนวโค้งฟันมากกว่าปกติ จะแสดงความสูงของแนวโค้งฟันมากกว่าค่ามาตรฐาน อาจพิจารณาวางแผนการรักษาโดย การถอนฟัน หรือ จัดฟันให้ปลายฟันเฉียงตัวมาด้านลิ้นมากขึ้น (retroclination)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่ามาตรฐานของ Korkhaus ในการพิจารณาความกว้างและความสูงของแนวโค้งของฟันในระยะฟันแท้ ซึ่งอาจนำมาเป็นเกณฑ์ใช้กับคนไทยได้

SI (21/12)	AAW บน = ล่าง	PAW บน = ล่าง	AH บน	AH ล่าง
27	32	41.5	16	14
27.5	32.5	42.3	16.3	14.3
28	33	43	16.5	14.5
28.5	33.5	43.8	16.8	14.8
29	34	44.5	17	15
29.5	34.7	45.3	17.3	15.3
30	35.5	46	17.5	15.5
30.5	36	46.8	17.8	15.8
31	36.5	47.5	18	16
31.5	37	48.5	18.3	16.3
32	37.5	49	18.5	16.5
32.5	38.2	50	18.8	16.8
33	39	51	19	17
33.5	39.5	51.5	19.3	17.3
34	40	52.5	19.5	17.5
34.5	40.5	53	19.8	17.8
35	41.2	54	20	18
35.5	42	54.5	20.5	18.5
36	42.5	55.5	21	19

การวิเคราะห์แบบจำลองฟันโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่าง ๆ

1. ค่ามาตรฐานเด็กไทยอายุ 8-10 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง¹³ ซึ่งได้จากเด็กที่มีการสบฟันปกติในระยะฟันผสมและมีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างเป็นปกติ โดยไม่เคยจัดฟันมาก่อน ค่าต่าง ๆ ของขนาดฟันและแนวโค้งของฟัน วัดด้วยวิธีการของ Korkhaus ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบ ค่าต่าง ๆ ที่วัดในแบบจำลองฟันของผู้ป่วยจัดฟัน ที่

มีอายุ 8-10 ปี และอยู่ในระยะฟันผสมเพื่อวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้เช่นกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานของขนาดฟันและแนวโค้งฟันในแนวต่าง ๆ ของเด็กไทยระยะฟันผสมอายุ 8-10 ปี ในเพศชายและเพศหญิง

Sex	Male		Female	
Parameters	Mean	SD	Mean	SD
AZU = Sum of <u>21/12</u>	33.71	2.00	33.26	2.04
AZL = Sum of 21/12	24.26	1.52	24.18	1.45
ICU = Dental arch width of <u>3/3</u>	36.77	1.86	35.93	1.87
ICL = Dental arch width of 3/3	28.48	3.83	28.41	2.44
AWU = Upper anterior arch width	38.83	2.03	37.81	1.60
AWL = Lower anterior arch width	39.51	1.92	38.93	1.85
PWU = Upper posterior arch width	48.95	2.52	47.52	1.98
PWL = Lower posterior arch width	49.96	2.38	48.61	1.83
AHU = Upper anterior arch height	18.38	1.30	18.05	1.22
AHL = Lower anterior arch height	17.06	1.20	16.66	1.18
CLU = Upper clinical arch length	83.17	3.19	81.17	3.35
CLL = Lower clinical arch length	74.14	3.23	78.22	4.25

2. ค่ามาตรฐานของผู้ใหญ่ไทย ซึ่งได้จากการศึกษาของ **จنگลพรรณ และ วันดี**¹⁴ ที่ทำการวิเคราะห์และวัดหาค่าในแบบจำลองฟันของนิสิตทันตแพทย์ชาย หญิงจำนวน 141 ราย อายุเฉลี่ย 23 ปี จึงได้ค่าเฉลี่ยของผู้ใหญ่ไทยดังนี้

- ผลบวกของฟันหน้าบน 4 ซี่ (SI) = 30.88 ± 2.12 มม.
- ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบน = 37.57 ± 2.12 มม.
- ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบน = 45.13 ± 3.37 มม.
- ความสูงของแนวโค้งของฟันในขากรรไกรบน = 17.55 ± 1.29 มม.
- ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง = 35.61 ± 1.75 มม.
- ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง = 47.48 ± 2.46 มม.
- ความสูงของแนวโค้งของฟันในขากรรไกรล่าง = 16.73 ± 1.15 มม.

3. ค่ามาตรฐานของเด็ก และผู้ใหญ่ อายุตั้งแต่ 6 ปี ถึง 18 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิงจากข้อมูลของทางมหาวิทยาลัยมิชิแกน⁵¹ โดยพิจารณาความกว้างแนวโค้งฟันบนและล่าง ที่ตำแหน่งฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง

การพิจารณาความกว้างแนวโค้งฟัน มักใช้ประเมินความผิดปกติในแนวระนาบตัดขวาง (Transverse plane) เช่นในรายที่มีฟันสบคร่อม หรือในรายที่มี transverse displacement ของฟัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่ามาตรฐานของความกว้างแนวโค้งฟันที่ตำแหน่งฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งของคนปกติเพศชายและเพศหญิงอายุ 6-18 ปีจากข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน (หน่วยเป็นมิลลิเมตร วัดที่จุดกึ่งกลางของฟันแท้และฟันน้ำนม*)

sex	Teeth	Canine		First premolar		First molar	
	Ages (yrs)	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Male	6	27.5*	23.3*	32.3*	28.7*	41.9	40.2
	8	29.7*	24.3*	33.7*	29.7*	43.1	40.9
	10	30.5*	24.6*	34.4*	30.2*	44.5	41.5
	12	32.5	25.1	35.7	32.5	45.3	42.1
	14	32.5	24.8	36.0	32.3	45.9	42.1
	16	32.3	24.7	36.6	32.3	46.6	42.8
	18	32.3	24.8	36.7	32.8	46.7	43.0
Female	6	26.9*	22.2*	31.7*	28.4*	41.3	40.0
	8	29.1*	24.0	33.0*	29.5*	42.4	40.3
	10	29.8*	24.1	33.6*	29.7*	43.5	41.0
	12	31.5	24.8	35.1	31.6	44.6	41.8
	14	31.3	24.4	34.9	31.0	44.3	41.1
	16	31.4	23.9	35.2	31.0	45.0	41.5
	18	31.2	23.1	34.6	30.8	43.9	41.7

ความสัมพันธ์ของขนาดความกว้าง ความยาวของแนวโค้งขากรรไกรกับขนาดของฟัน

Sir Charles Tomes⁵² ทำการศึกษาความกว้างของขากรรไกรบน โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของด้านบดเคี้ยวของฟัน สรุปได้ว่าการเพิ่มขนาดความกว้างของขากรรไกรบน อยู่ที่ช่วงอายุ 4 – 15 ปี ประมาณ 1 มิลลิเมตร

Friel⁵³ สังเกตว่าในระยะหลังการขึ้นของฟันน้ำนมสมบูรณ์ และระยะก่อนการขึ้นอย่างสมบูรณ์ของฟันแท้ ส่วนหน้าของแนวโค้งของขากรรไกรบนของฟันน้ำนมจะมีการเจริญเติบโตไปทางด้านหน้าเล็กน้อย และส่วนใหญ่การเจริญเติบโตจะเป็นการเจริญทางด้านข้างของแนวโค้งขากรรไกรให้เหมาะกับฟันหน้าแท้

Cohen⁵⁴ ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาของแนวโค้งของขากรรไกรในเด็ก พบว่าปริมาณของการเจริญเติบโตของความกว้างของแนวโค้งของขากรรไกรจะมากที่สุด ในขณะที่ฟันแท้ขึ้นขึ้น การเจริญเติบโตของเพศชายจะเกิดขึ้นแม้ว่าอายุมากกว่า 13 ปี ยกเว้นบริเวณฟันกรามแท้จะหยุดการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 13 ปี ส่วนในเพศหญิงการเพิ่มความกว้างของแนวโค้งของขากรรไกรจะหยุดเมื่ออายุประมาณ 13 ปี แต่บริเวณฟันกรามแท้จะหยุดการเจริญเติบโตเมื่ออายุประมาณ 10 ปี

Woods⁵⁵ ศึกษาโดยการวัดภาพรังสีกะโหลกศีรษะทางด้านหน้าและด้านข้าง ของกลุ่มตัวอย่าง 28 คน พบว่า

1. ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรบน จะเพิ่มขนาดอย่างช้า ๆ ในขณะที่มีการเจริญเติบโต
2. ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรล่าง มีขนาดคงที่ระหว่างอายุ 3 – 15 ปี
3. ความกว้างระหว่างฟันกรามในขากรรไกรบนจะเพิ่มความกว้างอย่างรวดเร็วจนกระทั่งฟันขึ้นมาสืบกัน และหลังจากนั้นการเพิ่มขึ้นของความกว้างจะมีอัตราช้าลง
4. ความกว้างระหว่างฟันกรามในขากรรไกรล่างจะลดลงช้า ๆ จนกระทั่งฟันขึ้นมาสืบกัน หลังจากนั้นความกว้างจะเพิ่มขึ้นอย่างคงที่
5. เพศหญิงจะมีขนาดความกว้างของแนวโค้งขากรรไกรน้อยกว่าเพศชายในทุกๆขนาดความกว้าง

Barrow และ White⁵⁶ ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของแนวโค้งของขากรรไกรบนและล่างจากกลุ่มตัวอย่าง 51 คน พบว่า

- ในช่วงอายุ 3 - 4 ปี มีการเพิ่มขึ้นของความยาวของแนวโค้งขากรรไกรบน ประมาณ 0.2 มม.
มีการลดลงของความยาวของแนวโค้งขากรรไกรล่าง ประมาณ 2.2 มม.
- ในช่วงอายุ 7 - 10 ปี มีการเพิ่มขึ้นของความกว้างระหว่างฟันกราม ในขากรรไกรบนประมาณ 1.8 มม.
มีการเพิ่มขึ้นของความกว้างระหว่างฟันกราม ในขากรรไกรล่างประมาณ 1.2 มม.
- ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี มีการลดลงของความกว้างระหว่างฟันกราม ในขากรรไกรบนประมาณ 0.4 มม.
มีการลดลงของความกว้างระหว่างฟันกราม ในขากรรไกรล่างประมาณ 0.9 มม.

การลดลงของความกว้างระหว่างฟันกรามหลังอายุ 11 ปี คิดว่าเกิดจากการเคลื่อนที่ของฟันกรามแท้ซี่แรกไปทางด้านหน้าหลังการสูญเสียฟันกรามน้ำนม

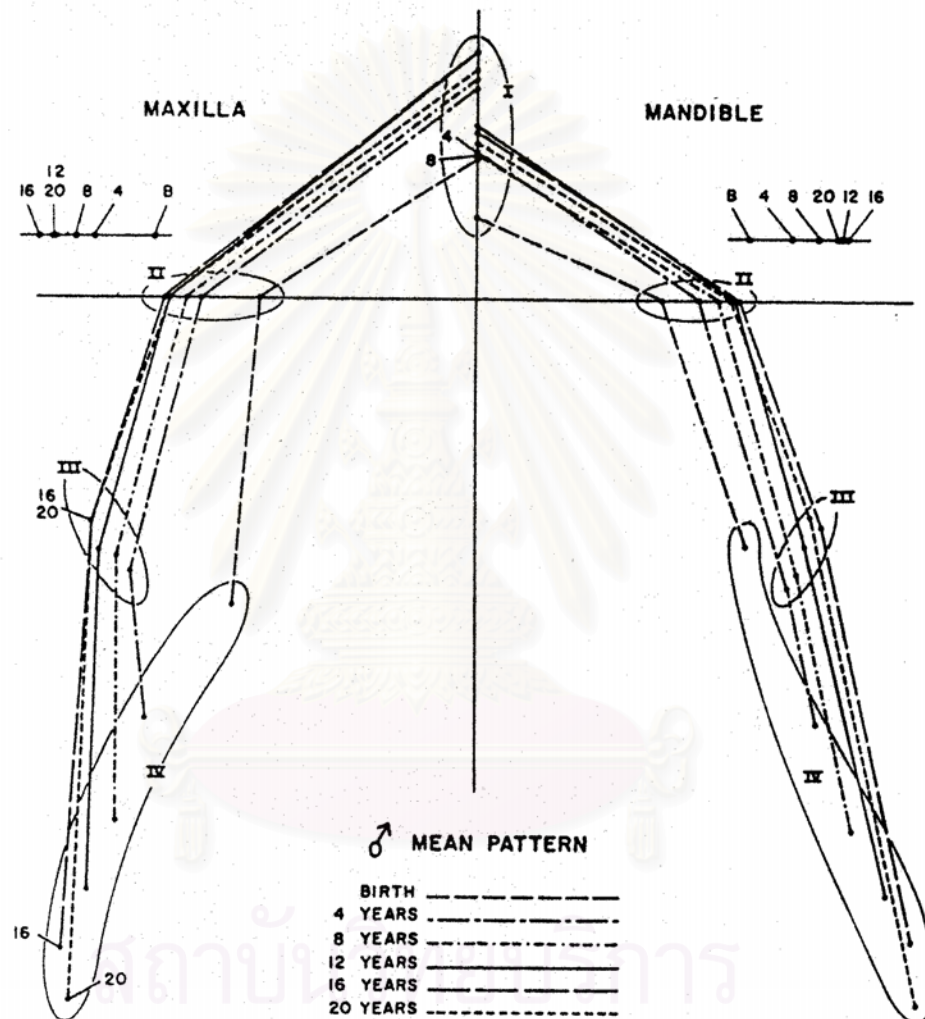
Sillman⁵⁷ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวโค้งขากรรไกรจากกลุ่มตัวอย่าง 65 คน โดยทำการพิมพ์ปากแล้วทำแบบจำลองฟันตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุมากกว่า 25 ปี พบว่า

ในเพศชาย

ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวในขากรรไกรบนจะมีการเพิ่มมากที่สุดตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 4 ปี ช่วงอายุ 4-8 ปี และ 8-12 ปี จะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงอายุ 12-16 ปี และ 16-20 ปี ไม่ค่อยพบการเปลี่ยนแปลง ในขากรรไกรล่างการเปลี่ยนแปลงจะคล้าย ๆ กับในขากรรไกรบน

ความกว้างระหว่างฟันกรามในขากรรไกรบน ตั้งแต่อายุ 4-8 ปี และ 8-12 ปี จะมีความกว้างเพิ่มขึ้นบ้าง ในช่วงอายุ 12-16 ปี การเพิ่มขึ้นน้อยกว่าในระยะแรก และช่วงอายุ 16-20 ปี ไม่พบการเปลี่ยนแปลง ในขากรรไกรล่างจะมีความแตกต่างของการเพิ่มความกว้างในช่วงอายุ 8-12 ปี และ 12-16 ปี

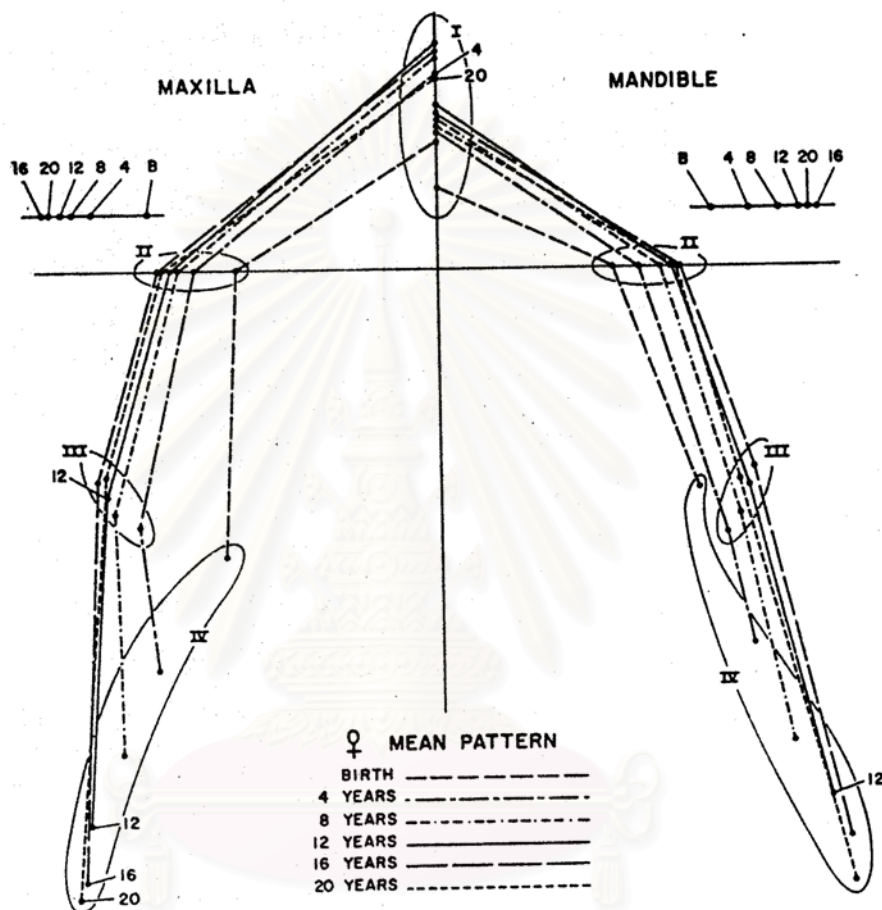
ความกว้างส่วนหลัง (Posterior width) ในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง จะมีการเพิ่มมากที่สุดตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 4 ปี ช่วงอายุ 4-8 ปี 8-12 ปี และ 12-16 ปี ไม่มีความแตกต่างของการเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระยะแรกในช่วงอายุ 16-20 ปี ไม่พบการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 15.)



รูปที่ 15. แสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกรบนและล่าง ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 20 ปี ในเพศชาย โดยการศึกษาของ Sillman⁵⁷

ในเพศหญิง

การเพิ่มของความยาวของขากรรไกรระหว่างจุด III และ IV จะเกิดขึ้นน้อยที่สุดทั้งขากรรไกรบนและล่างในช่วงอายุ 16 – 20 ปี ขณะที่เพศชายจะมีการเพิ่มน้อยที่สุดในช่วงอายุดังกล่าวเฉพาะในขากรรไกรบนเท่านั้น (รูปที่. 16)



รูปที่ 16. แสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกรบนและล่าง ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 20 ปี ในเพศหญิง โดยการศึกษาของ Sillman⁵⁷

Moorrees และ Reed⁵⁸ ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดของแนวโค้งของขากรรไกร จากกลุ่มตัวอย่างที่ประกอบด้วยชาย 84 คน หญิง 100 คน โดยใช้อายุการขึ้นของฟัน (dental age) แทนอายุปฏิทิน (Chronological age) พบว่า

ความกว้างบริเวณฟันเขี้ยว จะขยายน้อยมากประมาณ 0.2-0.3 มิลลิเมตร ในช่วงก่อนการขึ้นของฟันแท้ ในช่วงที่ฟันแท้ขึ้นบริเวณนี้จะขยายมากที่สุดประมาณ 3 มิลลิเมตรในทั้งสองขากรรไกรทั้งเพศหญิงและเพศชาย หลังจากนั้นการเพิ่มขึ้นจะลดลงเมื่อฟันหน้าแท้ขึ้นทั้งสอง

ขึ้น ในขากรรไกรบนการเพิ่มขึ้นของความกว้างบริเวณนี้จะเกิดเมื่อฟันเขี้ยวแท้ขึ้นประมาณ 1.5 มิลลิเมตรแต่ในขากรรไกรล่างจะไม่มี的增加ขึ้นของความกว้างบริเวณนี้

ความยาวของแนวโค้งขากรรไกรในขณะที่ยังฟันหน้าแท้ขึ้น จะมีการลดลงของความยาวแนวโค้งของขากรรไกรบนประมาณ 1.4 มิลลิเมตรในเพศชาย และ 0.9 มิลลิเมตรในเพศหญิง สำหรับความยาวของแนวโค้งของขากรรไกรล่าง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในขณะที่มีการพัฒนาการสบฟัน การลดลงของความยาวของแนวโค้งของขากรรไกรในระยะที่ฟันกรามน้ำนมจะหลุดไปเฉลี่ย 1.5 มิลลิเมตร และ 1.9 มิลลิเมตรในขากรรไกรล่างในเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ

Moorrees และ Chadha⁵⁹ ได้ทำการศึกษาช่องว่างของแนวโค้งขากรรไกรที่เหมาะสมกับขนาดของฟันหน้า ในระหว่างที่มีการพัฒนาการของการสบฟันโดยยึดหลักตามการขึ้นของฟัน พบว่าองค์ประกอบที่มีผลต่อเนื้อที่ของฟันหน้าคือ ขนาดของฟันหน้าแท้และการเจริญเติบโตของฐานกระดูกรองรับฟัน ส่วนในบริเวณฟันเขี้ยวและฟันกรามน้ำนมจะขึ้นกับความสัมพันธ์ของขนาดของความกว้างของฟันน้ำนมและฟันแท้ในแนวระนาบ การเพิ่มความกว้างของแนวโค้งของขากรรไกรบนจะเกิดเมื่อฟันเขี้ยวเริ่มขึ้น การเพิ่มความยาวของแนวโค้งขากรรไกรจะเกิดเฉพาะขากรรไกรบน จึงทำให้บริเวณฟันหน้าบนมีช่องว่างเพียงพอสำหรับการเรียงตัวของฟัน

Moorrees⁶⁰ ได้ศึกษาพัฒนาการของการขึ้นของฟันตามปกติโดยยึดหลักการขึ้นของฟันในกลุ่มตัวอย่างจากแบบจำลองฟันบน 78 อัน และแบบจำลองฟันล่าง 70 อัน พบว่ามีความแตกต่างจากการยึดหลักตามอายุปฏิทิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความยาวของแนวโค้งขากรรไกรสรุปได้ดังนี้

การลดลงของความยาวของแนวโค้งขากรรไกรครั้งแรกเกิดจากการปิดของช่องว่างระหว่างฟันระหว่างฟันเขี้ยวและฟันกรามน้ำนม และความยาวของแนวโค้งขากรรไกรในขณะที่ยังฟันหน้าแท้จะขึ้นกับการเรียงตัวของฟันแท้โดยได้รับอิทธิพลจากแรงของลิ้นและริมฝีปาก

การลดลงของความยาวของแนวโค้งขากรรไกรในครั้งที่สอง เกิดจากการแทนที่ของฟันกรามน้ำนม โดยเคลื่อนไปทางด้านหน้าเพื่อแทนที่ Leeway space และการเคลื่อนมาทางด้านหน้า (mesial migration) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งหลังการหลุดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง

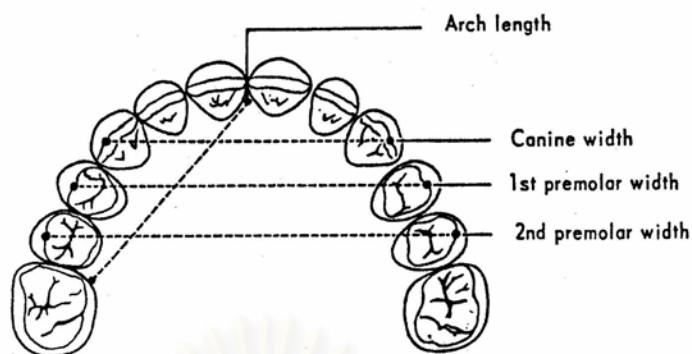
การเพิ่มขึ้นของความกว้างบริเวณฟันเขี้ยว จะคล้ายกันทั้งเพศหญิงและเพศชายและการเปลี่ยนแปลงของความกว้างของแนวโค้งขากรรไกรจะไม่สัมพันธ์กับขนาดของฟันหน้า

Lundstrom⁶¹ แนะนำว่าฐานกระดูกรองรับฟันเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับ การสบฟัน ขนาดและลักษณะของฐานกระดูกรองรับฟันถูกกำหนดโดยตำแหน่งของฟันและแนว โค้งของขากรรไกร

Howes²³ กล่าวว่าในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันไม่ควรพิจารณาเฉพาะขนาดของฟัน และปริมาณของกระดูกที่รองรับ แต่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของขนาดฟันกับฐานกระดูกรองรับ ฟัน และความสัมพันธ์ระหว่างฐานกระดูกรองรับฟันของขากรรไกรบนและล่างที่มีผลต่อความสม ดุลของใบหน้าด้วย พัฒนาการของการเจริญเติบโตของฐานกระดูกรองรับฟันบริเวณฟันกรามน้อย ทางด้านกว้างจะเกิดขึ้นในระยะก่อนการหลุดของฟันกรามน้ำนม เขาสรุปการค้นพบ ดังนี้

1. คนที่มีฟันซ้อนเกจะมีขนาดของฟันรวมกัน (tooth material) มากกว่าในคนที่มีการ เรียงตัวของฟันเป็นระเบียบ
2. คนที่มีฟันซ้อนเกจะมีความกว้างของแนวโค้งขากรรไกรบริเวณฟันกรามน้อยน้อยกว่า ปกติ
3. คนที่มีฟันซ้อนเกจะมีความกว้างของแนวโค้งขากรรไกรบริเวณฟันกรามน้อยไม่ได้สัดส่วน กับขนาดของฟันรวมกัน
4. ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อรอบๆฟัน จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความกว้าง ของแนวโค้งขากรรไกรบริเวณฟันกรามน้อย
5. คนที่มีระนาบของขอบล่างขากรรไกรล่างชัน (Steep mandibular plane angle) จะมี แนวโค้งของขากรรไกรแคบและสั้นกว่าปกติ

Mills⁶² ได้ทำการศึกษาความกว้างของแนวโค้งขากรรไกร ความยาวของแนวโค้งขากรรไกร และขนาดของฟันในเพศชายที่อยู่ในช่วงอายุ 17-21 ปี จำนวน 230 คนที่มีการสบฟันเป็นปกติ (Neutro-occlusion) มีฟันที่อยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่สองขึ้นครบในทั้งสองขากรรไกร โดยที่กลุ่ม ตัวอย่างไม่เคยได้รับการรักษาทันตกรรมจัดฟันเลย พบว่าค่าเฉลี่ยของความกว้างของแนวโค้ง ขากรรไกรที่บริเวณฟันกรามน้อยซี่ที่สองจะเป็นตัวชี้สำคัญในการบอกการซ้อนเกของฟัน ซึ่งการ ศึกษาสนับสนุนข้อสรุปของ Howes²³ แต่ Mills⁶² ไม่พบความสัมพันธ์ของขนาดฟันและความ ยาวของแนวโค้งขากรรไกรหน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่สองกับการเรียงตัวของฟัน



รูปที่ 17. ความกว้างและความยาวของแนวโค้งขากรรไกรโดยการศึกษาของ Mills⁶²

Richardson และ Broodie⁶³ ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของความกว้างขากรรไกรบน สรุปได้ว่า

- 1.ฐานกระดูกรองรับฟันของขากรรไกรบนบริเวณหน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งตามปกติจะมีรูปร่างสั้น กว้าง และเป็นแนวโค้ง
2. แนวโค้งของการเรียงตัวของฟันจะกว้างมากที่สุดในระยะสุดท้ายของฟันชุดผสมหลังจากนั้นความกว้างจะลดลงจนกระทั่งฟันกรามน้อยขึ้น
3. อาจเกิดช่องว่างและการซ้อนเกในขากรรไกรเดียวกันได้

การวิเคราะห์เนื้อที่

ผู้ป่วยที่รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรม จัดฟันมักอยู่ในช่วงอายุ 8-14 ปี ซึ่งเป็นระยะฟันผสม การวิเคราะห์เนื้อที่ให้กับฟันแท้ที่จะขึ้นมาจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการวางแผนการรักษา เพื่อให้ฟันแท้มีเนื้อที่ในแนวโค้งของฟันที่ถูกต้องและเหมาะสมหรือ ที่เรียกว่า **การวิเคราะห์เนื้อที่** (Space Analysis หรือ Arch length Analysis) เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ความยาวตามแนวโค้งฟันเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของกระดูกที่จะรองรับฟันว่าเพียงพอให้กับฟันแท้ที่จะขึ้นหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต่อไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาเนื้อที่ให้ฟันแท้ขึ้นขณะเปลี่ยนฟัน⁴⁵ ได้แก่

1. Leeway space เป็นความแตกต่างของขนาดฟันน้ำนมและขนาดฟันแท้ที่ Nance ได้กำหนดไว้ว่า ผลรวมของความกว้างของฟันน้ำนม 3 ซี่ (ฟันเขี้ยว น้ำนม, ฟันกรามน้ำนม 2 ซี่)

กับผลรวมของความกว้างของฟันแท้ 3 ซี่ (ฟันเขี้ยวแท้, ฟันกรามน้อย 2 ซี่) ใน 1 quadrant มีความแตกต่างกันเป็นระยะ Leeway space ซึ่งประมาณ 1.7 มิลลิเมตร ในฟันล่าง และ 0.9 มิลลิเมตร ในฟันบน

2. **Forward extension** ของแนวโค้งฟัน โดยเฉพาะในรายที่มีการเปลี่ยนฟันหน้า น้ำนมบนจะมีการขึ้นของฟันหน้าแท้ในทิศทางเคลื่อนตัวมาข้างหน้าและลงล่างทำให้ แนวโค้งของฟันมีความยาวมากขึ้น

3. **Mesial shift ของฟันกรามแท้** เมื่อมีการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง มักอยู่ในลักษณะ Cusp to cusp ก่อน ต่อเมื่อมีการหลุดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 2 จึงทำให้มีการเคลื่อนตัวของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งเพื่อให้เกิดการสบฟันกรามเป็นปกติ (Molar Class I relationship)

Moyers กล่าวว่าการศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองฟันในระยะฟันผสมจะสมบูรณ์ได้ต้องพิจารณาขนาดของฟันแท้ที่อยู่หน้าฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ความยาวของแนวโค้งของฟันส่วนใหญ่ที่ปรากฏในแบบฟัน (Arch perimeter หรือ Actual arch length) และการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเนื่องจากการเจริญเติบโตและพัฒนาการ (Growth and development) การเปรียบเทียบความยาวของแนวโค้งฟันที่ปรากฏกับผลรวมของขนาดฟันแท้ที่จะขึ้นบริเวณนั้นทั้งหมด ทำให้ทราบปริมาณของเนื้อที่ที่ขาดหายไป (Crowding) หรือเนื้อที่ที่เหลือ (Spacing)

ดังนั้นการวิเคราะห์เนื้อที่ จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน และเป็นแนวทางในการวางแผนรักษาทางทันตกรรมจัดฟันอีกด้วย

การวิเคราะห์เนื้อที่ กระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การวัดความยาวของแนวโค้งฟันที่ปรากฏ ด้วยวิธีต่างๆดังกล่าวมาแล้ว จากนั้นนำค่าที่วัดได้ และ เนื้อที่ที่ต้องการมาเปรียบเทียบกันและหาผลต่างของค่าทั้งสอง นั่นคือ **ค่าความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ (Arch length discrepancy หรือ ALD)** ซึ่งสามารถนำมาใช้คาดคะเนเนื้อที่ให้กับฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้นในระยะฟันผสม หรือฟันแท้ที่ขึ้นแล้วพบสภาพข้อบกพร่องในระยะฟันแท้

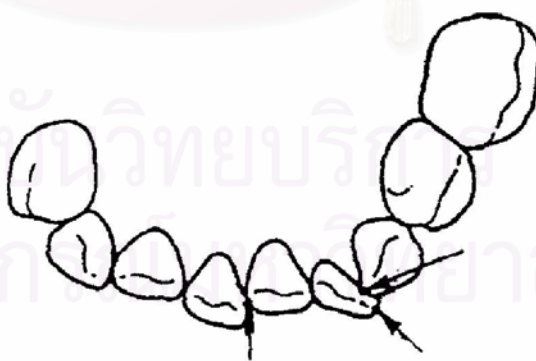
ถ้า **ความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่** เป็น + แสดงว่ามีเนื้อที่เหลือ (Spacing) ภายหลังจากจัดเรียงฟันแท้ทุกซี่ที่อยู่หน้าต่อฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนแนวโค้งที่เหมาะสมแล้ว ซึ่งอาจจะวางแผนแก้ไขโดยการเคลื่อนฟันเพื่อปิดช่องว่างนั้น ๆ หรือพิจารณาใส่ฟัน

ถ้า **ความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่** เป็น - แสดงว่าไม่มีเนื้อที่พอ (Crowding) ในการจัดเรียงฟันทุกซี่ที่อยู่หน้าฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งไว้บนแนวโค้งที่เหมาะสมได้

2. การพิจารณาสภาพฟันซ้อนเกหรือสภาพฟันห่างที่ปรากฏในแบบฟัน โดยเฉพาะใน ระยะฟันแท้ที่มีวิธีหาความคลาดเคลื่อนของเนื้อได้อีกวิธีหนึ่งคือการใช้ ดีไวเดอร์ หรือ ไฟน์ คา ลิเปอร์ วัดโดยตรงที่บริเวณฟันซ้อนเกหรือช่องห่างระหว่างฟันแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความ กว้างของฟันแท้ที่จัดเรียงเข้ามาในแนวโค้งของฟันในตำแหน่งนั้น ๆ (รูปที่ 18) หรือ วัดที่จุดสัมผัส ของฟันซี่ที่ซ้อนเกนั้น กับส่วนที่เกออกนอกแนวโค้งของฟัน จะได้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของ เนื้อที่ตรงบริเวณนั้น ๆ (รูปที่ 19)



รูปที่ 18. วิธีวัดความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่โดยตรงบริเวณฟันที่ผิดปกติ จาก พรทิพย์⁴⁵



รูปที่ 19. การกำหนดจุดสัมผัสของฟันที่ซ้อนเกในการวัด Arch parameter จาก พรทิพย์⁴⁵

3. การทำ Model set up หรือ Diagnostic setup⁶⁴

เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์เนื้อที่ในระยะฟันแท้บนแนวโค้งเพื่อพิจารณาว่าเพียงพอให้ฟันแท้เรียงตัวได้บนแนวโค้งของกระดูกที่รองรับหรือไม่ มักใช้ในรายที่มีปัญหาในการตัดสินใจว่าอาจจะถอนฟัน กรอดัดเนื้อฟันด้านข้าง หรือ เลือกฟันที่จะถอนเพื่อให้มีการจัดเรียงตัวของฟันในตำแหน่งที่เหมาะสม การทำ Model setup นี้สามารถพิจารณาเนื้อที่ได้ถึง 3 แนวได้แก่ แนวหน้าหลัง แนวใกล้กลางไกลกลาง และ แนวด้านบดเคี้ยวคอฟฟัน (occluso-cervical)

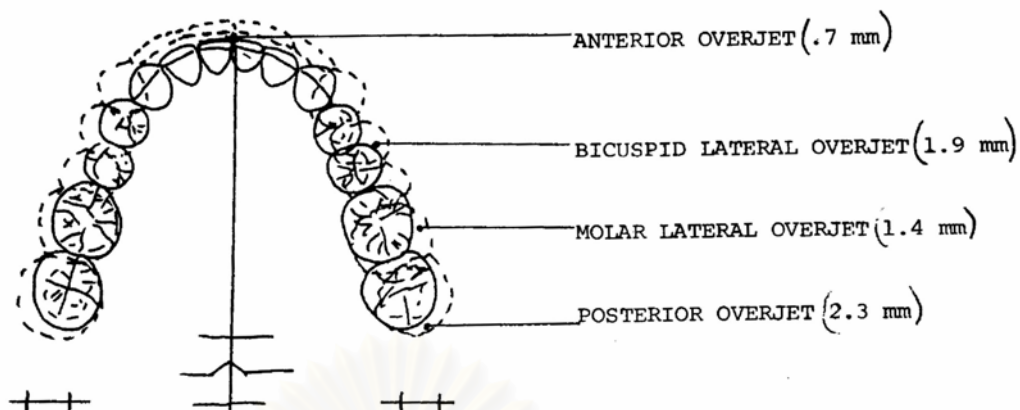
ขั้นตอนการทำ Model set up

1. นำแบบฟันเข้าอาร์ติคูลเตเตอร์ ให้มีการสบฟันตำแหน่งในศูนย์กลางด้วยการนำขี้ผึ้งกัดสบ (wax bite) มาเป็นตัวกำหนดการสบฟัน
2. เลื่อยแบบฟันบริเวณเหนือขอบเหงือกเล็กน้อยในฟันบนและต่ำกว่าขอบเหงือกเล็กน้อยในฟันล่าง
3. ตัดฟันออกเป็นซี่ ๆ โดยเลื่อยผ่านจุดประชิดของฟัน
4. จัดเรียงฟันด้วยขี้ผึ้งบนฐานแบบฟันเดิมได้จัดระดับความสูงของการสบฟันไว้แล้วในอาร์ติคูลเตเตอร์โดยพิจารณาเส้นกึ่งกลางฟันหน้าบนและล่างให้สอดคล้องกับเส้นกึ่งกลางใบหน้า รวมทั้งระนาบการสบฟันที่เหมาะสมอีกด้วย

4. การใช้ Occlusogram⁶⁵

Occlusogram เป็นการลอกลายด้านบดเคี้ยวของฟันทุกซี่บนแนวโค้งฟัน ลงบนแผ่นใสอาจจะเป็นกระจกหรือแผ่นพลาสติกใสก็ได้ จากภาพถ่ายวีวด้านบดเคี้ยวกำลังขยาย 1:1 หรือ จากภาพซีร็อกซ์ (xerox) ด้านบดเคี้ยวของฟันหรือจากภาพถ่ายรังสีวีวด้านบดเคี้ยว (Occlusal film) หรือลอกโดยตรงจากแบบฟันด้านบดเคี้ยว การลอกลายนี้จะกำหนดจุด ยอดปุ่มฟันด้านแก้มและปลายฟันหน้า รวมทั้งกำหนดเส้นกึ่งกลางเพดานปาก และเส้นกึ่งกลางขากรรไกรล่าง เพื่อเป็นตำแหน่งสำคัญในการเปรียบเทียบเมื่อแนวโค้งของฟัน เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปจากเดิม

White⁶⁵ ได้ศึกษาค่ามาตรฐาน (Norms) จากแบบจำลองฟันที่สบกันในลักษณะปกติมา สร้างเป็น Occlusogram ตามวิธีของ Burstone (รูปที่ 20.)



รูปที่ 20. Occlusogram ของค่ามาตรฐานจากแบบจำลองฟัน จาก White, L.H.⁶⁵

จากหลักอันนี้จึงนำมาใช้วิเคราะห์แบบจำลองฟันของผู้ป่วยโดยกำหนดจุดใกล้กลางไกลกลาง และต่อจุดทั้งหมด แล้วนำมาเทียบกับแบบแนวโค้งฟันในอุดมคติ (Ideal arch form) แล้วจึงวาดรูปฟันลงในแนวโค้งมาตรฐานที่ควรจะเป็นในผู้ป่วยรายนั้น (รูปที่ 21.)



รูปที่ 21. การกำหนดจุดใกล้กลางไกลกลาง ในการวิเคราะห์แบบฟันของผู้ป่วย จาก White, L.H.⁶⁵

และนำมาพิจารณาหาความคลาดเคลื่อนของเนื้อโดยการซ้อนภาพที่ควรจะเป็นกับภาพเดิม จะทำให้สามารถคาดคะเนความคลาดเคลื่อนของเนื้อได้ (รูปที่ 22.)



รูปที่ 22. ความสัมพันธ์ของขนาดฟันใน Occlusogram จาก White, L.H.⁶⁵

การสร้าง Occlusogram จำเป็นต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของขนาดฟันในขากรรไกรเดียวกัน หรือในขากรรไกรบนและล่าง การวิเคราะห์ของบอลตัน จึงมีส่วนช่วยให้การสร้าง Occlusogram สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

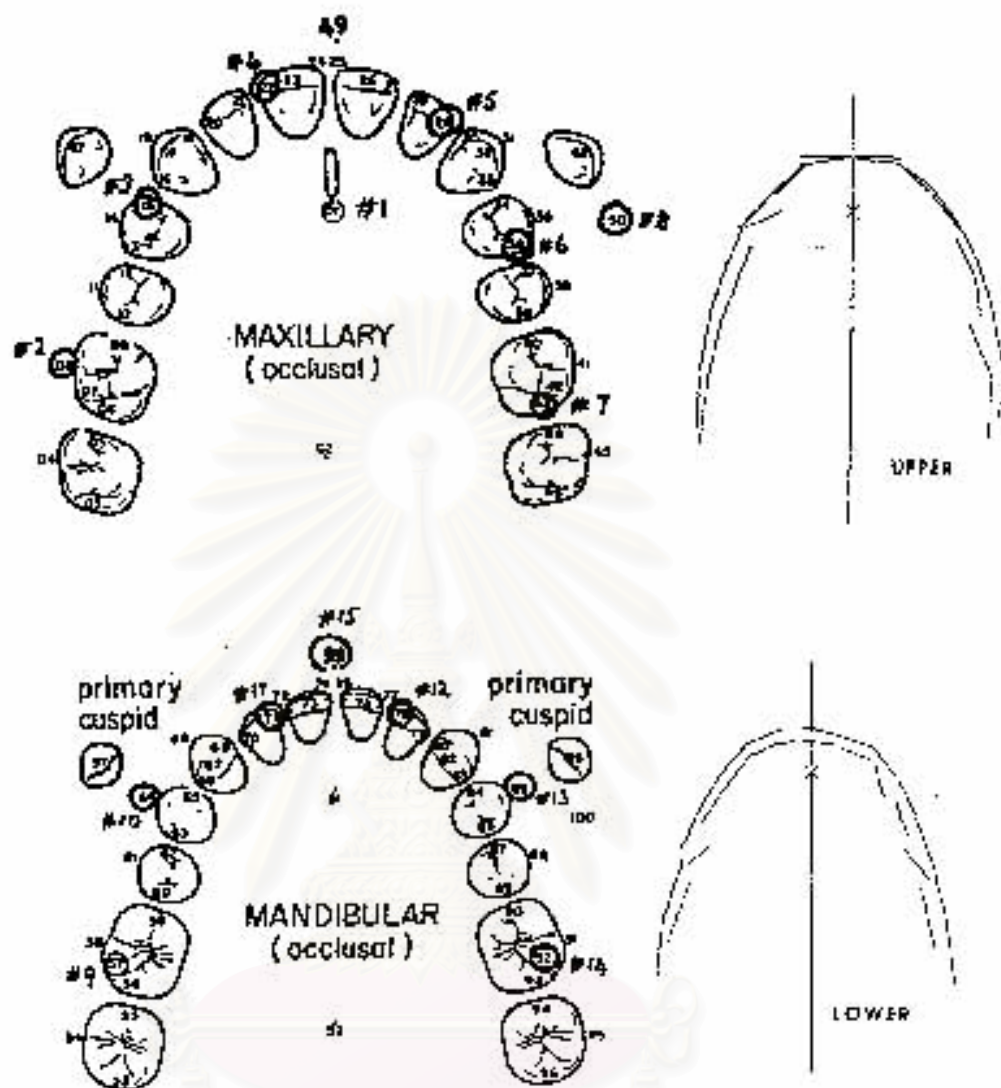
ตัวอย่าง ผู้ป่วยที่มีการสบฟันชนิดคลาสทู ดิวีชั่นทู (รูปที่ 23.)



รูปที่ 23. ตัวอย่างผู้ป่วยที่มีการสบฟันชนิดคลาสทู ดิวีชั่นทู จาก White, L.H.⁶⁵

5. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 24)

Begole และคณะ⁹ ได้คิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองฟันในผู้ป่วยโดยกำหนดจุดต่างๆ บนรูปภาพของแบบฟันวีวต่าง ๆ การวัดแนวโค้งฟันจะอยู่ในลักษณะผลรวมของแต่ละช่วง จากด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งถึงด้านไกลกลางของฟันตัดข้าง และจากจุดนี้ลากไปยังด้านใกล้กลางของฟันตัดกลางเช่นเดียวกัน เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลออกมาในรูปของเส้นต่าง ๆ ของแนวโค้งฟัน



รูปที่ 24. การกำหนดจุดบนแบบจำลองฟันและข้อมูลที่ออกมาในรูปแบบของเส้นต่าง ๆ โดย Begole และคณะ⁹

มีบริษัท Rocky Mountain Data System (RMDS)⁴⁵ ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความยาวแนวโค้งฟัน (Arch length) และรูปร่างแนวโค้งฟัน (Arch form) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ในแบบจำลองฟันที่มีฟันซ้อนเก
2. คำนวณหารูปแบบแนวโค้งฟันในอุดมคติสำหรับผู้ป่วยและเมื่อเปรียบเทียบกับแบบฟันเดิม เพื่อช่วยให้สามารถวางแผนการรักษาได้

วิธีการ

1. ทันตแพทย์จัดฟันจัดสิ่งขึ้นกัดสบ (wax bite) ของผู้ป่วย พร้อมกับภาพถ่ายด้านบดเคี้ยวของฟันบนและล่าง หรือภาพถ่ายรังสีด้านด้านบดเคี้ยวของฟันบนและล่าง พร้อมกับ ภาพถ่ายรังสีชนิด ออร์โทแพนโตโมแกรม หรือ ภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากฟัน ในรายที่อยู่ในระยะชุดฟันผสม

2. เจ้าหน้าที่ของ RMDS จะทำการลอกลาย ด้านบดเคี้ยวของฟันล่างและลากเส้น จุดใกล้กลาง และ จุดไกลกลางของฟันแต่ละซี่ในดิจิทัลเซอร์ (Digitizer) ของเครื่องคอมพิวเตอร์

3. ในรายที่อยู่ในระยะฟันผสม ขนาดของฟันน้ำนมและฟันแท้จะบันทึกจากภาพรังสี ออร์โทแพนโตโมแกรม หรือภาพรังสีรอบปลายรากฟัน

4. กำหนดตำแหน่งฟันกราม ฟันเขี้ยว และฟันหน้า จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้ Catenary curve สำหรับแนวโค้งเฉลี่ยของฟัน โดยให้ผ่านฟันดังกล่าว

5. คอมพิวเตอร์จะคำนวณ ความยาวทั้งหมดของแนวโค้งที่มีอยู่และผลรวมความกว้างของฟันล่างแต่ละซี่

ถ้ามีฟันน้ำนมเหลืออยู่ จะเปรียบเทียบฟันน้ำนมและฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น โดยอัตโนมัติและคำนวณ Leeway space ได้

การวิเคราะห์แบบฟันของ RMDS มักทำร่วมกับการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ซึ่งการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างจากคอมพิวเตอร์จะคำนวณออกมาในลักษณะ

1. ตำแหน่งในอุดมคติของฟันหน้าล่าง
2. ตำแหน่งหน้าสุดของฟันหน้า เมื่อพิจารณาร่วมกับความสวยงาม การใช้งาน และ เสถียรภาพ
3. Facial angle มีความสัมพันธ์กับ ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวอย่างไรเมื่อพิจารณาถึงอายุผู้ป่วย
4. Lower face height มีความสัมพันธ์กับ ความกว้างระหว่างฟันกรามอย่างไรเมื่อพิจารณาว่า สามารถขยายบริเวณความกว้างระหว่างฟันกรามได้อีกหรือไม่ พร้อมกับชี้ให้เห็นถึงขีดจำกัดของ ตำแหน่งฟันหน้าล่าง ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวและ ความกว้างระหว่างฟันกราม

เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดจากแบบจำลองฟันและภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง คอมพิวเตอร์จะหาแนวทางที่เหมาะสมโดยสร้างเป็น Catenary curve อันใหม่ที่สอดคล้อง

กับการปรับตำแหน่งฟันหน้าล่าง ถ้าเนื้อที่เพียงพอในการจัดเรียงฟันล่างจะจัดเป็น ผู้ป่วยที่ไม่ต้องถอนฟัน (non-extraction case) ซึ่ง Ricketts กล่าวว่าประมาณร้อยละ 70 ของผู้ป่วยในระยะฟันผสมจะเป็นผู้ป่วยที่ไม่ต้องถอนฟัน

6. การวิเคราะห์เนื้อที่ในแบบจำลองฟันร่วมกับการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง⁴⁵

6.1 วิธีของ Merrifield ที่อ้างโดย Bishara และ Staley

Merrifield⁴⁹ แนะนำให้วิเคราะห์เนื้อที่ ในระยะฟันผสม โดยพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

6.1.1 Molar relationship (รูปที่ 25. A)

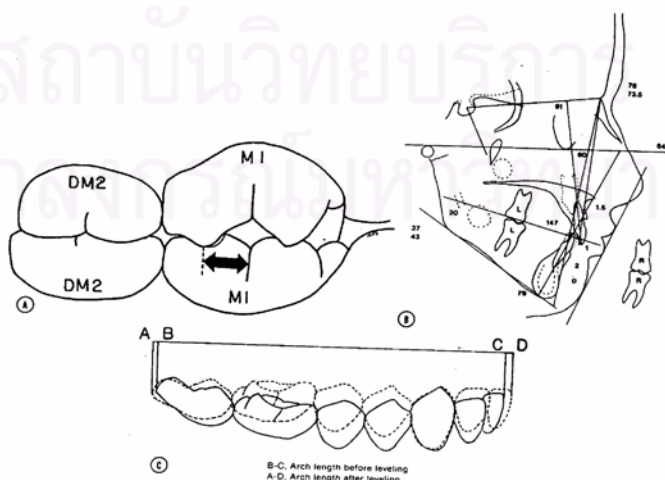
ถ้า End to end Molar relationship ต้องคำนึงถึงระยะทางการเคลื่อนของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างมาทางด้านใกล้กลาง โดยวัดจากปุ่มฟันใกล้กลางใกล้แก้มถึงร่องฟันใกล้แก้ม และนำระยะนี้ลบออกจากความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ ในรายที่ต้องการเนื้อที่ในการเคลื่อนฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างมาทางใกล้กลาง

6.1.2 Lower incisor inclination (รูปที่ 25. B)

แนวแกนของฟันหน้าล่างทำมุมกับ Mandibular plane ในภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เป็นองศา Tweed แนะนำให้คูณจำนวนองศาที่ตั้งฟันหน้าล่างด้วย 0.8 แล้วจึงนำตัวเลขที่ได้ลบออกจาก ความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ ในรายที่ตั้งฟันเพื่อให้ปลายฟันหน้าล่างไปทางด้านหลัง แต่ถ้าต้องการตั้งฟันหน้าล่างโดยให้ปลายฟันหน้ามาทางด้านหน้า ต้องนำตัวเลขนี้ไปบวกกับความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่

6.1.3 Curve of Spee (รูปที่ 25. C)

Baldrige ได้ศึกษาการลด curve of Spee และพบว่าจำเป็นต้องใช้เนื้อที่ในแนวโค้งฟัน โดยเฉลี่ย 3.5 ± 0.14 (2.3-5.2 มม.) ซึ่ง Merrifield แนะนำให้ เฉลี่ยความสูง (มิลลิเมตร) ของ curve of Spee และ นำจำนวนมิลลิเมตรนั้นลบออกจากความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่



รูปที่ 25. การพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกรวิเคราะห์เนื้อที่ ในระยะฟันผสม ตามวิธีของ Merrifield ที่ อ้างโดย Bishara และ Staley

6.2 วิธีของ Ricketts

Ricketts ให้ความสำคัญของแนวโค้งฟันล่าง จึงมักหาค่าความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ในฟันล่างเป็นหลัก รวมทั้งพิจารณาตำแหน่งฟันหน้าล่าง และฟันกรามแท้ล่างเพื่อวางแผนการรักษาในฟันบนให้สอดคล้องกันและมีการสบฟันอย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์แบบจำลองฟัน จะต้องประกอบด้วยการวิเคราะห์เนื้อที่โดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่ การพิจารณาค่าความกว้างแนวโค้งฟัน และค่าความสูงของแนวโค้งฟัน จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เพื่อช่วยในการตัดสินใจแก้ไขความผิดปกติในส่วนต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ในผู้ป่วยที่มีฟันหน้ายื่น จะมีลักษณะไบหน้าอูม(convex profile) ทำให้ต้องตัดสินใจถอนฟันบางซี่ออก เพื่อลดการยื่นของฟันหน้าได้ ในขณะที่เดียวกันเมื่อมีการถอนฟันบางซี่ออกจำเป็นต้องนำเนื้อที่ที่ได้จากการถอนฟันนั้นมาคำนวณร่วมกับการแก้ไขสภาพฟันซ้อนเกที่มีอยู่ เพื่อพิจารณาว่าการถอนฟันนั้นจะได้ช่องว่างในการแก้ไขฟันหน้ายื่นได้หรือไม่ และการเปลี่ยนแนวแกนฟันหน้าบนและล่างให้เหมาะสมกันจะมีผลต่อลักษณะไบหน้าด้านข้างของผู้ป่วยนั้น ๆ หรือไม่

การวิเคราะห์แบบจำลองฟัน 3 มิติ

การวิเคราะห์แบบจำลองฟันมีความสำคัญในงานทันตกรรมจัดฟัน ทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัด และงานทันตกรรมประดิษฐ์ เนื่องจากเป็นการบันทึกสภาพฟันของผู้ป่วยในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน อาทิเช่น ในเชิงคลินิกนั้นแบบจำลองฟันช่วยในการวินิจฉัยทำนายการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัด และทำการเฝือกฟัน (Occlusal splints) ในแง่การศึกษาแบบจำลองฟันมีประโยชน์ทั้งต่อคนไข้ ทำให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยได้เข้าใจกันมากขึ้น และตัวทันตแพทย์เองยังสามารถเรียนรู้และได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากแบบจำลองฟัน มีประโยชน์ในการนำมาวิเคราะห์วิจัย และในแง่ของกฎหมาย อย่างเช่นในกรณีของประเทศอังกฤษนั้นข้อกำหนดให้จัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วยอย่างน้อย 10 ปี (Medical Defense Union, correspondence 1989, 1992) ; (Medical Protection Society correspondence 1989, 1992) The British Association of Orthodontists (สมาคมทันตแพทย์จัดฟันอังกฤษ) ได้แนะนำว่าควรเก็บแบบจำลองของผู้ป่วยเป็นเวลา 10 ปีหรือจนกระทั่งผู้ป่วยอายุ 26 ปี หรือนานกว่านี้^๑ และ Machen ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเก็บแบบจำลองฟันของผู้ป่วยเอาไว้เพื่อเป็นหลักฐานหากมีการฟ้องร้องจะได้นำมาใช้เพื่อต่อสู้คดีความได้

อย่างไรก็ตามการเก็บแบบจำลองฟันนั้นก็มีข้อเสียอยู่หลายประการ

1. แบบจำลองฟันนั้นแตกหัก บิ่น เสียหายได้ง่าย เทอะทะ
2. การเก็บแบบจำลองฟัน จำเป็นต้องเก็บใส่ในกล่อง หรือภาชนะบรรจุซึ่งใช้เนื้อที่มาก
3. การค้นหาแบบจำลองฟันของผู้ป่วยในการทำงานในคลินิกนั้นใช้เวลานานและเป็นสิ่งที่น่าเบื่อ
4. ในกรณีของผู้ป่วยที่รักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดนั้น อาจมีความจำเป็นต้องได้รับการตรวจจากหลายคลินิก ซึ่งเป็นเรื่องลำบากที่จะหยิบแบบจำลองฟันของผู้ป่วยมาดูได้ในทันที นอกจากนี้ผู้ป่วยจะนำแบบจำลองฟันติดตัวไปด้วย

ด้วยข้อจำกัดต่าง ๆ เหล่านี้ได้จุดประกายความคิดทำให้มีกลุ่มคนคิดพัฒนาวิธีการเก็บข้อมูลของแบบจำลองฟันในรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นมา ดังนี้

1. **Photogrammetry** : เป็นวิธีการที่นำมาปรับใช้กับรูปถ่ายแบบจำลองฟันของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามพบว่า เครื่องมือที่นำมาใช้สร้างภาพ 3 มิตินั้นมีราคาแพง และทำให้ลำบาก

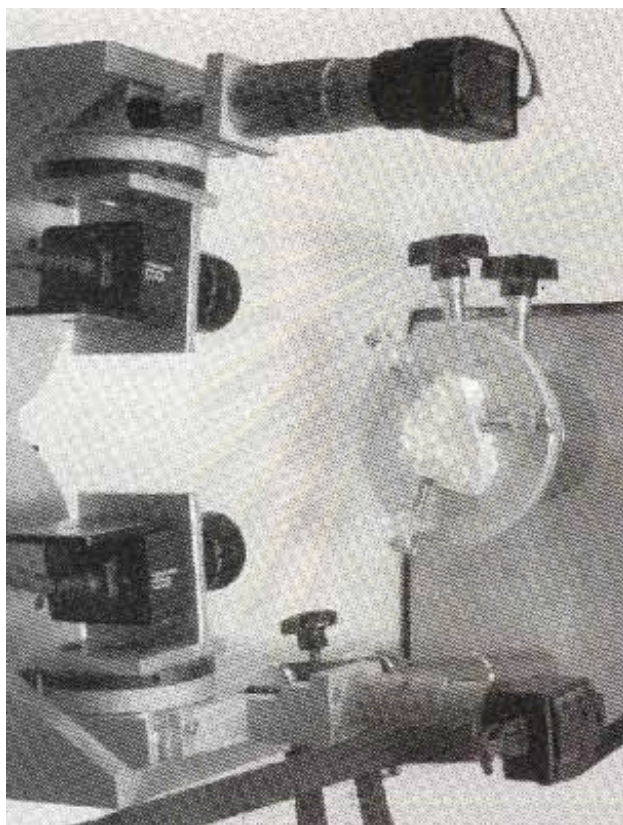
2. **Holography** หรือเดิมมีชื่อว่า Wavefront reconstruction process ซึ่ง Graber เคยพูดถึงในปี 1948 แต่พบว่ายังไม่มีการพัฒนาลำแสงเลเซอร์จนกระทั่งปี 1960 ซึ่งมีการปฏิบัติ holographic technique ขึ้นมา กล้อง holography ที่ได้รับการออกแบบโดยเฉพาะ ถูกนำมาใช้บันทึกภาพแบบจำลองฟัน ใน 4 ด้านด้วยกัน คือ 1.) ด้านบน 2.) ด้านหน้า 3.) ด้านข้างซ้าย 4.) ด้านข้างขวา ภาพที่ถ่ายด้วย holography นี้เป็น 3 มิติ แต่อยู่ในสภาวะคงที่ (static) ไม่สามารถทำการแก้ไขได้

ภาพ Hologram นั้นไม่สามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจนโดยเฉพาะบริเวณฟันหน้า ซึ่งเงาของฟันหน้าบนจะบังฟันหน้าล่างในรูปด้านหน้า (Frontal) และอาจเก็บฟิล์มไว้เพื่อเป็นหลักฐานทางการแพทย์ และ holography นับเป็นก้าวแรกในการพยายามเก็บแบบจำลองฟัน แต่ยังไม่สามารถแทนที่การเก็บแบบจำลองฟันแบบดั้งเดิมได้

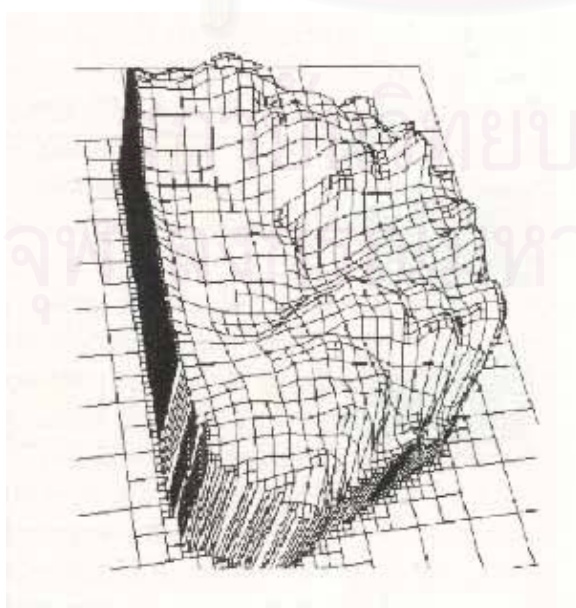
3. **Biostereometric technique** : เป็นเทคนิคที่มีพื้นฐานในการใช้สเตอริโอแบบคู่ (stereo pair) ของกล้องวิดีโอ และ special texture illumination ซึ่งสามารถบันทึกภาพได้รวดเร็ว (ระดับเสี้ยววินาที) และเป็นระบบที่ไม่แพง โดยเทคนิคนี้จะอาศัยการใช้ สเตอริโอแบบคู่ของกล้องวิดีโอซึ่งเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และทำให้เกิดการสร้างภาพ 3 มิติขึ้นในบริเวณที่กล้องสามารถจับภาพได้อย่างชัดเจน ดังนั้นหากต้องการสร้างภาพแบบสมบูรณจึงจำเป็นต้องใช้กล้องวิดีโอ จำนวน 6 ตัวด้วยกัน

จากการศึกษาของ Ayoub และคณะ^๑ ที่ได้ทดลองใช้กล้องวิดีโอ 2 ตัว บันทึกภาพแบบจำลองฟัน โดยจัดวางให้ตัวกล้องวิดีโอห่างจากแบบจำลองฟัน 500 มม. และระยะห่างระหว่างกล้องทั้ง 2 ตัวคือ 100 มม. โดยที่กล้องทั้ง 2 ตัว วางเข้าหากันเป็นมุมแหลม (รูปที่ 26.)

ความละเอียดของกล้อง (Camera resolution) เท่ากับ 576 x 768 ไมโนโครม พิกเซล (Monochrome pixels) และกล้องวิดีโอเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลด้วย standard frame grabber ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณภาพโทรทัศน์ให้เป็นชุดข้อมูลที่เป็นตัวเลข/ดิจิตอลและใช้ซอฟต์แวร์ชื่อ "C3D - builder" ซึ่งพัฒนาโดยความร่วมมือของ Turing Institute and Glasgow Dental Hospital and School , University of Glasgow.



รูปที่ 26. มุมมองของอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพแบบจำลองฟันให้ได้ภาพ 3 มิติ จาก Ayoub, A.F. et al ⁸



รูปที่ 27. ภาพโครงข่ายของรูปหลายเหลี่ยม (Polygon mesh) บนพื้นผิวแบบจำลองฟันปูนพลาสติก
จาก Ayoub, A.F. et al ⁸

จากการศึกษาในครั้งนั้นได้ข้อสรุปดังนี้

1. เทคนิคดังกล่าวสามารถเก็บบันทึกข้อมูลแบบ 3 มิติของแบบจำลองฟันได้อย่างเที่ยงตรง
2. เป็นเทคนิคที่ราคาไม่แพง
3. สามารถบันทึกข้อมูลในแฟ้มของผู้ป่วยหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
4. สามารถทำการสร้างแบบจำลองฟันขึ้นมาใหม่ได้โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บไว้
5. สามารถทำการสื่อสารระยะไกล (Telecommunication) ระหว่างโรงพยาบาลหรือศูนย์วิจัยต่าง ๆ ได้
6. สามารถย้อนทับข้อมูลที่บันทึกอย่างเป็นลำดับ (serial records) เพื่อวัดความแตกต่างกันได้
7. ช่วยลดปัญหาทางการเงิน และพื้นที่ในการจัดเก็บแบบจำลองฟันที่มีปริมาณมาก

นอกจากนี้ Redmond⁶⁴ และ Marcel⁶⁶ ได้พูดถึงดิจิทัลอิมเมจ (แบบจำลองฟัน 3 มิติ) ของ OrthoCAD service (Cadent, Inc, Fairview, NI, WWW.orthocad.com) โดยนำ state-of-the-art computer-aided design (CAD) มาใช้ในการทำแบบจำลองฟัน 3 มิติขึ้นมาในระบบนี้ทันตแพทย์เพียงแค่ส่งแบบพิมพ์ฟันอัลจินต์และซีผึ้งกัดสบ ไปยังศูนย์บริการออร์โธแคด (OrthoCAD service center) จากนั้นภายใน 1 อาทิตย์ทันตแพทย์จัดฟันจะได้แบบจำลองฟัน 3 มิติดาวน์โหลดมาผ่านทางอินเทอร์เน็ตซึ่งสามารถจัดเก็บ, วินิจฉัย, เรียกมาดู รวมทั้งส่งผ่านข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ได้โดยสะดวก

ข้อมูลของแบบจำลองฟัน 3 มิติ 1 ชุด ต้องการเนื้อที่ในการเก็บ 3 เมกกะไบท์ ดังนั้นแผ่นคอมแพคดิสก์ขนาดกลาง 650 เมกกะไบท์ สามารถบรรจุแบบจำลองฟัน 3 มิติได้ 200 ชุด และขณะเดียวกันฮาร์ดดิสก์ขนาด 20 กิกะไบท์ สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่า 6,000 ชุด

OrthoCAD 3D browser เป็นซอฟต์แวร์ที่มีหน้าจอที่ผู้ใช้สามารถทำงานได้สะดวก และมีรูปภาพแบบจำลองฟันในมุมมองต่างๆ ที่ทันตแพทย์นิยมใช้เวลาวิเคราะห์แบบจำลองฟัน มีคาลิเปอร์เสมือนจริงปรากฏบนหน้าจอ (virtual on-screen caliper) ทำให้สามารถใช้วิธีวิเคราะห์ (Analysis) ได้หลายแบบ เช่น วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน (Bolton Analysis) แนวกึ่งกลางฟันโอเวอร์ไบท์หรือโอเวอร์เจท เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีจุดเด่น คือ Occlusogram ซึ่งแสดงสีต่างๆ ตามบันทึกการสบฟัน (Bite registration) รวมทั้งจุดสบและเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองฟันก่อนและหลังรักษาและข้อได้เปรียบอีกอย่างของแบบจำลองฟัน 3 มิติของออร์โธแคด ที่เหนือกว่าแบบจำลองฟันปูนพลาสติกคือ สามารถตัดแบบจำลองฟันออร์โธแคด ได้เป็นส่วนๆ ทำให้สามารถมองเห็นในมุมมองต่างๆ ได้ เช่น แนวตัดขวาง (transverse)

แต่ข้อเสียของโปรแกรมฮอโรแคดคือ วิธีการนำข้อมูลของแบบจำลองฟันเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เป็นวิธีสแกนชนิดทำลาย ทำให้สูญเสียแบบจำลองฟันต้นแบบไป ดังนั้นจึงมีผู้พยายามคิดวิธีการ จำลองแบบจำลองฟันในรูปแบบสามมิติด้วยวิธีอื่น⁶⁷ อาทิเช่น structured light แสงเลเซอร์ (laser light) หรือ รังสีเอกซเรย์ เพื่อยังคงสภาพแบบจำลองฟันต้นแบบไว้ อย่างเช่น จีโอดิกัม อีโมเดล (GeoDigm's emodels) ซึ่งเกิดจากขบวนการสแกนพื้นผิวแบบจำลองฟันด้วยแสง เลเซอร์ และทำให้ได้ภาพดิจิทัลสามมิติที่มีรายละเอียดสูง (high-resolution 3D image) และมีความเที่ยงตรง ± 0.1 มม. โดยเครื่องสแกนเนอร์จะยิงลำแสงเลเซอร์กราดไปบนพื้นผิวแบบจำลอง ฟัน และใช้กล้องดิจิทัลวิเคราะห์ความบิดเบี้ยวของลำแสง แบบจำลองฟันจะถูกทำให้หมุนรอบ ทุกแนวแกนเพื่อให้ทุกพื้นผิวถูกสแกนด้วยแสงเลเซอร์

ซึ่งขบวนการเหล่านี้ทำให้ได้ส่วนยอดสามมิติที่มาเชื่อมต่อกันเป็นสามเหลี่ยมนับพันเพื่อ สร้างเป็นภาพสามมิติขึ้นมา จากนั้นซอฟต์แวร์จะเป็นตัวแสดงภาพ อีโมเดล (emodel) บนหน้าจอ คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นภาพสามมิติที่มีรายละเอียดสูง สามารถนำมาวัดและวิเคราะห์บนหน้าจอ คอมพิวเตอร์ราวกับว่ากำลังกระทำต่อแบบจำลองฟันที่เป็นปูนพลาสติกที่อยู่บนมือ

สำหรับขั้นตอนปฏิบัติของทันตแพทย์ในการจัดส่งแบบพิมพ์ฟันและขึ้นซี่งัดสบไปยังจีโอดิกัม นั้นคล้ายกับของฮอโรแคด แต่ต่างกันตรงที่จีโอดิกัมนั้น ทันตแพทย์สามารถได้รับแบบจำลองฟันที่เป็นปูนพลาสติกกลับมาด้วยได้ ถ้าแจ้งความต้องการในตอนแรก

สำหรับความสามารถของอีโมเดลซอฟต์แวร์ (emodel software) นั้นไม่แตกต่างจากฮอโรแคดมากนัก ซึ่งผู้ใช้สามารถหมุนภาพแบบจำลองฟันดูได้ทั้งสามมิติ ขยายภาพ ทำการวัด ใช้วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน กำหนดจุดต่างๆ ตัดแบบจำลองฟันในแนวขวาง คูโอเวอร์ไบท์ โอเวอร์ เจท วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการสบฟันได้เช่นเดียวกัน

Kusnoto และ Evans⁶⁸ ได้ศึกษาถึงความน่าเชื่อถือของการนำเอาเครื่องเลเซอร์ สแกนเนอร์พื้นผิวสามมิติสำหรับใช้ในงานทันตกรรมจัดฟัน ในการศึกษาในครั้งนั้นได้ใช้เครื่อง เลเซอร์สแกนเนอร์พื้นผิว Minolta Vivid 700 3D laser surface scanner โดยใช้คลาสทุ เลเซอร์ (Class II laser λ) ความยาวคลื่น 685 นาโนเมตร ที่ 25 mW ที่มีมุมกระจายของลำแสง (beam-spread angle) 21 องศา ในแนวนอน และ 0.1 องศา ในแนวตั้ง ผลการศึกษาจากแบบจำลองฟัน ค่าความกว้างระหว่างฟันกราม (molar width) ที่วัดได้มีความเที่ยงตรงถึง 0.2 มิลลิเมตร (± 0.1 มม. $P > 0.05$) และในการวัดความลึกของเพดานปากนั้นมีความเที่ยงตรง 0.7 มิลลิเมตร (0.2 มม. $P > 0.05$)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบการวัดที่ทำบนแบบจำลองฟันดิจิทัล (บนจอคอมพิวเตอร์) กับการวัดบนแบบจำลองฟันปูนพลาสติก โดย Santoro และคณะ⁶⁹ ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบการวัดทั้ง 2 วิธีกับแบบจำลองฟันของผู้ป่วยก่อนการรักษาจำนวน 76 ราย ที่สุ่ม

คัดเลือกมาศึกษา โดยทำการพิมพ์ปากผู้ป่วยรายละเอียด 2 ชุด ชุดแรกนำไปเทเป็นแบบจำลองฟันปูนพลาสเตอร์ซึ่งนำไปวัดด้วย บูลีย์ เกจ ส่วนแบบพิมพ์ปากอีกชุดหนึ่งจัดส่งไปศูนย์บริการอโศกแคว้นจากผลการศึกษาพบว่าขนาดฟัน และ โอเวอร์ไบท์ ที่วัดได้จากทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.16-0.49 มม. ซึ่งจัดได้ว่าไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางคลินิก และสำหรับโอเวอร์ไบท์ที่วัดได้นั้นไม่พบความแตกต่างของค่าที่วัดได้ระหว่าง 2 กลุ่ม

ดังนั้นจากบทความที่กล่าวมาทั้งหมด นับได้ว่าความพยายามที่จะนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาปรับใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองฟันและเก็บบันทึกแบบจำลองฟันสามมิตินั้นเป็นพัฒนาการทางทันตกรรมจัดฟันอีกด้านหนึ่งที่ไม่หยุดยั้ง และมีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่การทำงานการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม และทำให้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างทันตแพทย์หรือระหว่างหน่วยงานทำได้รวดเร็วมากขึ้น ช่วยลดปัญหาในการจัดเก็บแบบจำลองฟัน เพื่อหวังผลให้การทำงานทางทันตกรรมจัดฟันสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งต่อทันตแพทย์จัดฟันและผู้ป่วยต่อไป



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

I การจัดทำ

ขั้นตอนที่ 1.

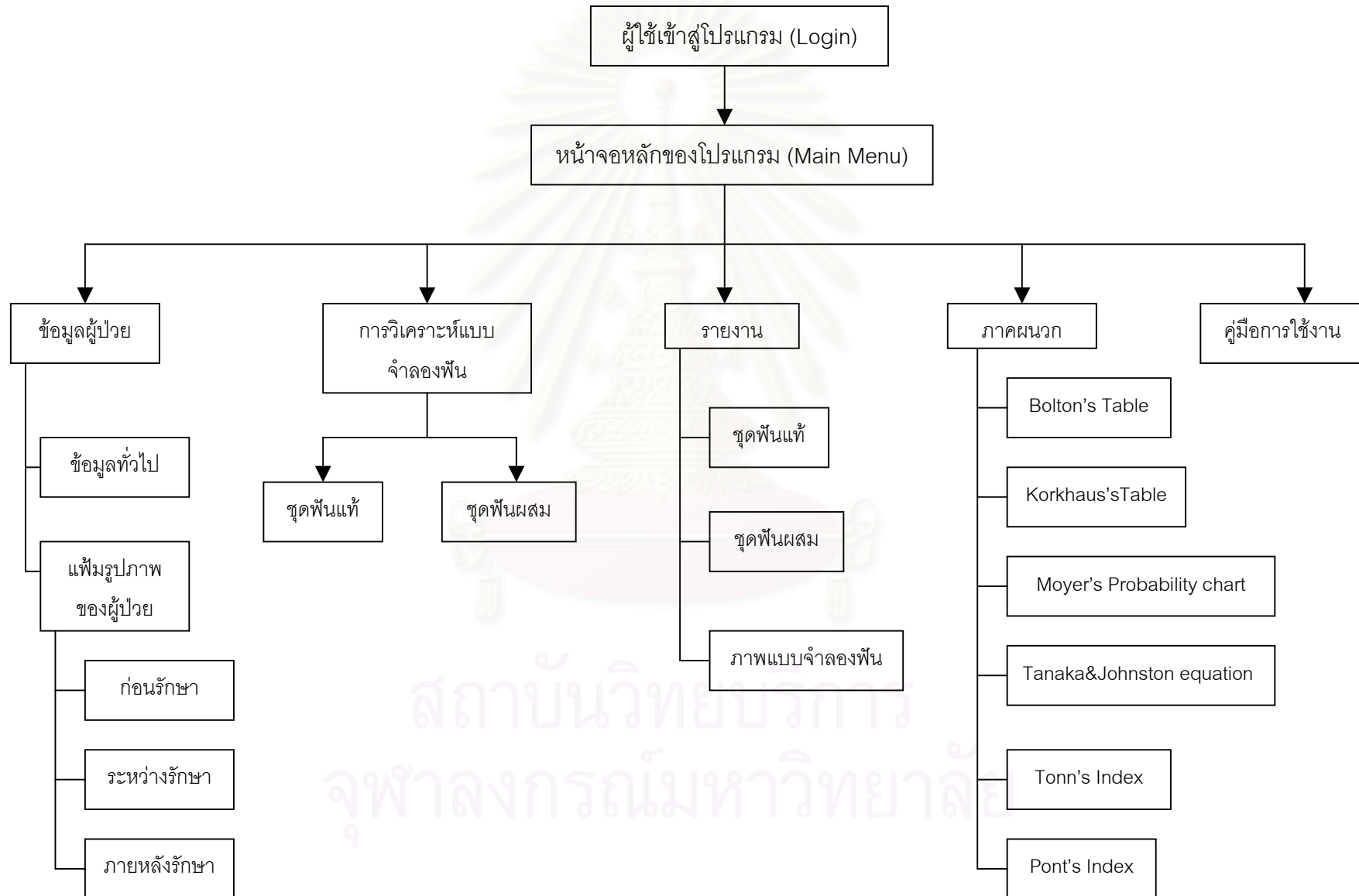
ศึกษาและรวบรวมวิธีวิเคราะห์แบบพินดังนี้

- 1.1 วิธีวิเคราะห์ขนาดพิน ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน
- 1.2 การหาขนาดพินเขียวและพินกรามน้อยที่ยังไม่ขึ้นจาก สมการ Tanaka & Johnston สมการวัชระและปิยรัตน์ ตารางโมเยอร์ (Moyer's probability chart) และ ภาพรังสีรอบปลายรากพิน
- 1.3 วิธีวิเคราะห์แนวโค้งพิน ได้แก่ การวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งพินตามวิธีของ Korkhaus โดยเทียบกับค่ามาตรฐานของเด็กไทยอายุ 8-10 ปี และ อายุ 11 ปีขึ้นไป
- 1.4 วิธีวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของเนื้อที่
(ขั้นตอนดังกล่าวได้กระทำแล้วในขณะศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง)

ขั้นตอนที่ 2.

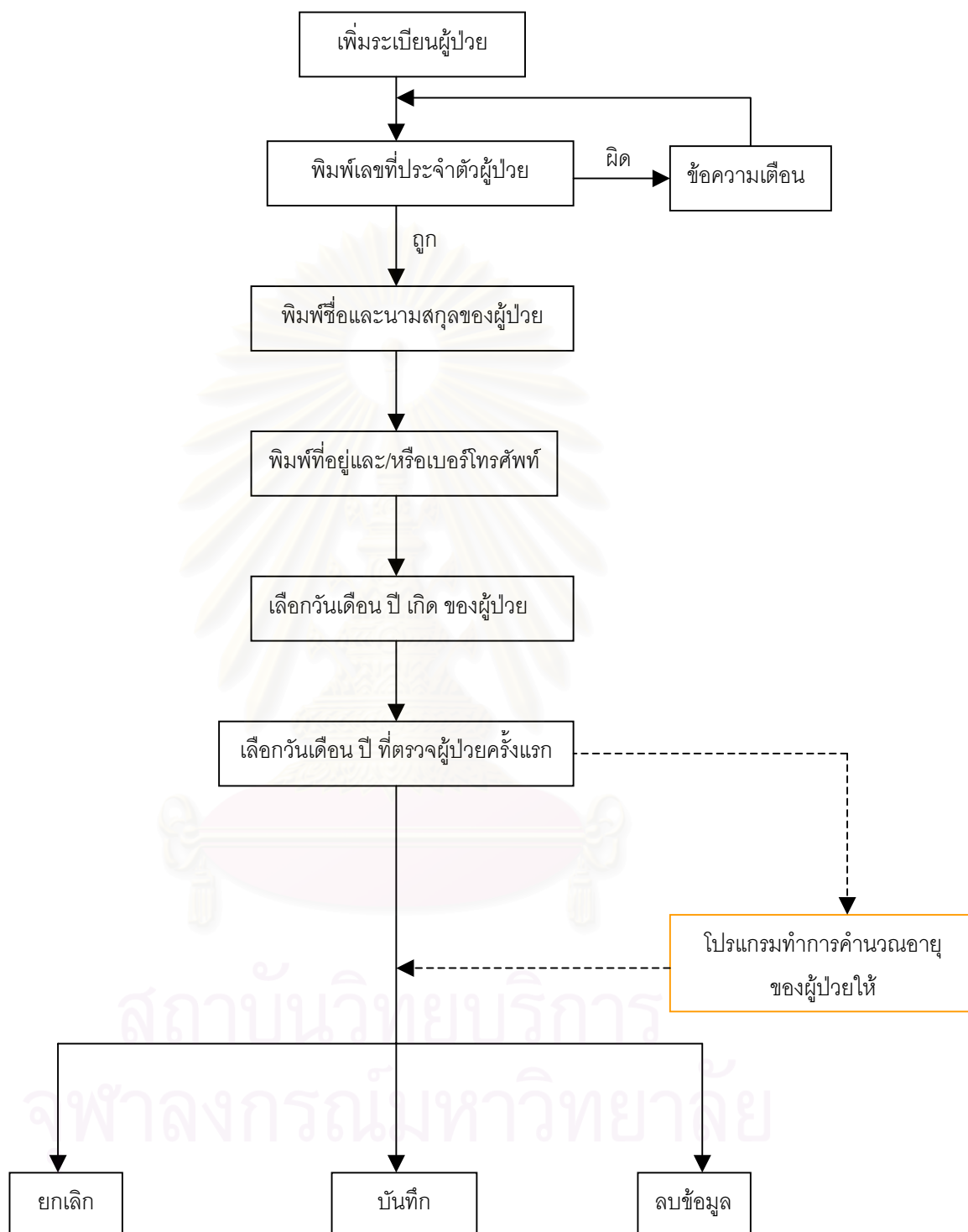
1. จัดทำโครงร่างการทำงานเพื่อนำไปออกแบบและสร้างโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพิน
(แสดงในหน้าถัดไป)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



2. โครงร่างการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพัน (รายละเอียด)

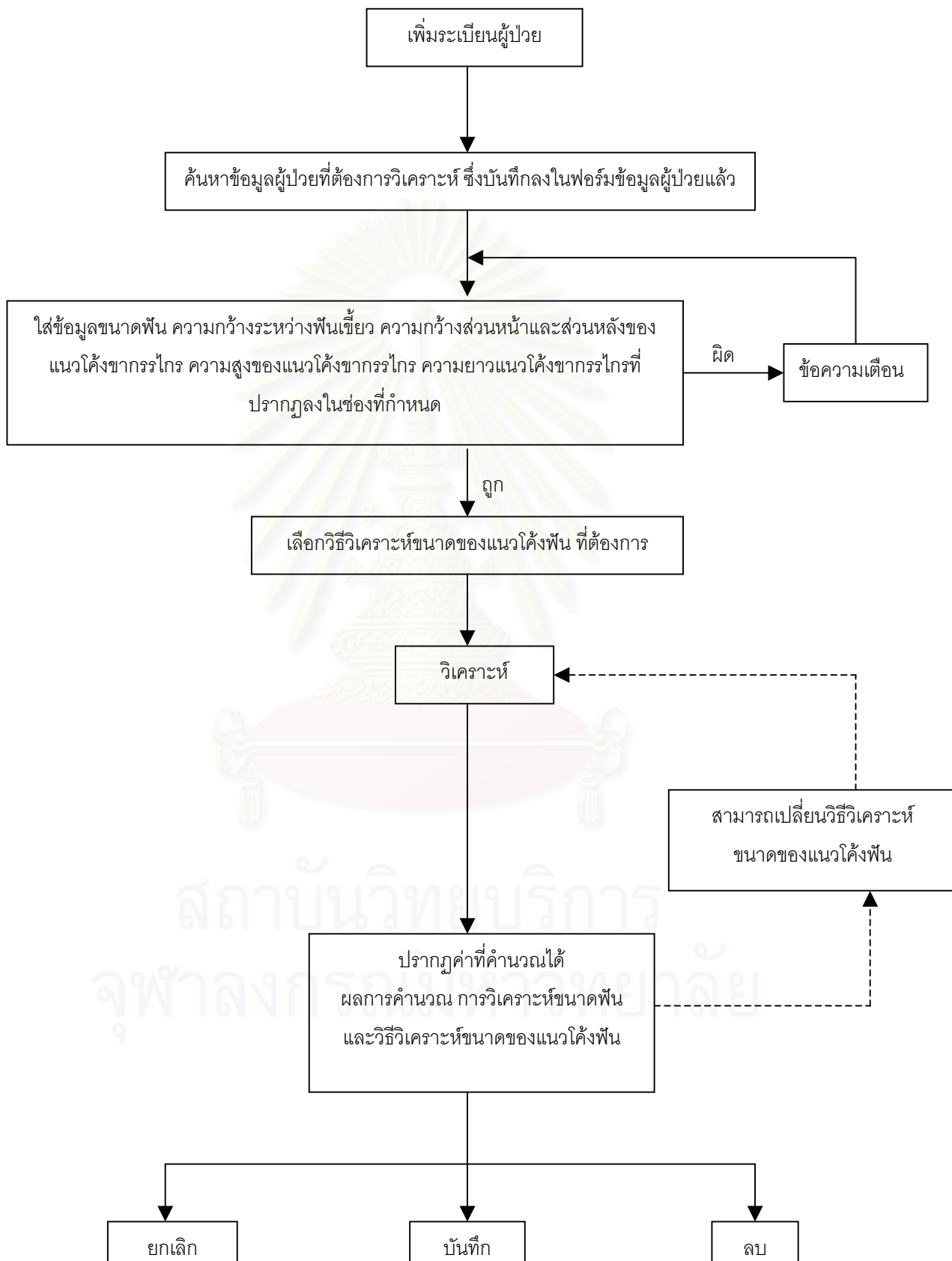
2.1 ข้อมูลผู้ป่วย



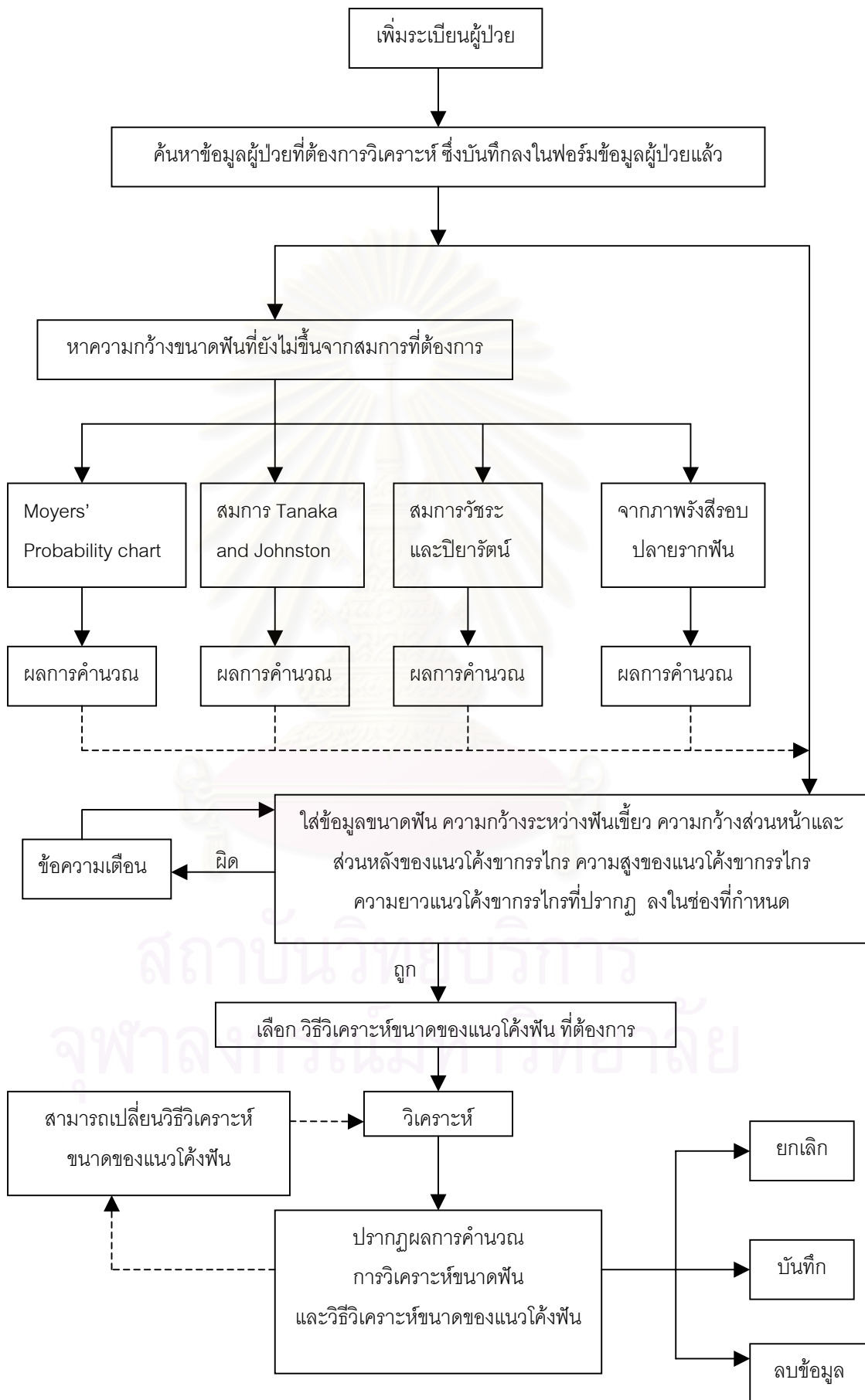
- ถ้าไม่ได้บันทึกข้อมูลก่อนออกจากหน้าจอนี้ ต้องมีข้อความเตือนผู้ใช้ให้บันทึกข้อมูลก่อนปิดหน้าจอ

2.2 การวิเคราะห์แบบจำลองฟัน

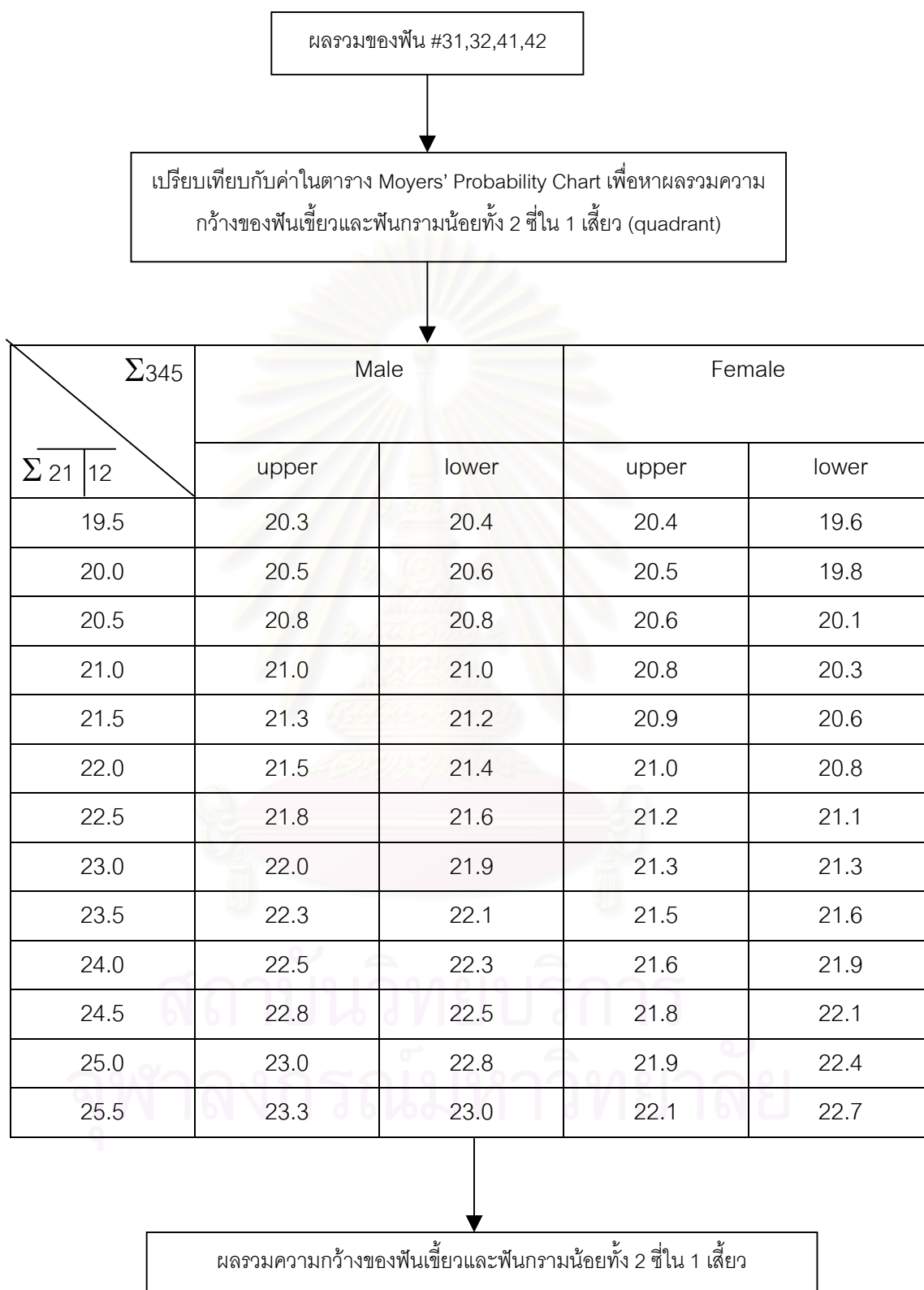
2.2.1 การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันแท้



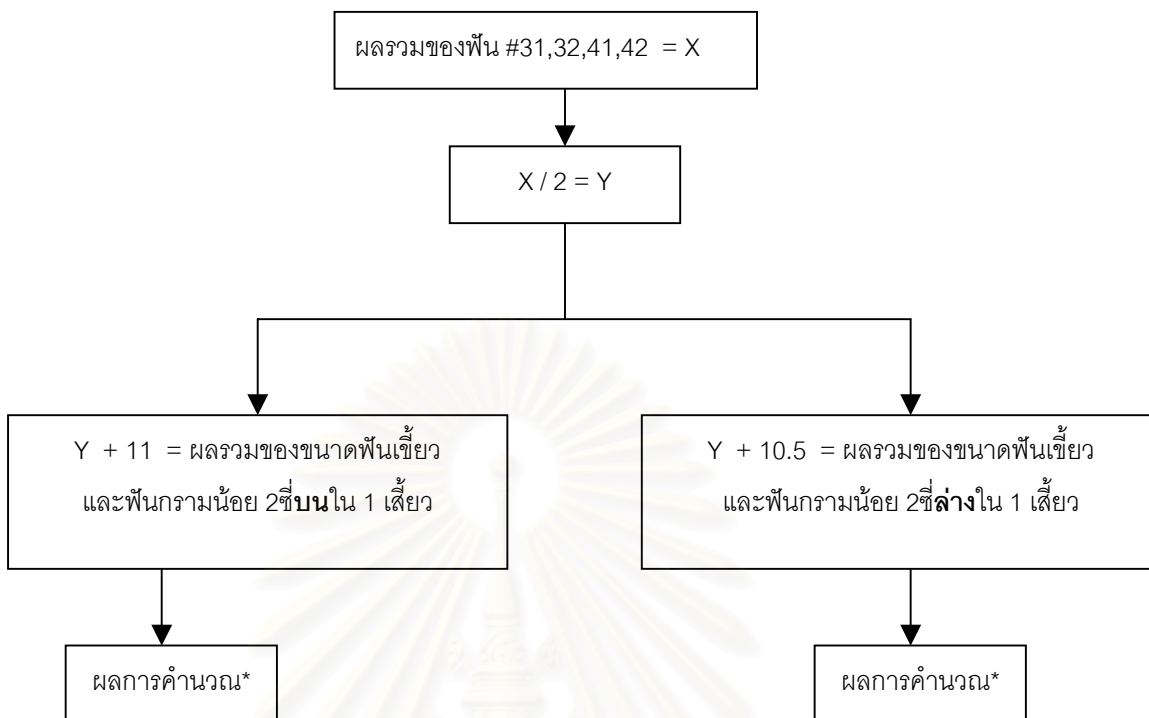
2.2.3 การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันผสม



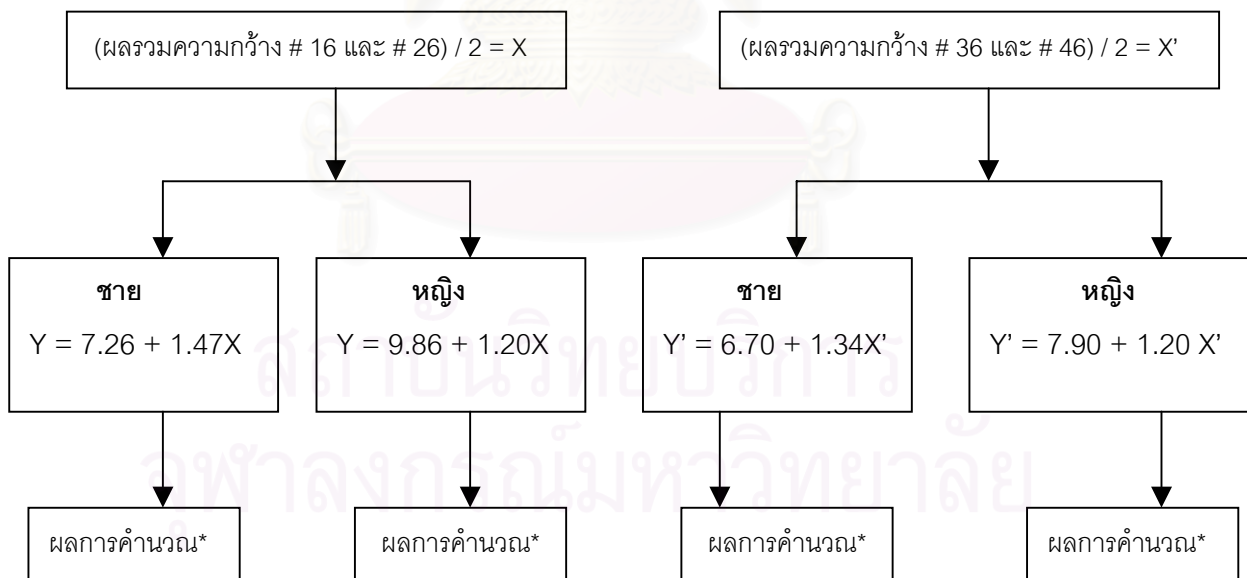
Moyers' Probability Chart



สมการ Tanaka and Johnston



สมการวัชระและปิยารัตน์



หมายเหตุ เมื่อ Y คือผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย 2ซี่ บนใน 1 เดียว และ Y' คือผลรวมของขนาดฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย 2ซี่ ล่างใน 1 เดียว

* สามารถดูรายละเอียดของขั้นตอนหลังจากได้ผลการคำนวณในโครงร่างการทำงานที่ 2.2.3 การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันผสม

ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน (Periapical film)

ขั้นตอนการทำงาน

1. พอลคลิกที่ช่องขนาดฟันช่องใดช่องหนึ่ง

#15	#14	#13	#23	#24	#25
#45	#44	#43	#33	#34	#35

2. จะปรากฏฟอร์มคล้ายเครื่องคิดเลข ที่บรรจุสมการของการคำนวณเอาไว้ดังนี้

Periapical film

X' = ความกว้างของฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้นโดยวัดจากภาพรังสี ----1

Y = ความกว้างของฟันน้ำนมหรือสันเหงือกตรงตำแหน่ง
ฟันแท้ที่จะขึ้นใน แบบจำลองฟัน ----2

y' = ความกว้างของฟันน้ำนมหรือสันเหงือกตรงตำแหน่ง
ฟันแท้ที่จะขึ้นในภาพรังสี ----3

X = ความกว้างของฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น ----4

ค่าในช่องนี้ได้จากการให้ผู้ใช้กรอกค่าลงในช่องที่ 1, 2 และ 3
จากนั้นจะทำการคำนวณให้ ตามสมการดังนี้
 $(1 \times 2) / 3$ และนำผลลัพธ์ไปใส่ในช่องที่ 4

จากนั้นถ้าคลิก OK จะนำค่าที่
คำนวณได้เก็บไว้ในช่องขนาดฟัน
แต่ถ้าคลิก Cancel จะไม่เก็บค่าดัง
กล่าว

2.3 การวิเคราะห์ความกว้างและความสูงของแนวโค้งของพื้น (Arch size analysis)

1. Korkhous analysis

นำผลรวมความกว้างของพื้น #11,12,21,22 ไปเปรียบเทียบกับค่าในตาราง

SI (21/12)	AAW บน = ล่าง	PAW บน = ล่าง	AH บน	AH ล่าง
27	32	41.5	16	14
27.5	32.5	42.3	16.3	14.3
28	33	43	16.5	14.5
28.5	33.5	43.8	16.8	14.8
29	34	44.5	17	15
29.5	34.7	45.3	17.3	15.3
30	35.5	46	17.5	15.5
30.5	36	46.8	17.8	15.8
31	36.5	47.5	18	16
31.5	37	48.5	18.3	16.3
32	37.5	49	18.5	16.5
32.5	38.2	50	18.8	16.8
33	39	51	19	17
33.5	39.5	51.5	19.3	17.3
34	40	52.5	19.5	17.5
34.5	40.5	53	19.8	17.8
35	41.2	54	20	18
35.5	42	54.5	20.5	18.5
36	42.5	55.5	21	19

ปรากฏค่าความกว้างส่วนหน้า ความกว้างส่วนหลัง และความสูงของแนวโค้งพื้น

2. ค่ามาตรฐานของคนไทย (Thai Norms)

2.1 เด็กไทยระยะฟันผสม อายุ 8-10 ปี ในเพศชายและเพศหญิง

Sex	Male		Female	
Parameters	Mean	SD	Mean	SD
AZU = Sum of <u>21/12</u>	33.71	2.00	33.26	2.04
AZL = Sum of 21/12	24.26	1.52	24.18	1.45
ICU = Dental arch width of <u>3/3</u>	36.77	1.86	35.93	1.87
ICL = Dental arch width of 3/3	28.48	3.83	28.41	2.44
AWU = Upper anterior arch width	38.83	2.03	37.81	1.60
AWL = Lower anterior arch width	39.51	1.92	38.93	1.85
PWU = Upper posterior arch width	48.95	2.52	47.52	1.98
PWL = Lower posterior arch width	49.96	2.38	48.61	1.83
AHU = Upper anterior arch height	18.38	1.30	18.05	1.22
AHL = Lower anterior arch height	17.06	1.20	16.66	1.18
CLU = Upper clinical arch length	83.17	3.19	81.17	3.35
CLL = Lower clinical arch length	74.14	3.23	78.22	4.25

ปรากฏค่าความกว้างส่วนหน้า ความกว้างส่วนหลัง ความสูงของแนวโค้งฟันและ
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยว

2.2 ค่ามาตรฐานของผู้ใหญ่ไทยอายุเฉลี่ย 23 ปี

- ผลบวกของฟันหน้าบน 4 ซี่ (SI) = 30.88 ± 2.12 มม.
- ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบน = 37.57 ± 2.12 มม.
- ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบน = 45.13 ± 3.37 มม.
- ความสูงของแนวโค้งฟันในขากรรไกรบน = 17.55 ± 1.29 มม.
- ความกว้างส่วนหน้าของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง = 35.61 ± 1.75 มม.
- ความกว้างส่วนหลังของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง = 47.48 ± 2.46 มม.
- ความสูงของแนวโค้งฟันในขากรรไกรล่าง = 16.73 ± 1.15 มม.

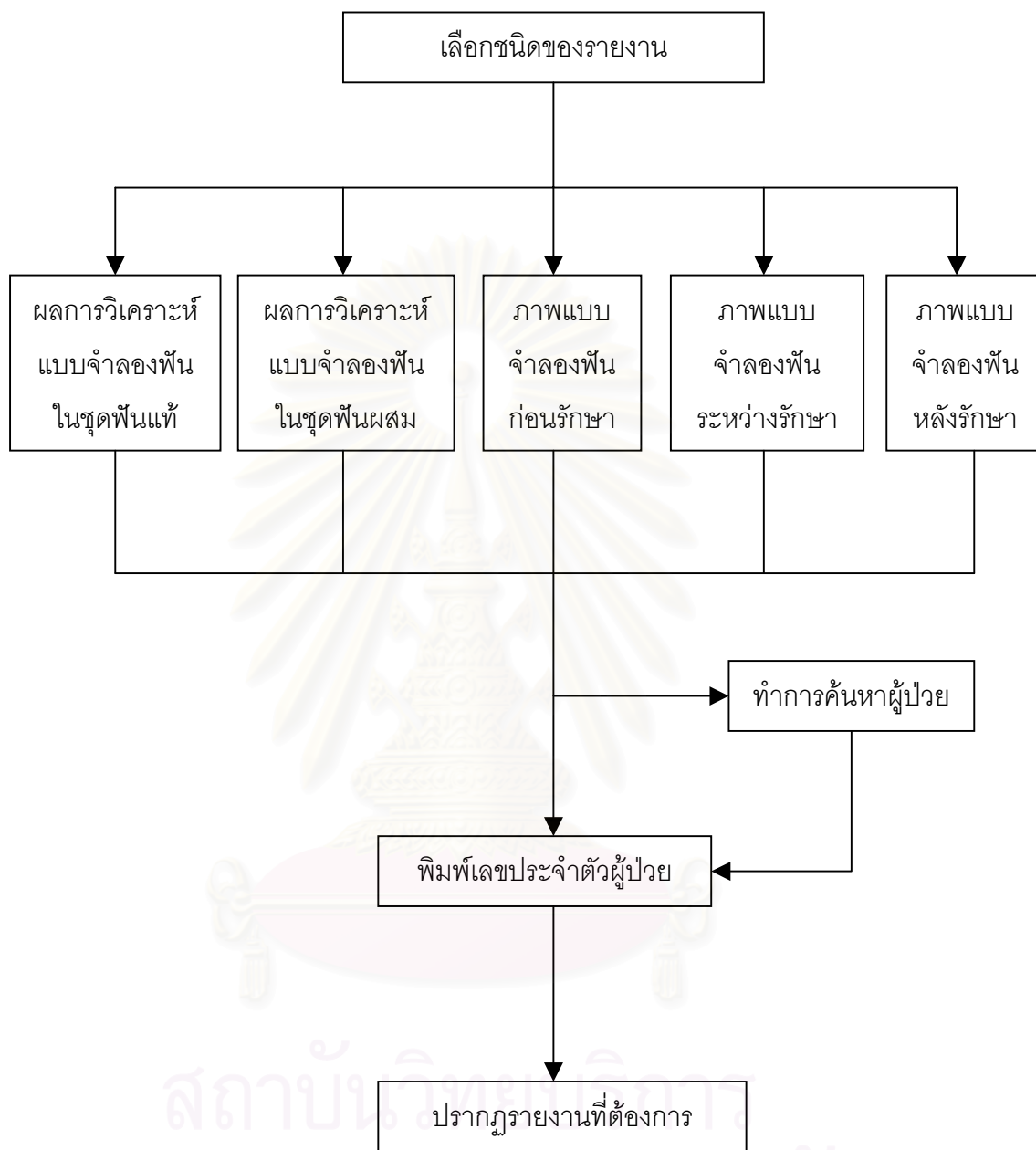
3. ค่ามาตรฐานจากข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน

นำเพศ และอายุของผู้ป่วยไปเปรียบเทียบกับค่าในตาราง

sex	Teeth	Inter canine width		AAW		PAW	
	Ages (yrs)	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Male	6	27.5*	23.3*	32.3*	28.7*	41.9	40.2
	8	29.7*	24.3*	33.7*	29.7*	43.1	40.9
	10	30.5*	24.6*	34.4*	30.2*	44.5	41.5
	12	32.5	25.1	35.7	32.5	45.3	42.1
	14	32.5	24.8	36.0	32.3	45.9	42.1
	16	32.3	24.7	36.6	32.3	46.6	42.8
	18	32.3	24.8	36.7	32.8	46.7	43.0
Female	6	26.9*	22.2*	31.7*	28.4*	41.3	40.0
	8	29.1*	24.0	33.0*	29.5*	42.4	40.3
	10	29.8*	24.1	33.6*	29.7*	43.5	41.0
	12	31.5	24.8	35.1	31.6	44.6	41.8
	14	31.3	24.4	34.9	31.0	44.3	41.1
	16	31.4	23.9	35.2	31.0	45.0	41.5
	18	31.2	23.1	34.6	30.8	43.9	41.7

ปรากฏค่าความกว้างส่วนหน้า ความกว้างส่วนหลัง ความสูงของแนวโค้งฟันและ
ความกว้างระหว่างฟันซี่

2.4 การจัดทำรายงาน



3. การสร้างโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพัน

3.1 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface)

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบเป็นไปได้อย่างราบรื่น และช่วยให้ผู้ใช้ยอมรับและใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก เวอร์ชัน 6 เซอร์วิสแพค 5 (Visual basic 6.0 SP5)

วิซวลเบสิก (Visual basic) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ซึ่งเป็นบริษัทที่สร้างระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษาเบสิก (Basic) ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All-purpose Symbolic Instruction ถ้าแปลให้ได้ความหมายก็คือ “ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น” ภาษาเบสิกมีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้โดยง่ายตายและรวดเร็วเมื่อเทียบกับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาฟอร์แทรน หรือภาษาแอสเซมบลี

ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาโปรแกรมภาษาเบสิกมานานนับหลายสิบปี ตั้งแต่ภาษา MBASIC (Microsoft Basic) , BASICA (Basic Advanced), GWBASIC และ QuickBasic ซึ่งได้ติดตั้งมาพร้อมระบบปฏิบัติการ MS DOS ในที่สุดใช้ชื่อว่า QBASIC โดยแต่ละเวอร์ชันที่ออกมานั้นได้มีการพัฒนาและเพิ่มคำสั่งต่างๆเข้าไปโดยตลอด ในอดีตโปรแกรมภาษาเหล่านี้ล้วนทำงานในรูปแบบตัวอักษร (Text Mode) คือเป็นตัวอักษรเท่านั้นไม่มีภาพกราฟฟิกสวยงามแบบระบบวินโดวส์อย่างในปัจจุบัน จนกระทั่งเมื่อระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้รับความนิยมอย่างสูงและเข้ามาแทนที่ระบบปฏิบัติการ MS DOS ไมโครซอฟท์ก็เล็งเห็นว่าโปรแกรมภาษาในรูปแบบตัวอักษร นั้นคงถึงกาลที่หมดสมัย จึงได้พัฒนาปรับปรุงโปรแกรมภาษาเบสิกของตนออกมาใหม่ เพื่อสนับสนุนการทำงานในระบบวินโดวส์ ทำให้วิซวลเบสิกถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่บัดนั้น

วิซวลเบสิก เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 โดยในช่วงแรกนั้นยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ ซึ่งปรากฏว่าวิซวลเบสิกได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ไมโครซอฟท์จึงพัฒนาวิซวลเบสิกให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถ และเครื่องมือต่างๆเช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม (debugger) สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดวส์ย่อย (MDI) และอื่นๆอีกมากมาย

สำหรับวิชาเว็บศึกษาในปัจจุบันคือเวอร์ชัน 6.0 ซึ่งออกมาในปี 1998 ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่างๆอีกมากมายที่ทำให้ใช้งานง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม

หมายเหตุ รายละเอียดและตัวอย่างของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (หน้าจอของโปรแกรม) แสดงในขั้นตอนที่ 4 คู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพัน

3.2 ชุดคำสั่งในการทำงาน (Source Code) ของโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพัน

แสดงในหนังสือภาคผนวก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 3

ทดสอบการทำงานในแต่ละขั้นตอนของโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่จัดทำขึ้น โดยทดสอบตามหัวข้อดังนี้

1. ความสามารถของโปรแกรม

- 1.1 สามารถทำการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่
- 1.2 เป็นฐานข้อมูลของผลการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่
- 1.3 สามารถทำการสืบค้นข้อมูลได้
- 1.4 สามารถทำการแก้ไขข้อมูลได้
- 1.5 สามารถจัดทำรายงานได้
- 1.6 มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลโดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานโปรแกรมเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 : ผู้ดูแลระบบ (Administrator)

สามารถจัดการกับข้อมูลได้ในทุกระดับ เช่น สามารถเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลได้

กลุ่มที่ 2 : ผู้ใช้งาน (User)

สามารถใช้งานโปรแกรมได้ในการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ สามารถเพิ่มแก้ไขข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถลบข้อมูลได้

กลุ่มที่ 3 : ผู้เข้าชม

สามารถเรียกดูข้อมูล ทำการสืบค้นข้อมูลผลการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ของผู้ป่วยได้ แต่ไม่สามารถทำการเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลผู้ป่วยได้

2. ความถูกต้องของโปรแกรมในการนำมาใช้งาน

2.1 การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ประกอบด้วย

2.1.1 วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน

2.1.2 การหาขนาดพื้นที่เขียวและพื้นที่กรามน้อยที่ยังไม่ขึ้นจาก

- สมการ Tanaka & Johnston ¹⁵
- สมการวิซระและปียาร์ตัน ¹²
- ตารางโมเยอร์ (Moyer's probability chart) ¹⁶
- ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน

2.2 การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันประกอบด้วย

- ค่าของ Korkhaus
- ค่ามาตรฐานของคนไทย
- ข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน

2.3 การสืบค้นข้อมูล

- จากเลขประจำตัวผู้ป่วย
- จากชื่อผู้ป่วย
- จากนามสกุลของผู้ป่วย

ผลการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการนำมาใช้งาน

จากการทดสอบการทำงานโดยใช้แบบจำลองฟันซึ่งอยู่ในชุดฟันแท้และชุดฟันผสมจำนวน 30 ชุดโดยทำการทดสอบชุดละ 3 ครั้ง ปรากฏผลการทดสอบดังตารางข้างล่างนี้

ประเภทการวิเคราะห์	ถูกต้อง (%)	ไม่ถูกต้อง (%)
1. การวิเคราะห์ขนาดฟันประกอบด้วย		
1.1 วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน	100	0
1.2 การหาขนาดฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยที่ยังไม่ขึ้นจาก		
- สมการ Tanaka & Johnston ¹⁵	100	0
- สมการวัชระและปิยาร์ตัน ¹²	100	0
- ตารางโมเยอร์ (Moyer's probability chart) ¹⁶	100	0
- ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน	100	0
2. การวิเคราะห์ขนาดของแนวโค้งฟันประกอบด้วย		
- ค่าของ Korkhaus	100	0
- ค่ามาตรฐานของคนไทย	100	0
- ข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน	100	0
3. การสืบค้นข้อมูล		
- จากเลขประจำตัวผู้ป่วย	100	0
- จากชื่อผู้ป่วย	100	0
- จากนามสกุลของผู้ป่วย	100	0

ขั้นตอนที่ 4

วิธีการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟัน

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีซีพียู (CPU) 486 DX/66 เมกกะเฮิร์ตซ์เป็นอย่างต่ำ แต่ถ้าจะให้ทำงานได้ดีทางไมโครซอฟท์แนะนำให้ เป็นเครื่องที่มีซีพียู เป็นเพนเทียม (Pentium) ขึ้นไป
2. มีระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ 95/98 (Windows 95/98) วินโดวส์ เอ็นที เวอร์กสเตชัน 4.0 (Windows NT Workstation 4.0) หรือ วินโดวส์ เอ็กซ์พี (Windows XP)
3. จอภาพและการ์ดแสดงผลที่สนับสนุนการทำงานของวินโดวส์ และกำหนดความละเอียดของ หน้าจอเป็น 1024 x 768 พิกเซล
4. หน่วยความจำขั้นต่ำ 16 เมกกะไบต์สำหรับ วินโดวส์ 95/98 หน่วยความจำขั้นต่ำ 32 เมกกะไบต์สำหรับวินโดวส์ เอ็นที เวอร์กสเตชัน 4.0 และหน่วยความจำขั้นต่ำ 256 เมกกะไบต์ สำหรับวินโดวส์ เอ็กซ์พี
5. เมาส์หรืออุปกรณ์ชี้ (pointing device) ที่สนับสนุนการทำงานบนวินโดวส์

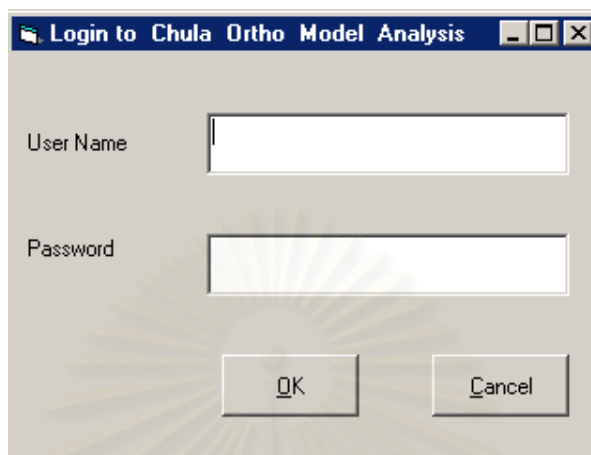
ข้อกำหนดในการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟัน

1. เลขประจำตัวของผู้ป่วยเป็นรหัสประจำระเบียบของผู้ป่วยเพื่อช่วยในการจัดเก็บและเรียกดูข้อมูล ดังนั้นผู้ป่วยทุกคนต้องมีเลขประจำตัวไม่ซ้ำกัน และใส่เลขประจำตัวได้ไม่เกิน 8 หลัก
2. รูปที่นำมาจัดเก็บในโปรแกรมนี้ต้องแปลงให้มีนามสกุล .jpg (JPEG File Interchange Format) ก่อน เพื่อเพิ่มความเร็วในการเรียกดูข้อมูลและป้องกันไม่ให้อาณาข้อมูลมีขนาดใหญ่มากเกินไป
3. กรอบของรูปที่แสดงได้กำหนดอัตราส่วนไว้เหมาะสมดังนี้
 ภาพใบหน้า (Extraloral photo) : กว้าง x ยาว เท่ากับ 3 : 4 (เป็นภาพในแนวตั้ง)
 ภาพในช่องปาก (Intraoral photo) : กว้าง x ยาว เท่ากับ 3 : 4 (เป็นภาพในแนวนอน)
 ภาพแบบจำลองฟัน (Dental Model): กว้าง x ยาว เท่ากับ 3 : 4 (เป็นภาพในแนวนอน)
 และต้องถ่ายเป็นภาพขาวดำ

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟัน

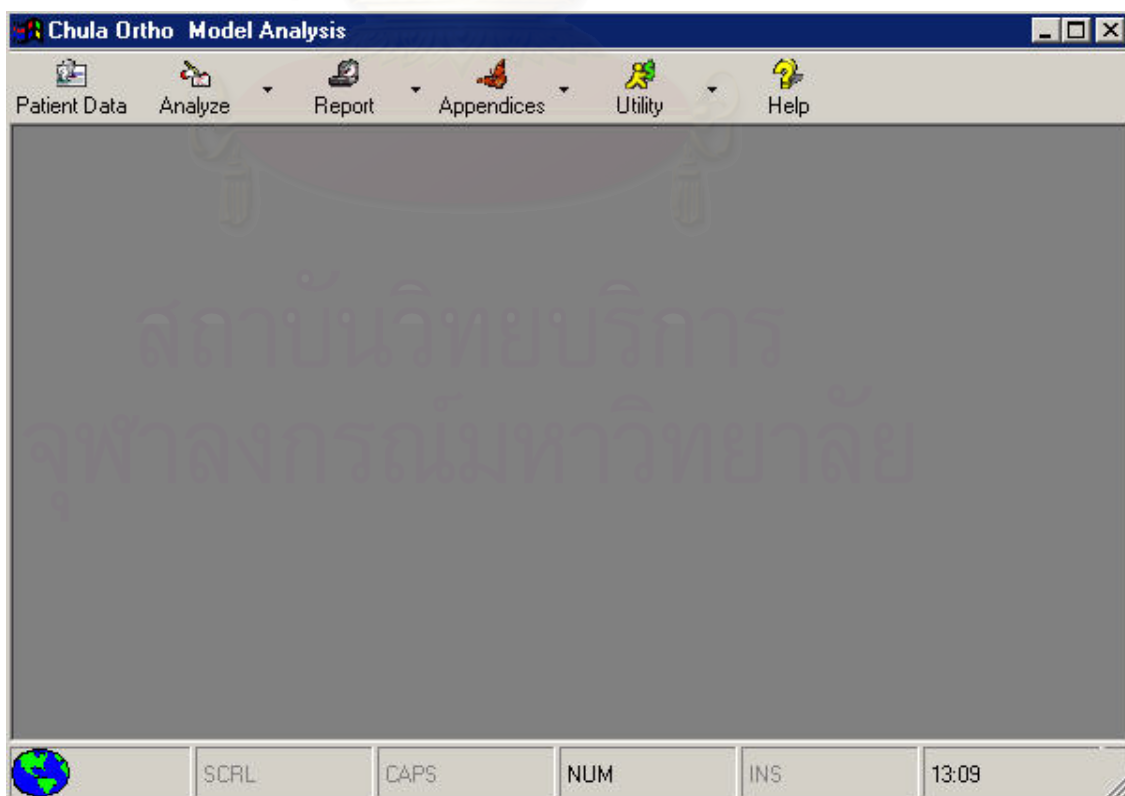
1. การเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟัน

1.1 เมื่อเปิดโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟัน จะพบหน้าจอ Login



ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องใส่ User Name และ Password ตามสิทธิที่ผู้ใช้ได้รับ เพื่อเข้าใช้งาน
ในโปรแกรมลำดับต่อไป เช่น กรณีได้รับสิทธิเป็นผู้เข้าชมโปรแกรม ให้พิมพ์คำว่า viewer
ในช่อง User Name และพิมพ์คำว่า anonymous ในช่อง Password เป็นต้น

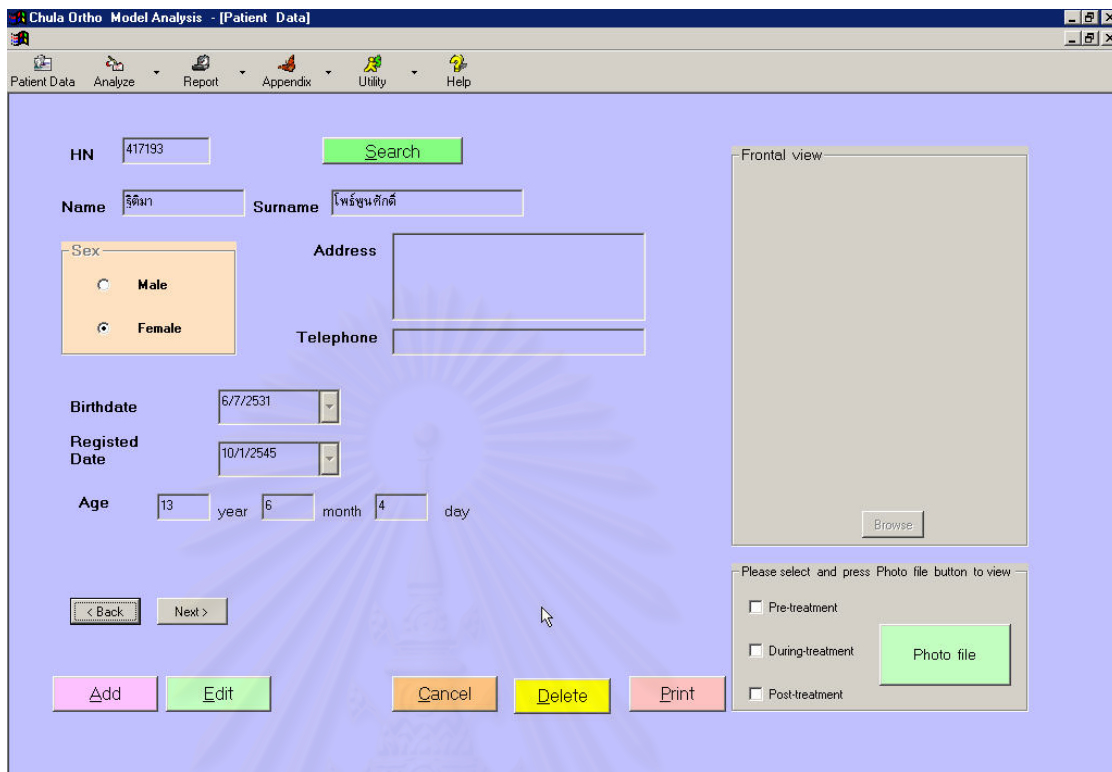
1.2 เมื่อผ่านเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรมแล้ว



- คลิกปุ่ม



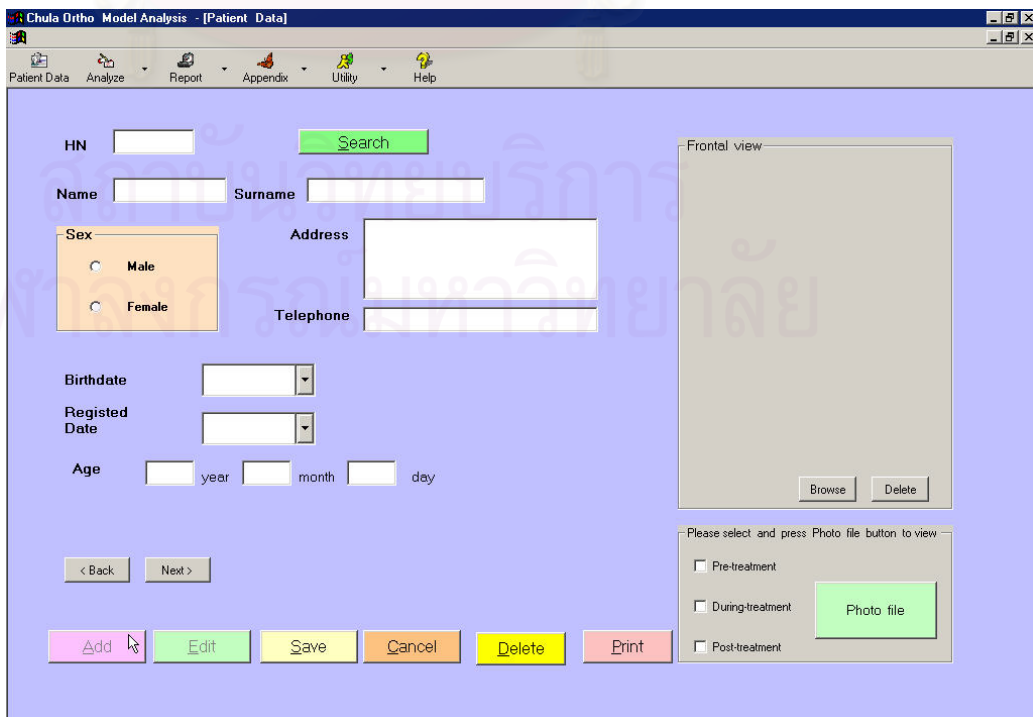
บนเมนูบาร์จะปรากฏหน้าต่างดังข้างล่างนี้



- คลิกปุ่ม **Add** เพื่อเพิ่มระเบียบผู้ป่วยในกรณีผู้ป่วยใหม่

- ถ้าเป็นผู้ป่วยที่เคยบันทึกในฐานข้อมูลแล้วและต้องการแก้ไข คลิกปุ่ม **Edit**

- เมื่อคลิกปุ่ม **Add** จะพบว่าในช่องต่างๆของหน้าจอเปลี่ยนเป็นสีขาว (เดิมเป็นสีม่วง) แสดงว่าพร้อมรับข้อมูลใหม่

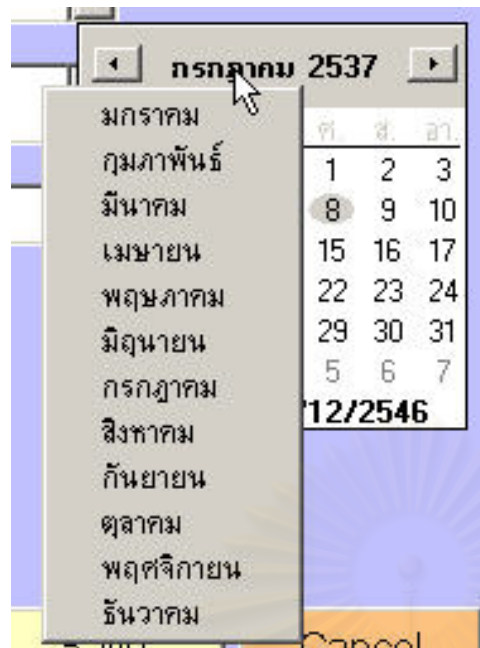


- กรอกข้อมูลของผู้ป่วยดังนี้ **เลขประจำตัว (HN)** ชื่อ นามสกุล เพศ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ วันเกิด วันบันทึกข้อมูล (วันที่พิมพ์ปาก) ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลเพียงบางส่วนได้ จากนั้นจึงกดปุ่ม **Save** เพื่อจัดเก็บข้อมูล (ถ้าไม่ได้ใส่ข้อมูล **เลขประจำตัว** จะไม่สามารถทำการจัดเก็บข้อมูลได้)
- สำหรับการเลือกวันที่นั้นให้คลิกที่ **ดรอปดาวนเมนู** จะปรากฏเป็นรูปปฏิทินเพื่อเลือกวันเกิดของผู้ป่วยและวันที่บันทึกข้อมูล (วันที่พิมพ์ปาก)

The screenshot shows a form with three input fields: "Birthdate", "Registered Date", and "Age" (with "year" text between two boxes). A dropdown menu is open, showing a calendar for the month of "กรกฎาคม 2537" (July 2537). The calendar grid shows days from 1 to 31, with the 8th day highlighted. Below the calendar, it says "Today: 31/12/2546".

This is a close-up of the calendar dropdown menu. The title is "กรกฎาคม 2537". The calendar grid shows days from 1 to 31, with the 8th day highlighted. Below the calendar, it says "Today: 31/12/2546".

- คลิกที่ปี พ.ศ. จะปรากฏเครื่องหมายให้เลือกปี พ.ศ. ที่ต้องการ



- คลิกที่เดือนจะปรากฏเดือนทั้งหมดให้
เลือกตามต้องการ

Birthdate 22/07/2537

Registered Date

Age year

Today: 31/12/2546

- เมื่อคลิกเลือกวัน จะปรากฏ วัน เดือน ปี ที่ได้เลือกไว้

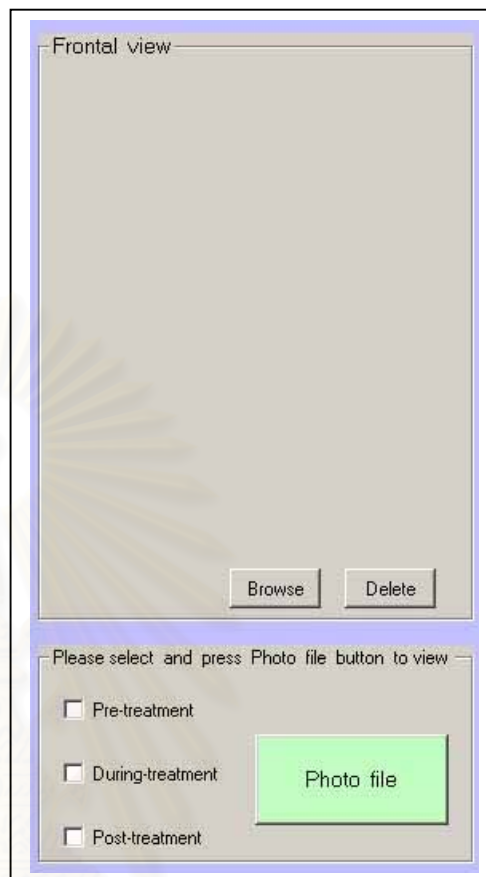
Birthdate 12/7/2532


Registered Date 5/3/2541

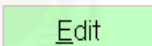
Age year month day


- เมื่อใส่วันที่ครบทั้งสองตำแหน่ง (Birthdate และ Registered Date) โปรแกรม
จะทำการคำนวณอายุของผู้ป่วยให้

1.3 หากต้องการเก็บรูปคนไข้ คลิกปุ่ม **Browse** เพื่อเลือกรูปที่ต้องการ และสามารถลบรูปออกโดยคลิกปุ่ม **Delete**

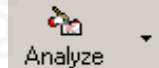


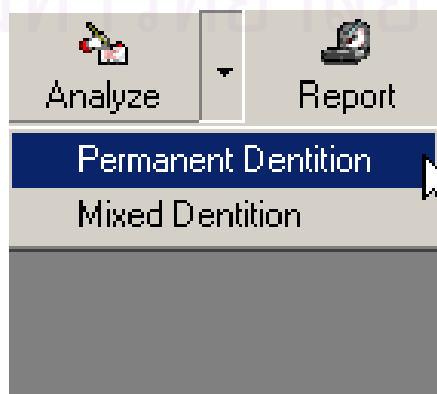
1.4. คลิกปุ่ม  เมื่อต้องการดูหรือเก็บภาพแบบจำลองฟัน ภาพในช่องปาก และ ภาพใบหน้าของผู้ป่วย (ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป)

1.5 หากต้องการแก้ไขข้อมูลที่บันทึกไปแล้ว ให้คลิกปุ่ม 

1.6 หากต้องการลบระเบียบที่บันทึกไป ให้คลิกปุ่ม 

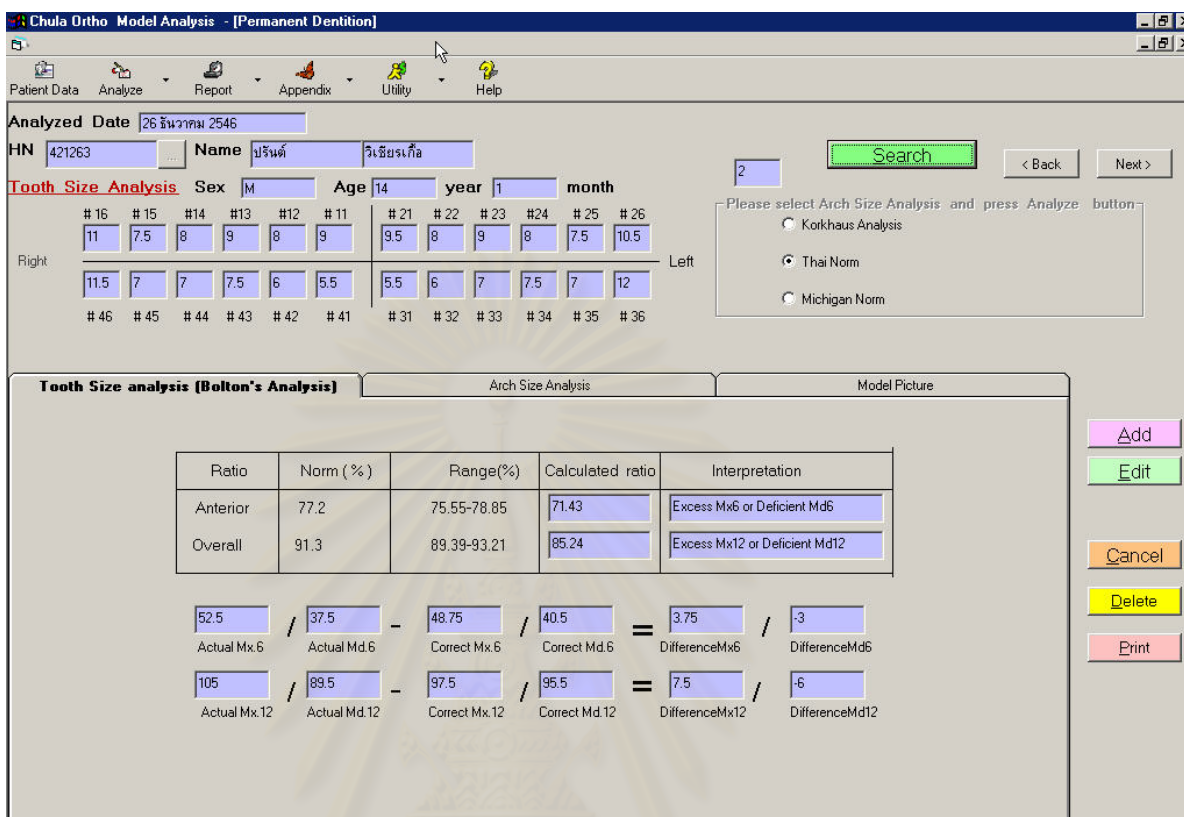
1.7 หากต้องการยกเลิกการกระทำ ให้คลิกปุ่ม 

1.8 หลังจากบันทึกข้อมูลผู้ป่วยแล้ว เริ่มทำการวิเคราะห์โดยคลิก  บนเมนูบาร์ เลือก **Permanent Dentition** หรือ **Mixed Dentition** ตามลักษณะชุดฟันของผู้ป่วย




2. การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันแท้

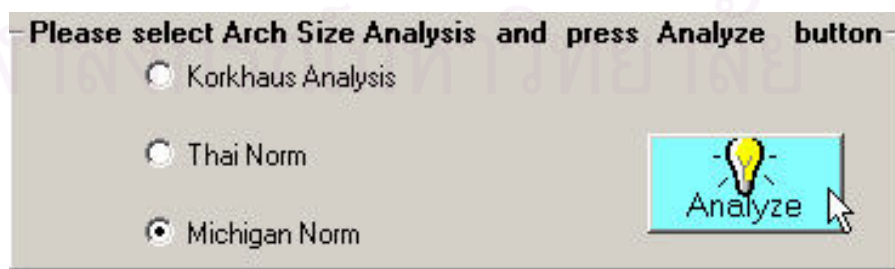
ถ้าเลือก Permanent Dentition จะปรากฏหน้าจอดังนี้



2.1 ในกรณีคนไข้ใหม่ไม่เคยทำการวิเคราะห์มาก่อน คลิกปุ่ม 

ใส่ เลขประจำตัว ของผู้ป่วยที่ต้องการวิเคราะห์ หรือ คลิกปุ่ม  ด้านหลังช่อง HN เพื่อเลือกผู้ป่วยที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลขนาดฟันลงในช่องขนาดฟันแต่ละซี่

2.2 เลือกชนิดการวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งของฟัน (Arch size analysis) ที่ต้องการ



2.3 คลิกปุ่ม 

จะปรากฏค่าการวิเคราะห์ของบอลตัน (Bolton's analysis)

Tooth Size analysis (Bolton's Analysis)		Arch Size Analysis		Model Picture	
Ratio	Norm (%)	Range(%)	Calculated ratio	Interpretation	
Anterior	77.2	75.55-78.85	71.43	Excess Mx6 or Deficient Md6	
Overall	91.3	89.39-93.21	85.24	Excess Mx12 or Deficient Md12	

52.5	/	37.5	-	48.75	/	40.5	=	3.75	/	-3
Actual Mx.6		Actual Md.6		Correct Mx.6		Correct Md.6		DifferenceMx6		DifferenceMd6
105	/	89.5	-	97.5	/	95.5	=	7.5	/	-6
Actual Mx.12		Actual Md.12		Correct Mx.12		Correct Md.12		DifferenceMx12		DifferenceMd12

2.4 เมื่อคลิกแท็บ (tab) Arch size analysis จะปรากฏค่ามาตรฐานแนวโค้งของฟัน จากนั้นกรอกค่าความกว้าง ความสูง และความยาวของแนวโค้งของฟันที่วัดได้ จะปรากฏผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้และค่ามาตรฐาน

Tooth Size analysis (Bolton's Analysis)		Arch Size Analysis		Model Picture	
Mx. Arch Width		Actual	Standard	SD	Difference
4-4	40	37.57	2.12	Excess	2.43
4-M	20	18.79	0	Excess	1.21
M-4	20	18.79	0	Excess	1.21
6-6	50	45.13	3.37	Excess	4.87
6-M	25	22.57	0	Excess	2.43
M-6	25	22.57	0	Excess	2.43
Md. Arch Width		Actual	Standard	SD	Difference
4-4	40	35.61	1.75	Excess	4.39
4-M	20	17.81	0	Excess	2.19
M-4	20	17.81	0	Excess	2.19
6-6	50	47.48	2.46	Excess	2.52
6-M	26	23.74	0	Excess	2.26
M-6	24	23.74	0	Excess	.26

Sum of maxillary incisors = 34.5 mm.					
Arch height		Actual	Standard	SD	Difference
Inter canine width : Upper	36	0	0	Excess	36
Inter canine width : Lower	31	0	0	Excess	31
Mx. anterior arch height	20	17.55	1.29	Excess	2.45
Md. anterior arch height	16	16.73	1.15	Deficient	.73

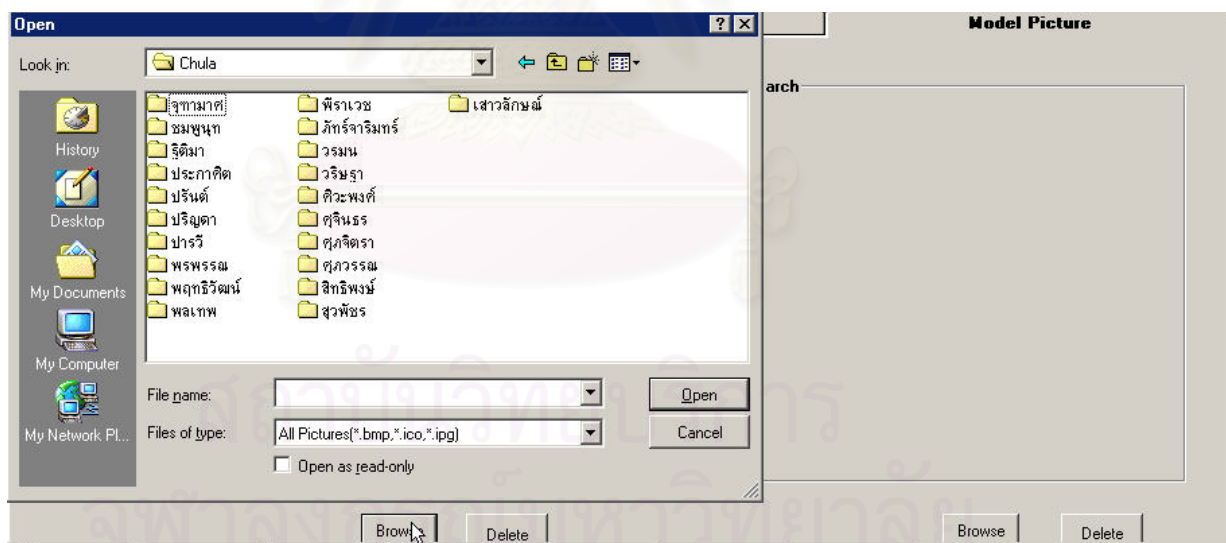
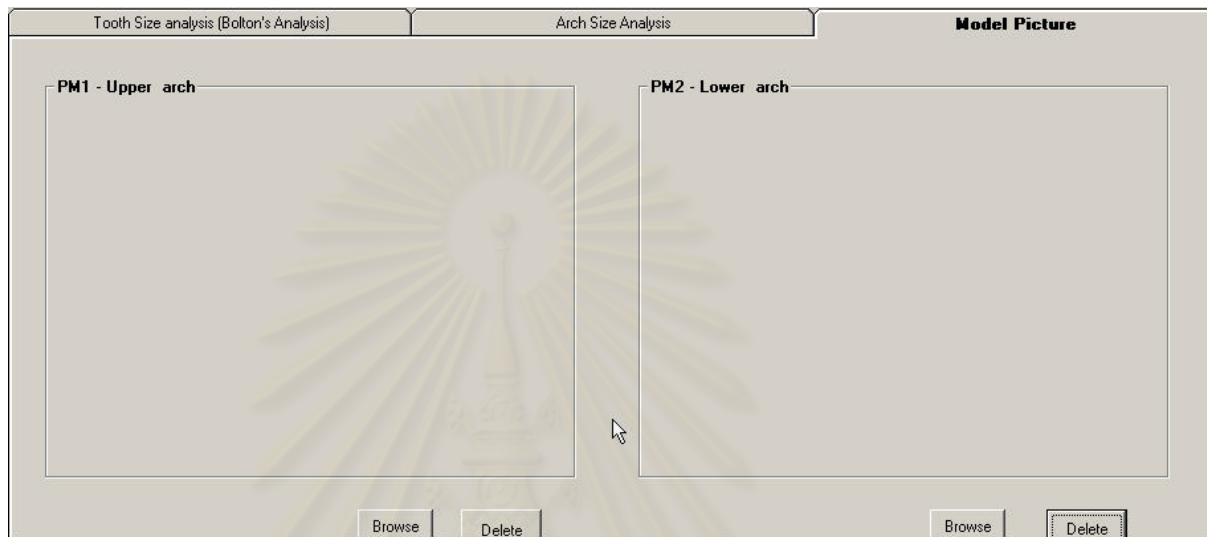
Arch length		Maxilla	Madible
Clinical arch length		80	63
Correct arch length		83.5	66
Arch length discrepancy		Deficie 3.5	Deficie 3

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 2.3 และ 2.4 สามารถทำสลับขั้นตอนกันได้

2.5 ถ้าต้องการเปลี่ยนชนิดการวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งของฟัน (Arch size analysis)

สามารถกดเลือกที่ option button แล้วจึงกดปุ่ม  อีกครั้ง

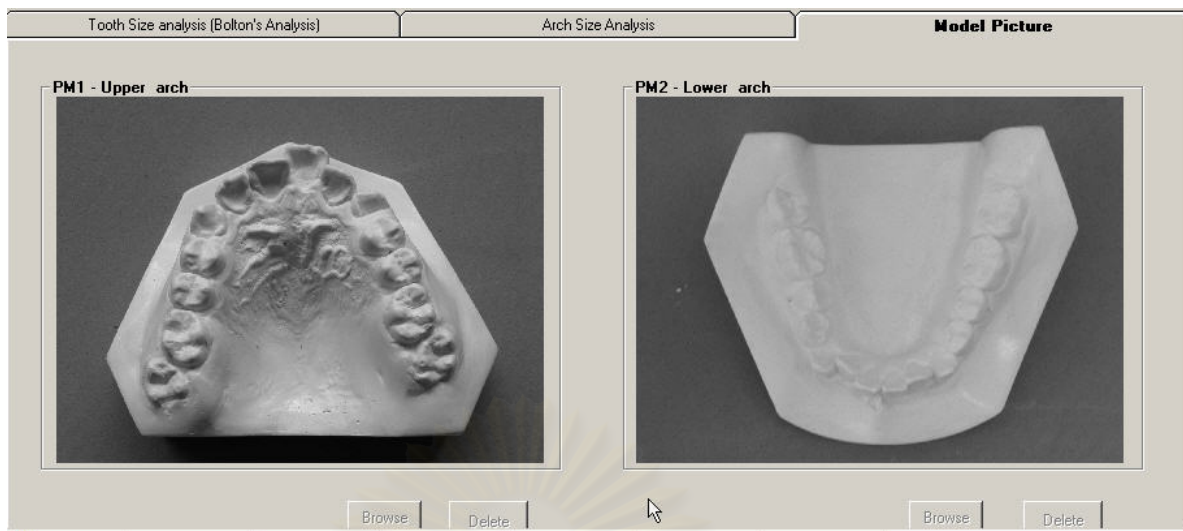
2.6 เมื่อต้องการเก็บภาพแบบจำลองฟัน (ด้านบดเคี้ยว) คลิกแท็บ Model Picture



2.7 คลิกปุ่ม  เพื่อเลือกเพิ่มภาพแบบจำลองฟันของผู้ป่วย

กำหนดให้ Upper arch คือ ภาพด้านบดเคี้ยวของแบบจำลองฟันบน

Lower arch คือ ภาพด้านบดเคี้ยวของแบบจำลองฟันล่าง



- ถ้าต้องการลบภาพแบบจำลองฟันของผู้ป่วย คลิกปุ่ม

Delete

2.8 เมื่อต้องการบันทึกผลการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน กดปุ่ม

Save

2.9 ถ้าต้องการแก้ไขกดปุ่ม

Edit

2.10 ถ้าต้องการลบผลการวิเคราะห์ กดปุ่ม

Delete

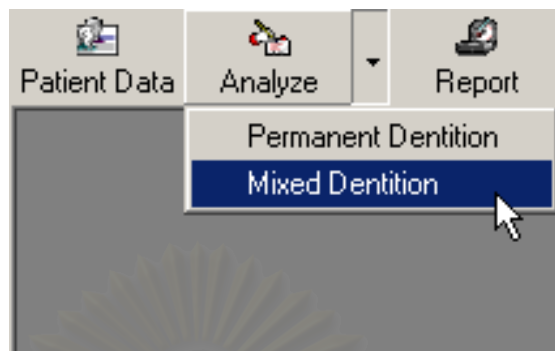
2.11 หากต้องการยกเลิกการกระทำ ให้คลิกปุ่ม

Cancel

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


3 การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันน้ำนม

3.1 เริ่มทำการวิเคราะห์โดยคลิก บนเมนูบาร์และเลือก Mixed Dentition



จะปรากฏหน้าจอตั้งข้างล่างนี้

3.2 ในกรณีคนไข้ใหม่ไม่เคยทำการวิเคราะห์มาก่อน คลิกปุ่ม

ใส่ เลขประจำตัว ของผู้ป่วยที่ต้องการวิเคราะห์ หรือ คลิกปุ่ม  ด้านหลังช่อง HN เพื่อเลือกผู้ป่วยที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลขนาดฟันลงในช่องขนาดฟันแต่ละซี่ ซึ่งผู้ป่วยในวัยนี้ยังมีฟันแท้ขึ้นไม่ครบ โดยเฉพาะฟันเขี้ยว และ/หรือฟันกรามน้อยทั้งสองซี่

3.3 การประเมินขนาดฟันที่ยังไม่ขึ้น (Tooth Size Assessment)

- เมื่อกรอกข้อมูลขนาดฟันที่ขึ้นแล้วลงในช่องขนาดฟันแต่ละซี่ จากนั้น คลิกแถบ **Tooth Size Assessment** และคลิกเลือกวิธีวิเคราะห์ที่ต้องการ ได้แก่ Moyers' Probability Chart, Tanaka and Johnston's Equation สมการวัชระและปียาร์ตัน และการวัดขนาดฟันจากภาพรังสีปลายรากฟัน (Periapical film)

Model Picture

Sum of 21|12 = 23

Moyers' Probability Chart Sum of 345 = 21.3 mm. Sum of 345 = 21.3 mm.

Tanaka and Johnston's Equation
 $1/2(\text{Sum of } 21|12) + 11.0 = \text{Sum of } 345 = 22.5 \text{ mm.}$
 $1/2(\text{Sum of } 21|12) + 10.5 = \text{Sum of } 345 = 22 \text{ mm.}$

สมการวัชระและปียาร์ตัน
 Sum of 345 = 21.86 mm.
 Sum of 345 = 21.10 mm.

Periapical film (Parallel technique)

# 15	# 14	# 13	# 23	# 24	# 25
0	8.55	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
# 45	# 44	# 43	# 33	# 34	# 35

- เมื่อคลิกเลือกที่ Periapical film จะปรากฏหน้าจอ

1/2(Suggestion mm.

สมก
 กรุณา Double Click เลือกช่องที่ต้องการคำนวณ
 Sum
 Sum
 OK

Periapical film (Parallel technique)

# 15	# 14	# 13	# 23	# 24	# 25
# 45	# 44	# 43	# 33	# 34	# 35

- จากนั้นดับเบิลคลิกช่องขนาดฟันที่ต้องการหา เช่น ถ้าต้องการหาความกว้างของฟันซี่ 14 จะปรากฏหน้าจอดังนี้

Periapical film

x' = ความกว้างของฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น โดยวัดจากภาพรังสี

y = ความกว้างของฟันน้ำนม/เส้นเหงือกตรงตำแหน่งที่ฟันแท้จะขึ้นในแบบจำลองฟัน

y' = ความกว้างของฟันน้ำนม/เส้นเหงือกตรงตำแหน่งที่ฟันแท้จะขึ้นในภาพรังสี

x = ความกว้างของฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น $= yx'/y'$

คำนวณ

Cancel Clear OK

- เมื่อใส่ตัวเลขครบตามช่อง x' , y , y' แล้วคลิกปุ่ม **คำนวณ** จะปรากฏค่าขนาดฟันที่ต้องการหาในช่อง x ถ้าไม่ต้องการผลการคำนวณคลิกปุ่ม **Cancel** ถ้าต้องการคำนวณใหม่คลิก **Clear** แต่ถ้าต้องการผลการคำนวณคลิกปุ่ม **OK** จะปรากฏค่าความกว้างขนาดฟันที่คำนวณได้ลงในช่องขนาดฟันที่เลือกไว้

Periapical film (Parallel technique)

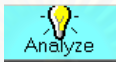
# 15	#14	#13	# 23	#24	# 25
<input type="text"/>	8.55	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
# 45	# 44	# 43	# 33	# 34	# 35

- จากนั้นผู้ใช้สามารถประเมินความกว้างขนาดฟันที่ยังไม่ขึ้นได้จากสมการต่างๆใน **Tooth Size Assessment** แล้วนำไปใส่ในช่องขนาดฟันแต่ละช่องเพื่อใช้คำนวณ **Bolton's Analysis** ต่อไป

HN 410001 Name อิชยา ลีจิตปรีดา

Tooth Size Analysis Sex F Age 8 year 7 month

#16	#15	#14	#13	#12	#11	#21	#22	#23	#24	#25	#26
10				7.5	9	9.5	8				10
Right						Left					
#46	#45	#44	#43	#42	#41	#31	#32	#33	#34	#35	#36
				6	5.5	5.5	6				11


- จากนั้นเลือกชนิดการวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งของฟัน (Arch size analysis) ถ้าต้องการทราบ และคลิก 

Please select Arch Size Analysis and press Analyze button

Korkhaus Analysis

Thai Norm

Michigan Norm




- ถ้าใส่ค่าความกว้างขนาดฟันไม่ครบช่องที่กำหนดจะปรากฏข้อความเตือนดังนี้

ถ้าเตือน

ข้อมูลไม่ครบ !!!! ผลการคำนวณ Bolton's analysis อาจไม่ถูกต้อง ควรกรอกข้อมูลขนาดฟันให้ครบก่อน แต่ถ้าต้องการคำนวณคลิกOK


OK Cancel

- หากผู้ใช้งานต้องการให้โปรแกรมคำนวณ Bolton's Analysis สามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม OK ซึ่งผู้ใช้ควรระลึกว่าค่าที่คำนวณได้มาจากข้อมูลความกว้างขนาดฟันไม่ครบทุกซี่
- การใช้งานของการวิเคราะห์ของบอลตัน การวิเคราะห์ขนาดแนวโค้งของฟันและการจัดเก็บรูปภาพแบบจำลองฟันนั้น มีขั้นตอนในการทำงานเหมือนกับ การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันแท้


3.4 เมื่อต้องการบันทึกผลการวิเคราะห์แบบจำลองฟัน กดปุ่ม 

3.5 ถ้าต้องการแก้ไขกดปุ่ม 

3.6 ถ้าต้องการลบผลการวิเคราะห์ กดปุ่ม 

3.7 หากต้องการยกเลิกการกระทำ ให้คลิกปุ่ม 

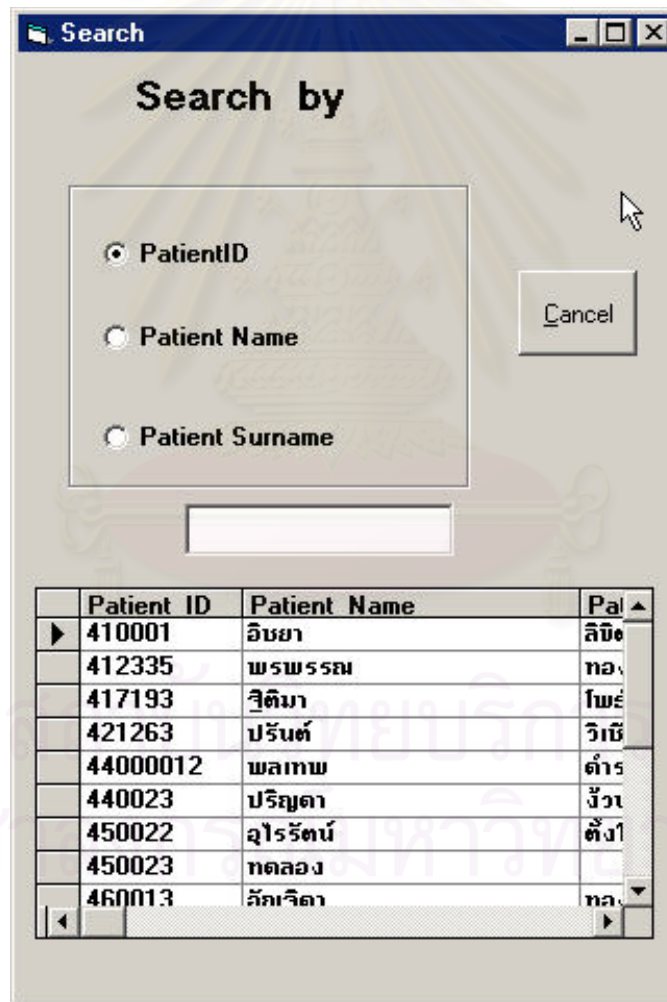
4. การค้นหาข้อมูลผู้ป่วย

ในโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟันนี้ ได้จัดเตรียมระบบค้นหาข้อมูลผู้ป่วยที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถเรียกใช้ระบบนี้ผ่านปุ่ม  ซึ่งมีอยู่ในหน้าจอต่างๆ ดังนี้

1. ข้อมูลผู้ป่วย (Patient Data)
2. การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันแท้ (Permanent Dentition)
3. การวิเคราะห์แบบจำลองฟันในชุดฟันผสม (Mixed Dentition)
4. รายงาน (Report)

ซึ่งมีวิธีการใช้งานที่เหมือนกันดังนี้

1. เมื่อคลิกปุ่ม  จะปรากฏหน้าจอดังนี้



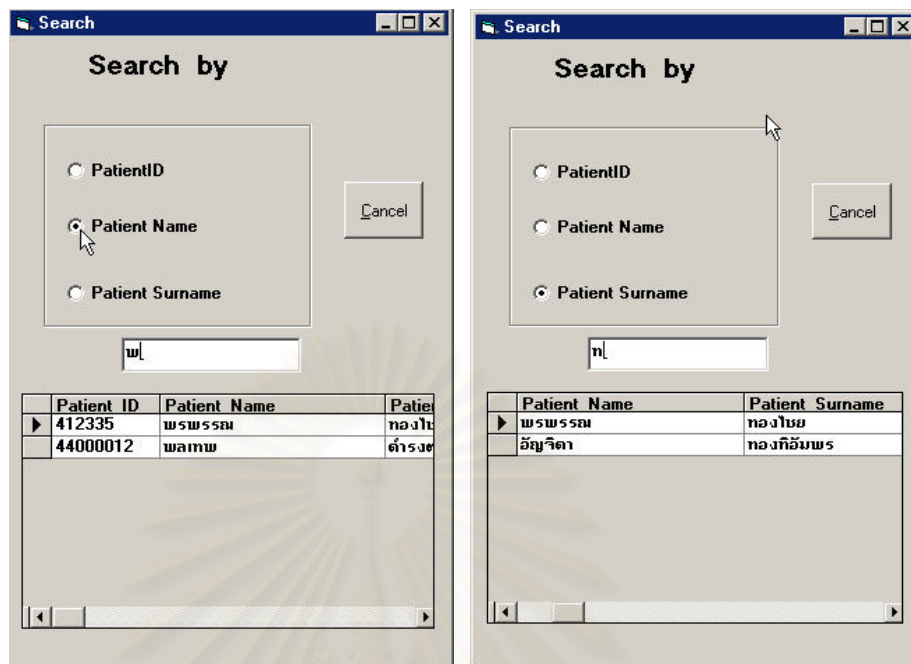
Patient ID	Patient Name	Pal
410001	อิชยา	ลิบ
412335	พรพรรณ	ทอง
417193	สุติมา	โพธิ์
421263	ปรีนธ์	วิชัย
44000012	พลเทพ	ดำรัส
440023	ปริญดา	จิว
450022	สุไรรัตน์	ตั้ง
450023	ทตลอง	
460013	ฉกจิลา	ทว

- จะพบว่าในการค้นหามีปุ่มให้เลือกว่าต้องการค้นหาโดยใช้ PatientID (HN) Patient Name (ชื่อผู้ป่วย) หรือ Patient Surname (นามสกุลผู้ป่วย)

2. ถ้าต้องการค้นหาโดยใช้ PatientID ให้คลิก option button หน้า PatientID และเลขประจำตัวผู้ป่วย โดยพิมพ์เพียงเลขขึ้นต้นบางตัวที่พอจำได้ จะปรากฏรายชื่อผู้ป่วยที่มีเลขประจำตัวเหมือนที่พิมพ์มาให้เลือก

Patient ID	Patient Name	Patient Surname
410001	อิชยา	ลิขิตป
412335	พรพรรณ	ทองใบ
417193	จิตมา	โพธิ์

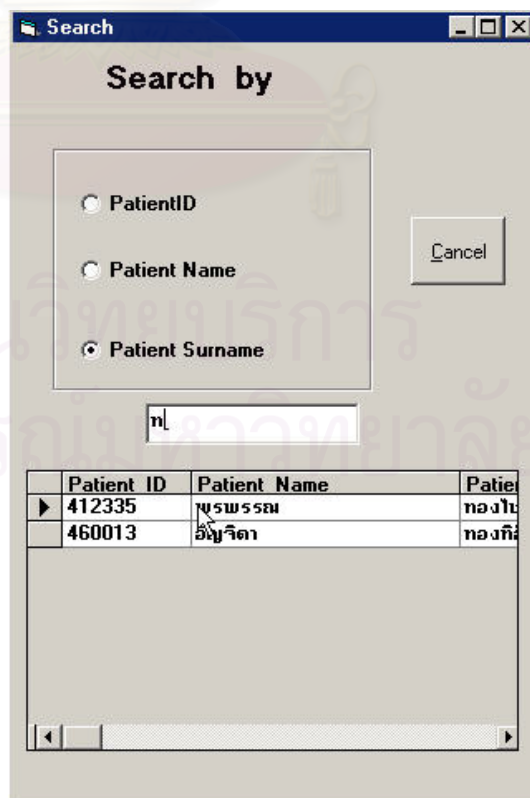
3. การค้นหาโดยใช้ Patient Name (ชื่อผู้ป่วย) ในหรือ Patient Surname (นามสกุลผู้ป่วย) ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับการค้นหาโดยใช้ PatientID ซึ่งผู้ใช้สามารถพิมพ์ตัวอักษรขึ้นต้นของชื่อหรือนามสกุลของผู้ป่วย และให้ระบบทำการค้นหาให้



- การค้นหาโดยใช้ Patient Name (ชื่อผู้ป่วย)

- การค้นหาโดยใช้ Patient Surname (นามสกุลผู้ป่วย)

4. เมื่อพบรายชื่อผู้ป่วยที่ต้องการแล้ว ให้ดับเบิลคลิกที่รายชื่อผู้ป่วยนั้นจะปรากฏข้อมูลของผู้ป่วยคนดังกล่าว



Chula Ortho Model Analysis - [Patient Data]

Patient Data Analyze Report Appendices Utility Help

HN 412335

Name พรพรรณ Surname นภ

Sex
 Male
 Female

Address Telephone

Birthdate 7/7/2530
 Registered Date 3/9/2546
 Age 16 year 1 month

< Back Next >

Add Edit

Search

Search by


PatientID
 Patient Name
 Patient Surname

n

Patient ID	Patient Name	Patient Surname
412335	พรพรรณ	นภ
460013	อัญชิตา	ทองดี

Cancel

Frontal view



Browse

Please select and press Photo file button to view

Pre-treatment
 During-treatment
 Post-treatment

Photo file

Cancel Delete Print

ตัวอย่างแสดงการค้นหระเบียนผู้ป่วยในหน้าจอข้อมูลผู้ป่วย (Patient Data)

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การจัดเก็บรูปแบบจำลองฟัน รูปใบหน้าและรูปในช่องปากของผู้ป่วย

1. เมื่อต้องการเก็บหรือเรียกดูรูปแบบจำลองฟัน รูปใบหน้าและรูปในช่องปากของผู้ป่วย ให้คลิกเลือกกระเบียนผู้ป่วยที่ต้องการ (สามารถทำได้ตามขั้นตอนค้นหาข้อมูลผู้ป่วย)
2. คลิกปุ่ม **Edit** ในหน้าจอข้อมูลผู้ป่วย (Patient Data) ก่อนในกรณีที่ได้บันทึกข้อมูลไว้แล้ว
3. เลือกชนิดของรูปที่ต้องการจัดเก็บหรือต้องการให้แสดงและคลิกปุ่ม **Photo file**



4. การกำหนดชนิดของรูป

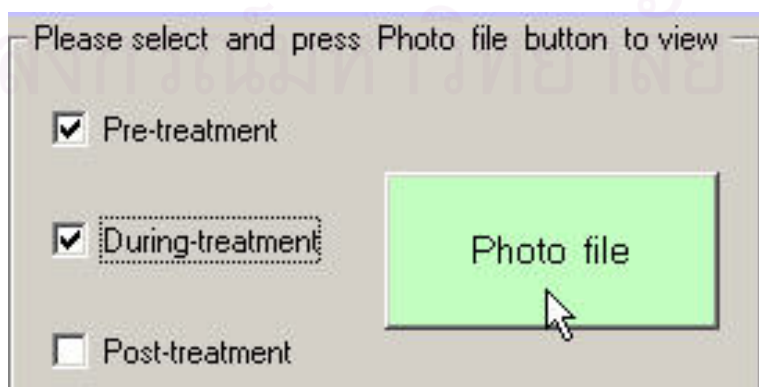
แบ่งตามช่วงเวลา

- Pre-treatment คือ รูปที่ถ่ายไว้ก่อนการรักษา
- During-treatment คือ รูปที่ถ่ายไว้ระหว่างการรักษา
- Post-treatment คือ รูปที่ถ่ายไว้หลังการรักษาเสร็จสิ้น

แบ่งตามประเภท

- Dental Model คือ รูปภาพแบบจำลองฟัน
- Intraoral คือ รูปภาพในช่องปากของผู้ป่วย
- Extraoral คือ รูปภาพใบหน้าของผู้ป่วย

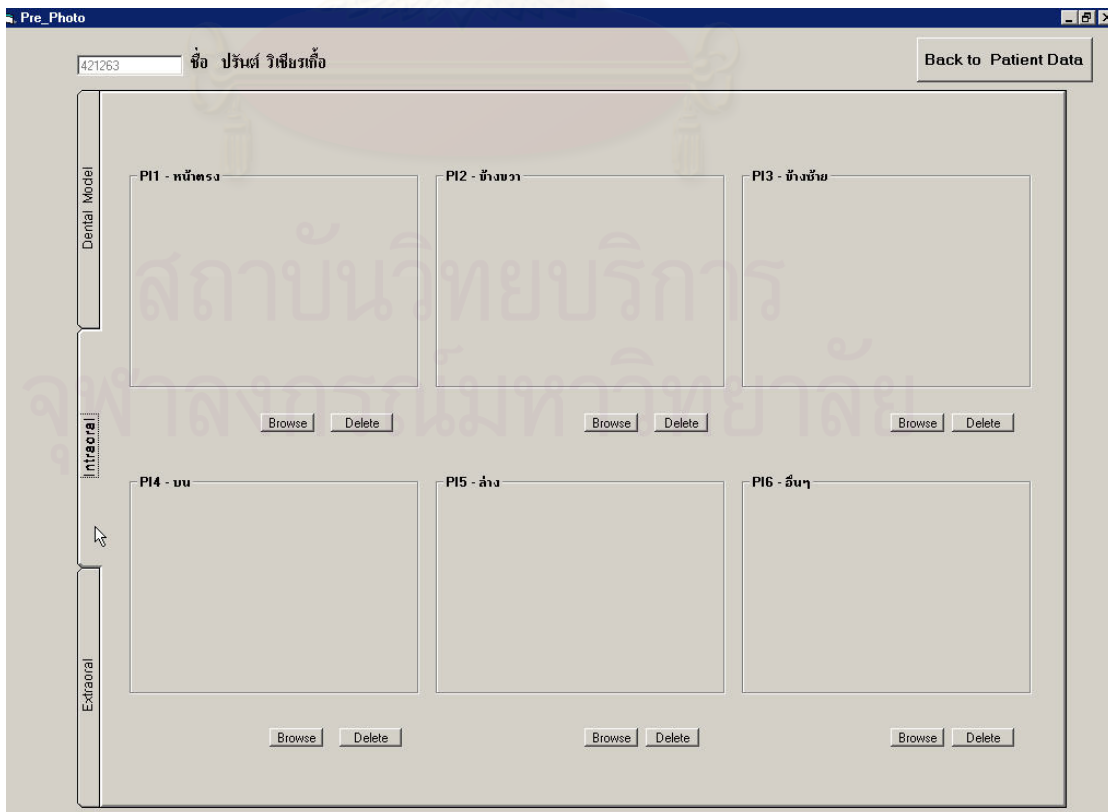
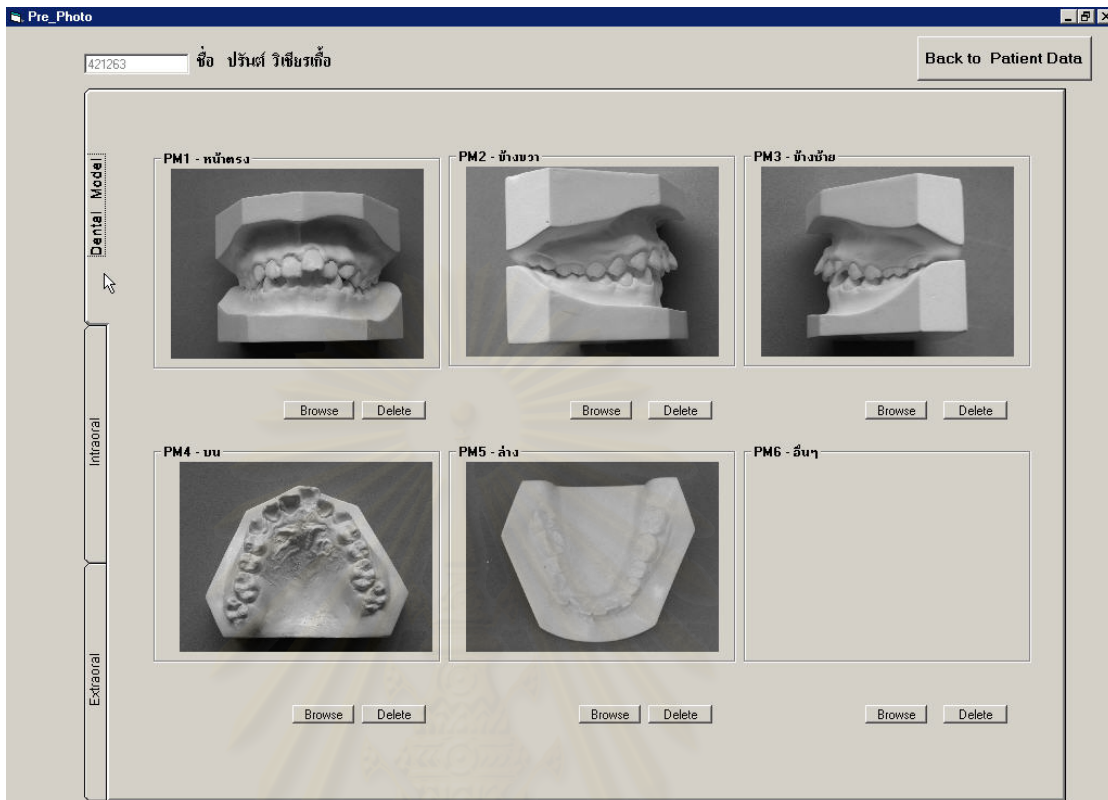
5. ในการเลือกชนิดของรูปนั้นสามารถเรียกหน้าจอได้มากกว่าหนึ่งหน้าจอ เช่นกรณีต้องการดูรูปทั้ง Pre-treatment และ During-treatment ในคราวเดียวกัน

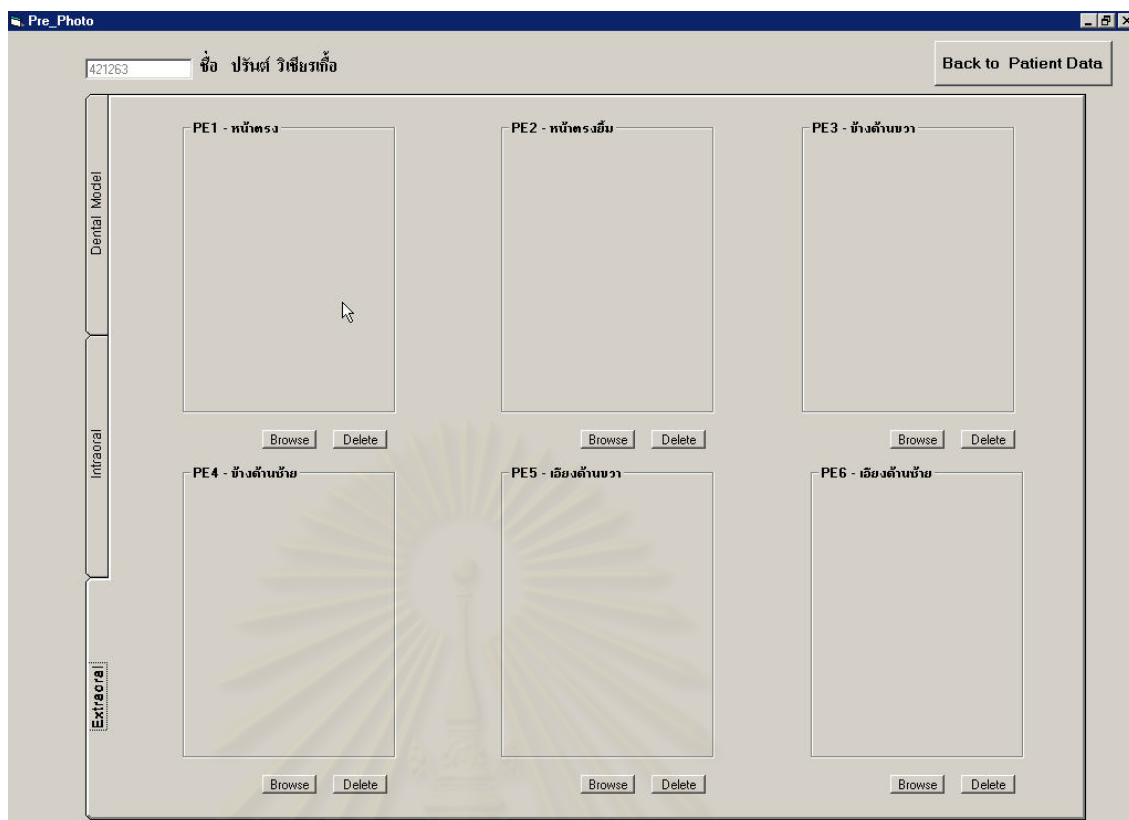





6. เมื่อคลิกปุ่ม



จะพบหน้าจอดังนี้




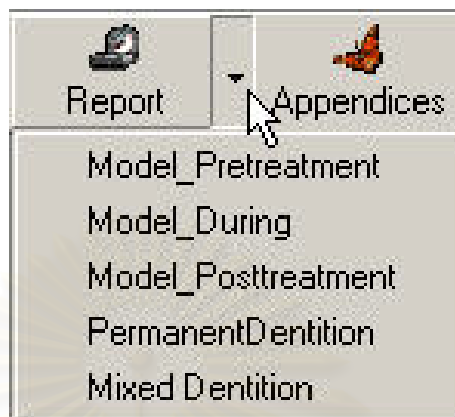


7. คลิกปุ่ม  เพื่อเลือกเพิ่มภาพของผู้ป่วย
8. ถ้าต้องการลบภาพแบบจำลองฟันของผู้ป่วย คลิกปุ่ม 
9. ถ้าต้องการกลับไปดูหน้าจอข้อมูลผู้ป่วย (Patient Data) คลิกปุ่ม 

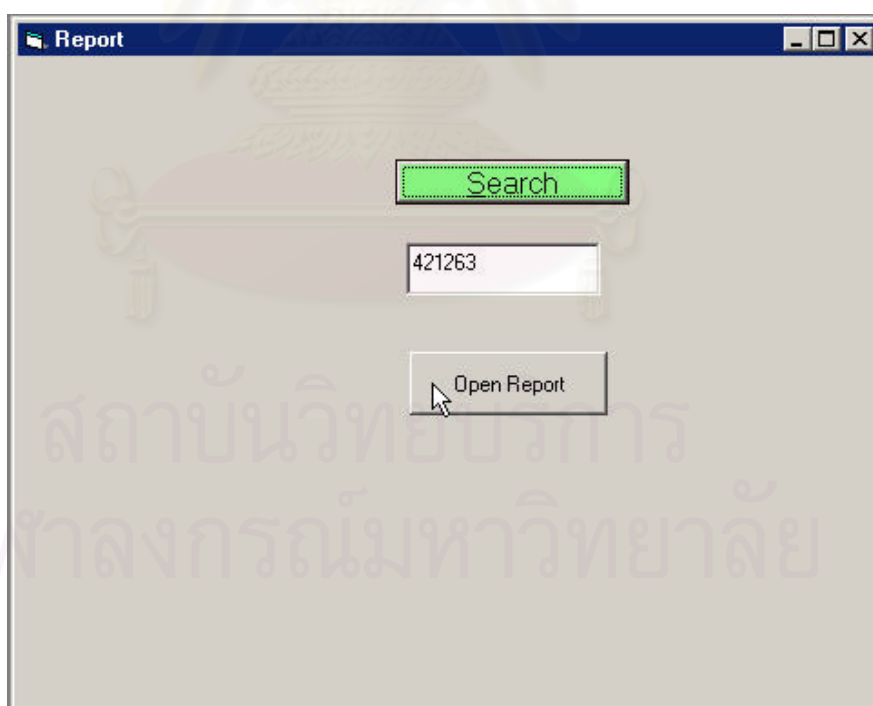
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. การส่งพิมพ์รายงาน

1. ในการพิมพ์รายงานผลการวิเคราะห์นั้นให้คลิกปุ่ม  บนเมนูบาร์ จากนั้นเลือกชนิดของรายงานที่ต้องการ



2. เมื่อเลือกชนิดรายงานที่ต้องการแล้วเช่น เลือก Permanent Dentition จะปรากฏหน้าจอรายงาน (Report) เพื่อพิมพ์เลขประจำตัวผู้ป่วยที่ต้องการพิมพ์รายงาน หรือใช้ระบบค้นหาข้อมูลผู้ป่วย (Search) จากนั้นจึงคลิกปุ่ม Open Report เพื่อแสดงรายงานก่อนพิมพ์




7. เครื่องมืออรรถประโยชน์ (Utility)

ในโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้นนี้ได้จัดเตรียมโปรแกรมเสริมไว้ให้เลือกใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกโดยการคลิกปุ่ม  จากเมนูบาร์ จากนั้นจะพบโปรแกรม Photo Resizer เพื่อช่วยในการแก้ไขขนาดของรูปภาพ



8. คู่มือการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้น

ถ้าผู้ใช้ต้องการทราบขั้นตอนในการใช้งานสามารถอ่านวิธีการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้นได้โดยการคลิกปุ่ม  บนเมนูบาร์จะพบขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้นดังที่กล่าวมาแล้ว

บทที่ 4

สรุป อภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ

สรุป

โปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่จัดทำขึ้นในการศึกษานี้ประกอบด้วย

1. มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลโดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานโปรแกรมเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 : ผู้ดูแลระบบ (Administrator)

สามารถจัดการกับข้อมูลได้ในทุกระดับ เช่น สามารถเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลได้

กลุ่มที่ 2 : ผู้ใช้งาน (User)

สามารถใช้งานโปรแกรมได้ในการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ สามารถเพิ่ม แก้ไขข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถลบข้อมูลได้

กลุ่มที่ 3 : ผู้เข้าชม

สามารถเรียกดูข้อมูล ทำการสืบค้นข้อมูลผลการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ของผู้ป่วยได้ แต่ไม่สามารถทำการเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลผู้ป่วยได้

2. ข้อมูลผู้ป่วย : เพื่อจัดเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ เลขประจำตัวผู้ป่วย ชื่อ นามสกุล เพศ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ วันเกิด วันที่บันทึกข้อมูล (วันที่พิมพ์ปาก) เพิ่มรูปภาพของผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วย รูปภาพแบบจำลองพื้นที่ รูปใบหน้าผู้ป่วย รูปในช่องปากผู้ป่วย และได้แบ่งจัดเก็บรูปภาพตามช่วงเวลาที่ยถ่ายภาพ คือ ก่อนการรักษา ระหว่างการรักษา และภายหลังการรักษา

3. การวิเคราะห์ขนาดฟัน ประกอบด้วย

3.1 วิธีวิเคราะห์ของบอลตัน

3.2 การหาขนาดฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยที่ยังไม่ขึ้นจาก

3.2.1 สมการ Tanaka & Johnston¹⁵

3.2.2 สมการวัชระและปิยาร์ตน์¹²

3.2.3 ตารางโมเยอร์ (Moyer's probability chart)¹⁶

3.2.4 ภาพรังสีปลายรากฟัน

4. การวิเคราะห์ความกว้างและความสูงของแนวโค้งของฟัน

4.1 Korkhaus analysis

4.2 ค่ามาตรฐานของคนไทย

4.3 ค่ามาตรฐานจากข้อมูลของมหาวิทยาลัยมิชิแกน

- 5 การจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์
- 6 คู่มือการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถอ่านวิธีการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพันได้ขณะใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพันนี้ ประกอบด้วย

1. วิชาการเบสิก เวอร์ชัน 6 เซอร์วิสแพค 5 (Visual basic 6.0 SP5) เพื่อช่วยสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ คำนวณผลการวิเคราะห์ต่างๆ และสร้างส่วนเชื่อมโยงการทำงานของโปรแกรมอื่นๆ
2. โปรแกรมไมโครซอฟต์ แอคเซส (Microsoft access) ช่วยจัดเก็บฐานข้อมูล
3. คริสตัล รีพอร์ท เวอร์ชัน 9 (Crystal Report V.9) เพื่อใช้จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์
4. ไมโครซอฟท์ ฟรอนท์เพจ (Microsoft Frontpage) เพื่อทำคู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพัน

อภิปรายผลการวิจัย

โปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองพันที่จัดทำขึ้นในการศึกษานี้ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์แบบจำลองพันที่มีความหลากหลาย ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย หรือนำมาใช้เพื่อประเมินหาค่าที่เหมาะสมที่สุดต่อผู้ป่วยรายนั้นๆ นอกจากนี้ยังมีค่ามาตรฐานของคนไทยเช่น สมการวัชระและปิยารัตน์ซึ่งได้จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นแบบจำลองพันของคนไทยจำนวน 400 ราย¹² เพื่อใช้หาความกว้างขนาดพันที่ยังไม่ขึ้นในผู้ป่วยที่มีพันชุดผสม รวมทั้งมีค่ามาตรฐานของคนไทยในการวิเคราะห์ความกว้างและความสูงของแนวโค้งของพันซึ่งได้จากการศึกษาของพรทิพย์¹³ จงกลพรรณและวันดี¹⁴ ซึ่งไม่มีบรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์แบบจำลองพันที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นโปรแกรมนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีแฟ้มรูปภาพของผู้ป่วยที่มีการแบ่งแยกจัดเก็บอย่างชัดเจนครอบคลุมทั้งรูปภาพใบหน้าผู้ป่วย รูปภาพในช่องปากผู้ป่วย และรูปภาพแบบจำลองพัน รวมทั้งระบบสืบค้นข้อมูลที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถทำการสืบค้นได้ ทั้งจากเลขประจำตัว ชื่อ หรือนามสกุลของผู้ป่วย

พร้อมกันนี้ได้มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยมีการจัดแบ่งความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละกลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งถือเป็นมาตรฐานที่โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลควรมี เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเก็บข้อมูลแบบจำลองพันในคอมพิวเตอร์ ซึ่งในอนาคตอาจมีการพัฒนาให้มีการจัดเก็บแบบจำลองพันสามมิติต่อไป

สำหรับโปรแกรม วิซวลเบสิก เวอร์ชัน 6 ที่นำมาใช้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลอง ฟันนี้ มีข้อดีหลายประการคือ

1. เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ง่ายต่อการเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งในเรื่องไวยากรณ์ของภาษาเองและเครื่องมือการใช้งาน
2. ความนิยมของตัวภาษา โดยอาจกล่าวได้ว่าภาษาเบสิก นั้นเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีคนเรียนรู้และใช้งานมากที่สุดในประวัติศาสตร์คอมพิวเตอร์ (ข้อมูลจาก Microsoft Developer Network Library Visual Studio 6.0)
3. มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านของตัวภาษาและความเร็วของการประมวลผล และในเรื่องของความสามารถใหม่ๆ เช่น การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. ผู้พัฒนาสำคัญของโปรแกรม วิซวลเบสิก คือบริษัทไมโครซอฟท์ซึ่งจัดเป็นบริษัทใหญ่ของวงการคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงมีความมั่นใจว่าโปรแกรม วิซวลเบสิก จะยังมีการพัฒนา ปรับปรุงและคงอยู่ไปอีกนาน

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟันนี้เป็นงานวิจัยนำร่องในการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษาผู้ป่วยจัดฟัน ในภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนั้นควรที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคตในกรณีต่อไปนี้

1. ปรับปรุงโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟันให้ทำงานเชื่อมต่อกับ ดิจิจอล เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์
2. พัฒนาการเก็บข้อมูลแบบจำลองฟันในรูปแบบสามมิติ
3. เมื่อมีฐานข้อมูลของผู้ป่วยก่อนและหลังการรักษาที่มากพอ อาจนำมาช่วยสร้างต้นไม้แห่งการตัดสินใจในการวางแผนการรักษาต่อไป

โดยหวังอย่างยิ่งว่าโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองฟันที่จัดทำขึ้นนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยต่อไป

รายการอ้างอิง

1. James, J.T, Talbomis, L.J, Denny, J.M. and Fischer, J.R. "A Comparison of 3 Computerized Bolton Tooth-Size Analysis with a Commonly Used Method" Angle Orthod. 71 (2001): 351-357.
2. Sheridan, J.J. "The Reader's Corner." J Clin Orthod. 34 (2000): 593-597.
3. Bolton, W.A. "The clinical application of a tooth-size analysis." Am J Orthod. 48 (1962): 504-529.
4. Proffit, W.R. and Fields, H. W. Contemporary Orthodontics. 3rd ed. St. Louis, Mo: Mosby, 2000: 169-170.
5. Crosby, D.R. and Alexander, C.G. "The occurrence of tooth-size discrepancies among different malocclusion groups." Am J Orthod Dentofac Orthop. 95 (1989): 457-461.
6. Freeman, J.E. and Maskeroni, A.J. "Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients." Am J Orthod Dentofac Orthop. 110 (1996): 24-27.
7. Shellhart, W.C. and Lang, D.W. "Reliability of the Bolton tooth-size analysis when applied to crowded dentition.: Angle Orthod. 65 (1995): 327-334.
8. Ayoub, A.f. , Wray, D., Moos, K.F., Jin, J., Niblett, T.B., Urquhart, C., et al. "A three-dimensional imaging system for archiving dental study casts : A preliminary report. Int. J. Adult Orthod. Orthognath Surg. 12 (1997): 79-84.
9. BeGole, E.A. "A Computer System For Analysis of Dental Casts." Angle Orthod. 51 (1981): 252-258.
10. Ho , C.T. and Freer , T.J. "A computerized tooth-width analysis." J Clin Orthod. 33 (1999): 498-503.
11. Bishara, S.E., Jakobsen, J.R., Abdallah, E.M. and Fernandoz, G.A. "Comparisons of Mesiodistal and Bucco-lingual Crown Dimension of the Permanent Teeth in Three Population from Egypt , Mexico and the United States. Am J Orthod Dentofac Orthop. 96 (1969): 416-422.

12. วัชระ เพชรคุปต์ และ ปิยารัตน์ อภิวัฒนกุล “การทำนายผลรวมความกว้างของฟันเขี้ยวฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้อยซี่ที่สองจากเด็กไทยอายุ 13-15 ปี” ว.ทันต.จุฬาฯ 22 (2542): 167-175.
13. พรทิพย์ ชิวชรัตน์ “การวิเคราะห์แบบฟันในเด็กอายุ 8-10 ปี” ว.ทันต. 40 (2533): 210-218
14. จงกลพรรณ สุทธิพิศาล และ วันดี อภิณหสมิต “ค่าความกว้างของฟันหน้ากับสัดส่วนของขากรรไกรคนไทย” ว.ทันต.จุฬาฯ 4(2524): 1-15.
15. Tanaka , M.M. and Johnston , L.E. “The Prediction of the Size of Unerupted Canine and Premolar in a Contemporary orthodontic population.” J.A.D.A. 88 (1974): 798-801.
16. Moyers, R.E. Handbook of Orthodontics: For the Students and General Practitioner. Chicago: Chicago Medical Publishers,1963.
17. Sanin, C., Savara, B. S. “An Analysis of Permanent Mesio-distal Crown Size” Am. J. Orthod. 59 (1971): 488-500.
18. Lundstrom, A. “Variation of Tooth Size in the Etiology of Malocclusion.” Am. J. Orthod. 41 (1995): 872-876.
19. Howes, A. E. “Model Analysis for Treatment Planning.” Am. J. Orthod. 38 (1952): 183-207.
20. Beyron, H. “Optimal Occlusion” The Dental Clinics of North America. (July, 1969): 537-554.
21. Andrew, L.F. “Orthodontic Systems: Occlusal Analysis.” The Dental Clinics of North America. (October,1976): 671-690.
22. Roth, R.H. “The Maintenance System and Occlusal Dynamics.” The Dental Clinics of North America. (October,1976): 761-788.
23. Howes, A.E. “Arch Width in the Premolar Region-Still the Major Problem in Orthodontics.” Am. J. Orthod. 43 (1957): 5-31.
24. Salvo, N.A.DI. “Recognition and Classification of Malocclusion.” The Dental Clinics of North America. (July 1968): 291-301.
25. Sanin, C., Savara, B.S., Clarkson, Q.C. and Thomas, D.R. “ Prediction of Occlusion by Measurements of the Deciduous Dentition.” Am. J. Orthod. 57 (1970): 561-572.

26. Graber, T.M. Etiology of Malocclusion , in Orthodontics, Principle Practice ,3rded Philadelphia: W.E. Saunders Co.(1972): 255-396.
27. Preis, K.W. "Childhood Habits : The Effect on Facial Development and Dental Occlusion." Ann. Dent. 12 (1953): 58-63
28. Fleet, I. J. " Study of Tooth Size , Dental Arch Length, and Facial Balance in Case Of Class I Malocclusion." Am. J. Orthod. 39 (1953): 57
29. Moorrees, C.F.A. and Reed , R.B. "Correlations Among Crown Diameters of Human Teeth." Arch Oral Biol. 9 (1964): 685-697 cited in วิรัช พัฒนาภรณ์. การวิเคราะห์ขนาดฟัน. ทันตแพทยศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526
30. Moorrees, C.F.A. The Dentition of the Growing Child: A Longitudinal Study of Dental Development Between 3 and 18 years of Age. Havard University Press, Cambridge , Mass, 1959 cited in วิรัช พัฒนาภรณ์. การวิเคราะห์ขนาดฟัน. ทันตแพทยศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526
31. Moorrees, C.F.A., Faning, E.A. and Hunt, E.E. Jr. " Age Variation of Formation Stage for Ten Permanent Teeth." J. Dent. Res. 42 (1963): 1490-1502.
32. Norderval, K., Wisth, P.J. and Boe, O.E. " Mandibular anterior crowding in relation to tooth size and craniofacial morphology." Scand. J. Dent. Res. 83 (1975): 267-273
33. Black, G.V. Descriptive Anatomy of the Human Teeth, 4th ed. S.S. White , Philadelphia , 1902 cited in Bolton ,W.A. "The clinical application of a tooth-size analysis." Am J Orthod. 48 (1962): 504-529.
34. Lundstrom, A. " Intermaxillary Tooth Width Ratio and Tooth Alignment and Occlusion." Acta Odontol Scandinav. 12 (1954): 265-291. cited in Bolton, W.A. "The clinical application of a tooth-size analysis." Am J Orthod. 48 (1962): 504-529.
35. Schwrz, A.M. "Condition Threatening Normal Occlusion during the Period of Shedding of the Teeth." Am. Dental Assn. July (1930): 889-893.

36. Ritter , R. "Untersuchungen Uber die Mesiodistalen Grossen-verhaltuisse der Zahue des Oberkiefers Zu Denen des Unterkiefers" Fortscher. Orthodontik. 2 (1933) : 261-265. cited in Moorrees, C.F.A. and Reed , R.B. "Correlations Among Crown Diameters of Human Teeth." Arch Oral Biol. 9 (1964): 685-697.
37. Seipel, C.M. "Variation of Tooth Position." Sven Tandlark Tidskr. 39 (1946): 53-54. (suppl) cited in Lundstrom, A. " Intermaxillary Tooth Width Ratio and Tooth Alignment and Occlusion." Acta Odontol Scandinav. 12 (1954): 265-291.
38. Selmer-Olsen, R. "An Odontometrical Study on the Norwegian Lapps" , Oslo, 1949, I Kommissjon Hos Jab Dywad. Cited in Sillman, J.H. "Dimensional Changes of the Dental Arches : Longitudinal Study From Birth to 25 Years." Am. J. Orthod. 50 (1964): 824-842.
39. Ballard , M.L. "Asymmetry in Tooth Size : A Factor in the Etiology , Diagnosis and Treatment of Malocclusion." Angle Orthod. 14 (1944): 67-71.
40. Neff , C.W. "Tailored Occlusion with the Anterior Coefficient." Am. J. Orthod. 35 (1949): 309-314.
41. Ree, D.J. "A Method for Assessing the Proportional Relational of Apical Bases and Contact Diameters of the Teeth." Am. J. Orthod. 39 (1953): 695-707.
42. Kesling, H.D. "Philosophy of Tooth Positioning Appliance." Am. J. Orthod. 31 (1945): 297-340.
43. Nance, H.N. "Limitations of Orthodontic Treatment." Am. J. Orthod. 35 (1949) : 309-313.
44. Peck, H. and Peck , S. "An Index for Assessing Tooth Shape Deviations as Applied to Mandibular Incisors." Am. J. Orthod. 61 (1972): 384-401.
45. พรทิพย์ ชิวชรัตน์ Model Analysis and Space Assessment เอกสารประกอบการสอนนิสิตปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544 กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อัดสำเนา)

46. Hixon, E.H. and Oldfather, R.H. "Estimation of the sizes of unerupted and bicuspid teeth" Angle Othod. 28(1956): 236.
47. Staley, R.N. and Kerber, P.E. "A Revision of Hixon and Oldfather Mixed Dentition Prediction Method." Am. J. Orthod. 78 (1980): 296-301.
48. วิรัช พัฒนภรณ์. การวิเคราะห์ขนาดฟัน. ทันตแพทยศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526
49. Huckaba, G.W. "Arch Size Analysis and Tooth Size Prediction." The Dental North Clinics of North America (July ,1964) : 431-440.
50. Rakosi, T., Jonas, I. and Graber, T. M. Color Atlas of Dental Medicine: Orthodontic-Diagnosis , New York :Thieme Medical Publishers Inc., 1993: 207-234.
51. Proffit, W.R. and Fields, H. W. Contemporary Orthodontics. 2nd ed. St. Louis, Mo: Mosby,1993: 179.
52. Tomes, Sir Charles. "Studies on the Growth of the Jaws." Transactions Odontological Society (1881-1892) cited in Richardson, E.R. and Brodie, A.G. "Longitudinal Study of Growth of Maxillary Width." Am. J. Orthod. 34 (1964): 1-15.
53. Friel, S. "Occlusion Observation on Its Development from Infancy to Old Age." Int. J. Orthodont. 13 (1927): 322-340.
54. Cohen, J.T. "Growth and Development of the Dental Arches in Children." J. Am. D. A. 27 (1940): 1250-1260.
55. Woods, G.A. "Changes in Width Dimension Between Certain Teeth and Facial Points during Human Growth." Am. J. Orthod. 36. (1950): 676-699.
56. Barrow, G.V. and White, J. R. "Developmental Changes of the Maxillary and Mandibular Dental Arch." Angle Orthod. 22 (1952): 41-46.
57. Sillman, J.H. "Dimensional Changes of the Dental Arches : Longitudinal Study From Birth to 25 Years." Am. J. Orthod. 50 (1964): 824-842.
58. Moorrees, C.F. A. and Reed , R.B. " Changes in Dental Arch Dimensions Expressed on the Basis of Tooth Eruption as Measure of Biologic Age." J. Dent. Res. 44 (1965): 129-141.

59. Moorrees, C.F. A. and Chadha, J.M. "Available Space for the Incisors during Dental Development – A Growth Study Based on Physiologic Age." Am. J. Orthod. 35 (1965): 12-22.
60. Moorrees, C.F. A. "Normal Variation in Dental Development Determined with Reference to Tooth Eruption Status." J. Dent. Res. Supplement to 40 (1965) : 161-171.
61. Lundstrom, A.F. "Malocclusion of the Teeth Regarded as Problem in Connection with the Apical Base." Int. J. Orthod. 11 (1929): 591-602.
62. Mills, L.F. "Arch Width, Arch Length and Tooth Size in Young Adult Males." Am. J. Orthod. 34 (1964): 124-129.
63. Richardson, E.R. and Brodie , A.G. "Longitudinal Study of Growth of Maxillary Width." Am. J. Orthod. 34 (1964): 1-15.
64. Redmond, W.R. "Diagnostic Models: A New Diagnostic Tool." J. Clin. Orthod. 35 (2001): 386-387.
65. White, L.H. "The Clinical Use of Occlusograms." J. Clin. Orthod. 16 (1982): 92-103.
66. Marcel, T. J. "Three-dimensional on-screen virtual models." Am J Orthod Dentofac Orthop. 119 (2001): 666-668.
67. Mah, J. "The Cutting Edge" J. Clin. Orthod. 37(2003): 101-103
68. Kusnoto, B. and Evans, C. A. "Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic application" Am J Orthod Dentofac Orthop. 122 (2002): 342-348.
69. Santoro, M., Galkin, S., Teredesai, M., Nicolay, O. F., Cangialosi, T. J. "Comparison of measurements made on digital and plaster models" Am J Orthod Dentofac Orthop. 124 (2003): 101-105.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว อัญจิดา ทองทิอัมพร เกิดเมื่อวันที่ 13 กันยายน พุทธศักราช 2517 ที่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2540 จากนั้นเข้ารับราชการในกระทรวงสาธารณสุขสังกัด กองสาธารณสุขภูมิภาค โดยเริ่มทำงานเป็นหัวหน้าฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลท่าแซะ จังหวัดชุมพร เป็นเวลา 2 ปี จากนั้นจึงย้ายมาเป็นหัวหน้าฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลนภลัย จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นเวลา 1 ปี และเข้าศึกษาต่อในสาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาค วิชาทันตกรรมจัดฟัน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย