



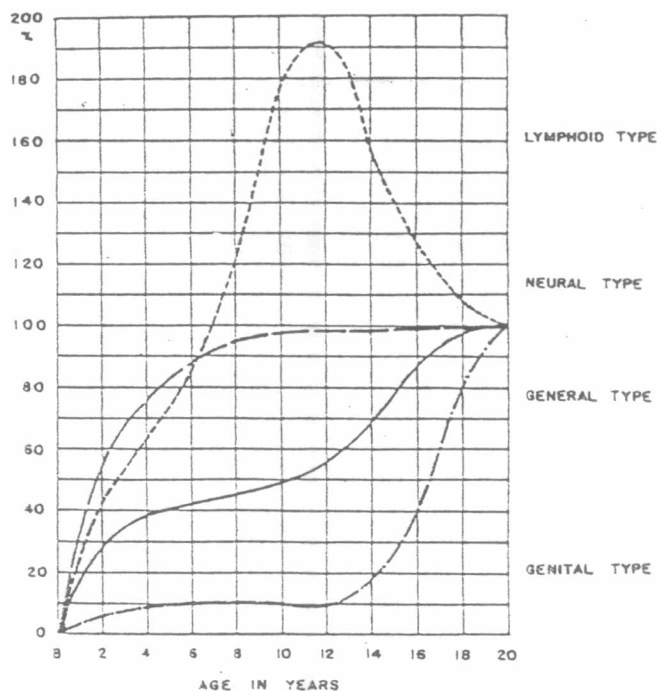
การเจริญเติบโตของร่างกาย ใบหน้าและกะโหลกศีรษะ

การเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับใบหน้าและกะโหลกศีรษะ เป็นที่สนใจและศึกษากันอย่างกว้างขวางในสาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน เริ่มจากการวัดขนาดการเจริญเติบโตจากกะโหลกศีรษะแห้งโดยตรง (Cephalometry) และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายรังสีเอกซ์ในลักษณะต่าง ๆ แบบต่อเนื่องตั้งแต่เด็กจนถึงช่วงอายุที่ร่างกายมีการเจริญเต็มที่ เพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

Krogman⁽²⁵⁾ อธิบายการเจริญเติบโตโดยทั่วไปของร่างกายไว้ดังนี้

1. ร่างกายมีทิศทางการเจริญเติบโตในแนว Cephalo-caudal ร่วมกับการเจริญเติบโตในแนว Dorso-ventral (sagittal) และแนว Lateral (tranverse)
2. องค์ประกอบทางพันธุกรรมซึ่งควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมขนาดของการเจริญเติบโต ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมสัดส่วนของการเจริญเติบโตเฉพาะอย่าง ความแปรปรวนขององค์ประกอบทั้งสองทำให้ลักษณะการเจริญเติบโตในแต่ละบุคคลต่างกัน แต่ยังคงมีรูปแบบ (pattern) ของการเจริญเติบโตเหมือนกัน
3. รูปแบบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ภายในร่างกาย (body tissue) แบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่ Lymphoid type, Neural type, General body type และ Genital type
4. การเจริญเติบโตบริเวณใบหน้ามีลักษณะเหมือนการเจริญเติบโตของร่างกายทั่วไป

Scammon และคณะ แสดงลักษณะและขนาดของการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อภายในร่างกาย (body tissue) ทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ในรูปกราฟ ที่ช่วงอายุต่าง ๆ กัน ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 20 ปี เรียกว่า "Scammon's Curves" ดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย



รูปที่ 2 Scammon's Curves แสดงอัตราการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อภายในร่างกายทั้ง 4 ชนิดที่ช่วงอายุต่าง ๆ

----- = Lymphoid type, - - - - = Neural type,
 ————— = General type, - · - · - = Genital type

(From Scammon, R.E., et al. : The Measurement of Man.
 Minneapolis, University of Minnesota Press)

1. Lymphoid type เป็นการเจริญเติบโตของต่อมไทมัส ต่อมน้ำเหลือง Interstitial lymphoid tissue

ลักษณะการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อเหล่านี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังจากคลอดจนถึงอายุ 12 ปี การเจริญเติบโตมีมากเป็นสองเท่าของเนื้อเยื่ออื่น ๆ หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตลดลงจนเท่ากับส่วนอื่น ๆ เมื่ออายุประมาณ 20 ปี

2. Neural type เป็นการเจริญเติบโตของสมอง กะโหลกศีรษะที่หุ้มรอบสมอง (Neurocranium) เยื่อหุ้มสมอง ไขสันหลัง อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น ตลอดจนการเจริญเติบโตของส่วนต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มขนาดของศีรษะ

ลักษณะการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนนี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังจากคลอดจนถึงอายุ 10 ปี ประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ของการเจริญเติบโตทั้งหมด หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และสมบูรณ์เต็มที่เมื่ออายุ 20 ปี

3. General type (General body type) เป็นการเจริญเติบโตของร่างกายทั่ว ๆ ไป เพื่อเพิ่มขนาด รวมทั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ การย่อยอาหาร ไต ม้าม หลอดเลือดและกล้ามเนื้อ

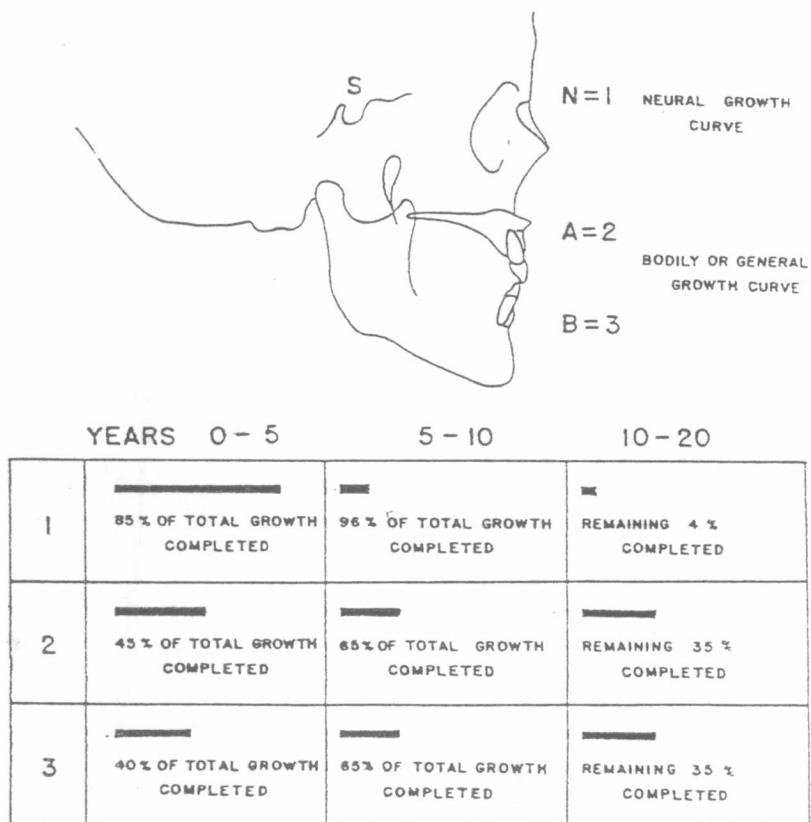
ลักษณะการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นรูปตัว "S" กล่าวคือ การเจริญเติบโตของร่างกายแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 4 - 6 ปี เป็นไปอย่างรวดเร็วประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของการเจริญเติบโตทั้งหมด หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งเมื่ออายุ 12 ปี ไปจนถึงอายุ 20 ปี

จากการศึกษาของ Krogman, (25) Nanda, (27) Scammon, (26) Bambha (28) และบุคคลอื่น ๆ พบว่าการเจริญเติบโตของใบหน้ามีลักษณะเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของร่างกายทั่วไป

4. Genital type เป็นการเจริญเติบโตของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ได้แก่ testis, ovary, epididymis, uterine tube, prostate gland, prostatic urethra และ seminal vesicles

ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นรูปตัว "S" เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของร่างกายทั่วไป แต่อัตราการเจริญเติบโตของส่วนนี้ในระยะแรกภายหลังคลอดไปจนถึงอายุ 12 ปี มีน้อยมากไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของการเจริญเติบโตทั้งหมด หลังจากนั้น เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว การเจริญเติบโตของส่วนนี้ก็กลับเพิ่มขึ้นรวดเร็วและเป็นไปอย่างสม่ำเสมอจนถึงอายุ 20 ปี

Scammon แสดงอัตราการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ ณ จุด N (Nasion)
กับใบหน้าส่วนบน ณ จุด A (Subspinale) และใบหน้าส่วนล่าง ณ จุด B (Supramentale)
ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะกับใบหน้า
(From Scammon, R.E., et al. : The Measurement of
Man. Minneapolis, University of Minnesota Press.)

1. การเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ ณ จุด N มีลักษณะตาม Neural growth curve คือ ระหว่างอายุ 0 - 5 ปี การเจริญส่วนนี้มีมากที่สุดประมาณ 85 % และเพิ่มขึ้นเป็น 96 % ระหว่างอายุ 5 - 10 ปี หลังจากนั้นเป็นการเจริญของส่วนที่เหลืออีก 4 % ในช่วงอายุ 10 - 20 ปี

2. การเจริญเติบโตของใบหน้าส่วนบน ณ จุด A

3. การเจริญเติบโตของใบหน้าส่วนล่าง ณ จุด B

การเจริญเติบโตทั้ง 2 ส่วน มีลักษณะตาม General growth curve คือ ระหว่างอายุ 0 - 5 ปี การเจริญเติบโตส่วนนี้มีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ 45 % และ 40 % ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น 65 % ระหว่างอายุ 5 - 10 ปี หลังจากนั้นเป็นการเจริญเติบโตของส่วนที่เหลืออีก 35 % ในช่วงอายุ 10 - 20 ปี

Jacobson⁽²⁹⁾ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะในแนวหน้า - หลัง (antero-posterior) ณ จุด N (Nasion), ANS (Anterior nasal spine) และ Pog (Pogonion) มีอัตราส่วนดังนี้ $N : ANS : Pog = 1 : 2 : 3$

การเจริญเติบโตของใบหน้ามี 3 แนวคือ

แนวระนาบ (horizontal growth) เพื่อเพิ่มความลึกของใบหน้า (facial depth)

แนวตั้ง (vertical growth) เพื่อเพิ่มความสูงของใบหน้า (facial height)

แนวขวาง (transversal growth) เพื่อเพิ่มความกว้างของใบหน้า (facial width)

Goldstein⁽³⁾ พบว่า

1. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งมีมากที่สุดและเกิดขึ้นรวดเร็วที่สุด รองลงมาได้แก่ การเจริญเติบโตในแนวระนาบและแนวขวางตามลำดับ

2. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งของแต่ละบุคคลแตกต่างกันมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การเจริญเติบโตในแนวขวางและแนวระนาบตามลำดับ

3. ใบหน้าส่วนล่างมีการเจริญเติบโตในแนวระนาบมากกว่าใบหน้าส่วนบน

4. ช่วงอายุซึ่งใบหน้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (spurt of growth) มี 2 ช่วง คือ ระหว่างอายุ 3 - 5 ปี และ 13 - 15 ปี

Maj และ Muzi⁽³⁰⁾ ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะแบบ Cross sectional จากเด็กชาวอิตาลีอายุ 5 - 15 ปี พบว่าช่วงอายุที่ใบหน้ามีการเจริญในแนวระนาบอย่างรวดเร็ว (spurt of growth) ได้แก่ อายุ 6, 8, 13 และ 15 ปี

ช่วงอายุที่ใบหน้ามีการเจริญเติบโตในแนวตั้งอย่างรวดเร็ว (spurt of growth) ได้แก่อายุ 7, 9 และ 13 ปี

ช่วงอายุที่ใบหน้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง (stable period) ได้แก่ อายุ 10 และ 14 ปี

Krogman⁽⁴⁾ ศึกษาการเจริญเติบโตบริเวณใบหน้าแบบต่อเนื่องจากเด็กนักเรียนชาวฟิลิปปินส์ 600 คน อายุ $6\frac{1}{2}$ - $13\frac{1}{2}$ ปี ซึ่งเป็นระยะที่เปลี่ยนจากฟันน้ำนมเป็นฟันแท้สรุปว่า

1. แรกเกิด

การเจริญเติบโตของใบหน้าทางด้านความกว้างมี 35 - 60 % ของการเจริญเติบโตทั้งหมด

ความสูงมี	40 - 45 %	"	"
ความลึกมี	30 - 35 %	"	"

2. หลังจากนั้นการเจริญเติบโตทางด้านความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 65 - 70 %

ความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 55 - 60 %

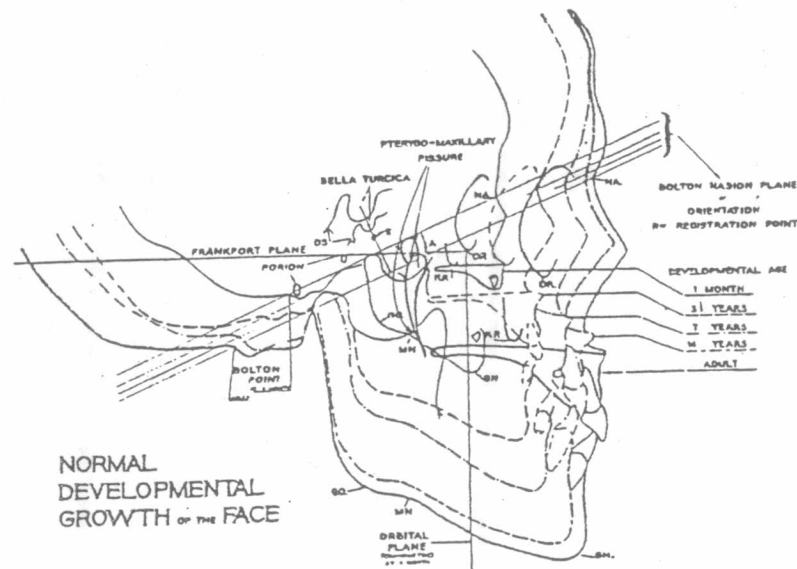
ความกว้างลดลงเหลือ 40 - 45 %

3. อัตราการเจริญเติบโตของใบหน้าทางด้านความลึก ความกว้าง และความสูงแต่ละช่วงอายุต่างกัน ดังนี้

	Depth	Breath	Height
1. Up to chronological age 3 yrs (complete deciduous dentition)	++	+	-
2. Up to chronological age 6 yrs (eruption of M 1)	+	+	+
3. Up to chronological age 9-10 yrs (+) (eruption I 1-2, Pm 1-2)		+	+
4. Up to chronological age 12 yrs (eruption C and M2)	++	+	+
5. Up to chronological age 18-20 yrs (eruption of M3)	+	(+)	(+)

++ = Rapid, + = Moderate, (+) = Slow, - = Absent

การเปลี่ยนแปลงของใบหน้าในแนวระนาบและแนวตั้งสังเกตได้โดยอาศัยภาพถ่ายรังสีเอ็กซันข้างของกะโหลกศีรษะ จากการศึกษาของ Broadbent⁽³¹⁾ ในเด็กผิวขาวแบบต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิด จนเจริญเติบโตเต็มที่ด้วยภาพรังสีเอ็กซันข้างกล่าว จำนวน 4,000 ฟิล์ม ได้ลักษณะโครงสร้างใบหน้าโดยเฉลี่ยที่อายุต่าง ๆ กัน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะจากภาพถ่ายรังสีเอ็กซันข้างอายุต่าง ๆ กัน จากการบันทึกของ Bolton และรวบรวมโดย Broadbent
 A = Angle of Frankfurt plane of the first record to the Bolton-Nasion plane of orientation. Gn = Gnathion, Go = Gonion, KR = Key Ridge, Na = Nasion, Or = Orbitale, Os = Occipito-sphenoidal suture, MN = Mandibular plane
 (From Broadbent, Angle Orthod. 1937)

ผู้ศึกษาได้ซ้อนทับภาพรังสีเอ็กซในช่วงอายุต่าง ๆ ที่จุด R ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของเส้นตั้งฉากที่ลากจากจุด S (Sella) ไปยัง Bolton plane (Bo-Na) โดยให้ระนาบนี้ขนานกันในแต่ละช่วงอายุ พบว่า

จุดต่าง ๆ ที่อยู่บน median sagittal plane ได้แก่ ANS, GN, ฟันหน้าบนล่างมีทิศทางการเจริญเติบโตลงล่างมาทางด้านหน้า (downward and forward) ยกเว้น Na มีทิศทางการเจริญเติบโตมาทางด้านหน้าและเฉียงขึ้นบนเล็กน้อย (forward and slightly upward)

จุดอื่น ๆ ยกเว้น PNS มีการเจริญเติบโตลงล่าง มาทางด้านหน้าและเฉียงออกไปทางด้านข้าง (downward, forward and laterally)

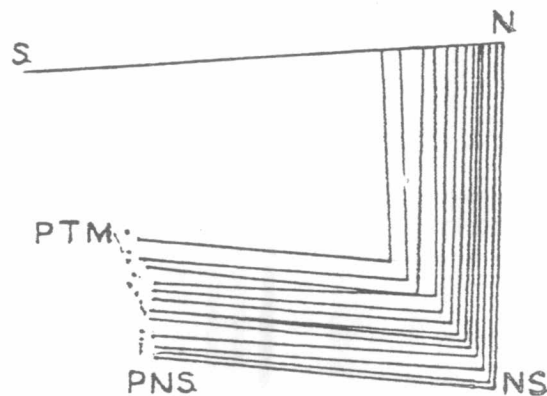
PNS ซึ่งอยู่ตรงบริเวณรอยต่อระหว่างการเจริญเติบโตของใบหน้าส่วนหน้า และใบหน้าส่วนหลังมีทิศทางการเจริญลงล่าง (downward) เท่านั้น Frontal growth axis เป็นแนวแกนที่ใช้แบ่งการเจริญเติบโตของใบหน้าทั้งสองส่วน โดยเริ่มจาก Coronal suture ทอดลงล่างผ่าน Pterygomaxillary fissure ไปสิ้นสุดตรงรอยต่อระหว่าง mandibular body กับ ramus

จุด Porion มีลักษณะการเจริญเติบโตลงล่างไปด้านหลังและออกไปทางด้านข้าง (downward, backward and laterally) ในขณะที่จุด Bolton มีลักษณะการเจริญเติบโตลงล่างไปทางด้านหลัง (downward and backward) เท่านั้น

จากการสังเกตพบว่ามุมที่ palatal plane ทำกับระนาบฐานกะโหลก (Sella-Nasion plane) และมุมที่ขอบล่างของขากรรไกรล่าง (lower border of mandible) ทำกับระนาบฐานกะโหลกมีค่าคงที่ภายหลังฟันน้ำนมขึ้นเรียบร้อยแล้ว ทำให้ Broadbent สรุปว่าโครงสร้างใบหน้า (facial pattern) มีสัดส่วนคงที่ ความผิดปกติที่พบเกิดเนื่องจากขนาดที่ประกอบกันเป็นสัดส่วนนี้เปลี่ยนแปลงไป โครงสร้างใบหน้าและฟันในสภาพปกติมีลักษณะและขั้นตอนของการเจริญเติบโตเหมือนกันทุกช่วงอายุ

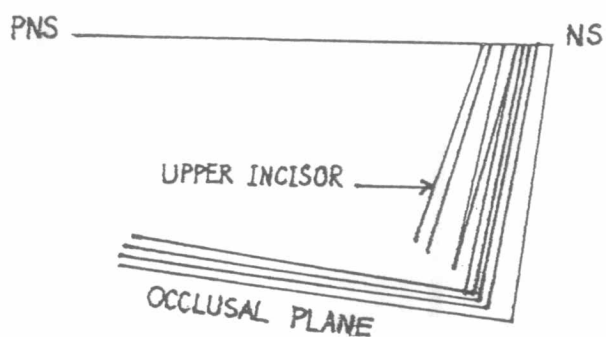
รูปแบบการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะซึ่งมีลักษณะค่อนข้างคงที่ (stability of facial pattern during growth) แยกพิจารณาได้เป็นส่วน ๆ โดยการศึกษาของ Brodie⁽²¹⁾ จากภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะของเด็กผู้ชายเพศชายจำนวน 21 คน แบบต่อเนื่องจากอายุ 3 เดือนถึง 8 ปี ผู้วิจัยซ้อนทับ (super-imposed) ภาพรังสีเอ็กซ์ที่ระนาบฐานกะโหลก ณ จุด S และสรุปว่า

1. รูปร่างลักษณะของกะโหลกศีรษะไม่เปลี่ยนแปลงหลังอายุ 3 เดือน
2. ในช่วง 9 เดือนแรก กะโหลกศีรษะเจริญเติบโตได้ดีกว่าบริเวณใบหน้า หลังจากนั้นระหว่างระนาบฐานกะโหลกและ palatal plane (S-Na-ANS-PNS) คงที่ ANS เคลื่อนลงล่างมาทางด้านหน้า ในขณะที่ PNS เจริญเติบโตลงล่างเท่านั้น ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Broadbent⁽³¹⁾ ดังรูปที่ 5



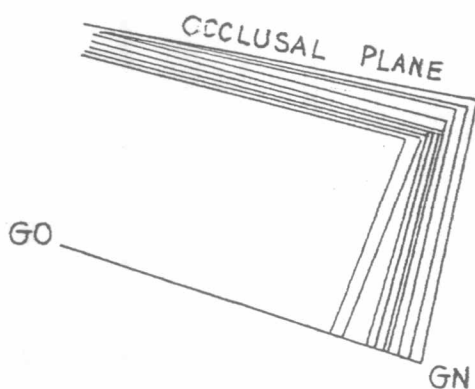
รูปที่ 5 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตบริเวณใบหน้าส่วนกลางของเด็กชายผิวขาว 21 คน จากอายุ 3 เดือน ถึง 8 ปี
(From Brodie, Amer. J. Anat. 1941)

3. การเจริญเติบโตของขากรรไกรบน บริเวณแนวแกน (axis) ของฟันหน้ามีลักษณะคงที่หลังฟันขึ้นเรียบร้อยแล้ว มุมระหว่าง occlusal plane กับ palatal plane คงที่ หลังอายุ 2 ปี ดังรูปที่ 6

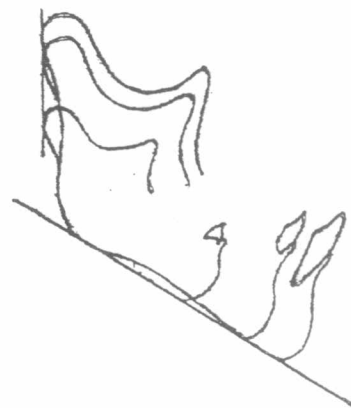


รูปที่ 6 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตบริเวณฟันหน้าของเด็กชาย
มีอายุ 3 เดือน ถึง 8 ปี
(From Brodie, Amer. J. Anat. 1941)

4. การเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างบริเวณลูกคาง เจริญเติบโตมาทางด้านหน้าอย่างรวดเร็วจนถึงอายุ 3 - 4 ปี หลังจากนั้น mandibular body มีทิศทางการเจริญเติบโตค่อนข้างขนานกับทิศทางเดิม ส่วน gonial angle มีการเจริญเติบโตได้สัดส่วนคงที่ ดังรูปที่ 7, 8



รูปที่ 7



รูปที่ 8

รูปที่ 7 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง จากอายุ $2\frac{1}{2}$ ปี - 7 ปี

รูปที่ 8 แสดงวิธีซ้อนทับ (superimposed) ภาพรังสีเอ็กซ์ของ Brodie เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง

(From Brodie, Amer. J. Anat. 1941)

5. ความสูงของใบหน้าส่วนบน ได้แก่ ระยะระหว่าง Na ถึง ANS มีค่าคงที่ตลอดช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโต คือ ประมาณ 43 % ของความสูงใบหน้าทั้งหมดซึ่งวัดจาก Na ถึง Gn

ขณะที่กระดูกซึ่งเป็นโครงสร้างใบหน้าเจริญเติบโตเพิ่มขนาดขึ้นตามอายุนั้น soft tissue ซึ่งเกี่ยวข้องจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

Subtelny⁽³²⁾ ศึกษาการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อดังกล่าวจากภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะแบบต่อเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีโครงสร้างใบหน้าปกติจำนวน 30 คน อายุ 3 เดือน - 18 ปี พบว่า

1. soft tissue บริเวณลูกคางเจริญไปทางด้านหน้าสัมพันธ์กับส่วนของหน้าผากและกระดูกคาง

2. ความโค้งนูน (convexity) ของ bony facial profile ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ในขณะที่ soft tissue profile มีความโค้งนูนเพิ่มขึ้น

3. ขนาดของความโค้งนูน (degree of convexity) ของ soft tissue profile คงที่ในลักษณะ relative stability ทั้งนี้ตรงกับการศึกษาของ Bowker,⁽³³⁾ Mauchamp และ Sassouni⁽³⁴⁾

4. soft tissue บริเวณใบหน้าส่วนบน (maxillary region) หนากว่าบริเวณหน้าผาก (nasion) และลูกคาง (pogonion)

จากการศึกษาของ Mauchamp และ Sassouni⁽³⁴⁾ แบบต่อเนื่องในเด็กชายหญิง จำนวน 51 คน อายุ 7 - 18 ปี พบว่า soft tissue บริเวณใบหน้าส่วนบน ณ จุด subnasale หนา 4 มม. ในขณะที่บริเวณลูกคาง ณ จุด pogonion หนา 2 มม. เท่านั้น

5. จมูกมีทิศทางการเจริญลงล่างมาทางด้านหน้า (downward and forward) จากอายุ 1 - 18 ปี ทำให้ความโค้งนูนของใบหน้าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ตรงกับการศึกษาของ Chaconas และ Bartroff⁽²⁴⁾

6. ริมีปากบนและล่างมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของฟันหน้าในลักษณะคงที่ ทั้งในแนวระนาบและแนวตั้ง

Subtelny⁽³²⁾ แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของ soft tissue ไม่เป็นไปตามการเจริญของกระดูกโครงสร้างใบหน้าเสมอไป

จากความรู้ทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นย่อมแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตและพัฒนาการของใบหน้าและกะโหลกศีรษะเกิดขึ้นทั้งในแนวระนาบ แนวตั้ง และแนวขวาง การเปลี่ยนแปลงมักเกิดขึ้นในช่วง 20 ปีแรก หลังจากนั้นร่างกายมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ไม่มีผลต่อขนาดของมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า

โครงสร้างใบหน้า (Facial Pattern)

Salzmann⁽³⁵⁾ กล่าวว่า การวิเคราะห์โครงสร้างใบหน้าด้วยภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะควรประกอบด้วย

1. Skeletal Analysis คือ การวิเคราะห์ส่วนของกระดูกใบหน้าและกะโหลกศีรษะ (bony skeleton)

2. Profile Analysis คือ การวิเคราะห์ลักษณะของ soft tissue ซึ่งยึดติดกับ bony skeleton มีผลต่อลักษณะของใบหน้าด้านข้าง (facial profile) ได้แก่ ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (muscle tone) ตำแหน่งการยึดเกาะของกล้ามเนื้อ เป็นต้น

3. Dental Analysis คือ การวิเคราะห์ตำแหน่งและลักษณะการสบของฟัน

Fishman⁽³⁶⁾ กำหนดเกณฑ์พิจารณาคูณลักษณะของภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะไว้ดังนี้

1. สามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งและแนวระนาบได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปมักสนใจเฉพาะการเปลี่ยนแปลงในแนวระนาบมากกว่า เช่น การวิเคราะห์ของ Wylie และ Johnson (1952), Cohen (1955), Williams (1953), Scott (1958) เป็นต้น⁽⁷⁾

ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างใบหน้าควรมีทั้งขนาดมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า ทั้งนี้เพราะค่ามุมเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างการเจริญทั้งสองแนวได้อย่างถูกต้อง เช่น มุม Y axis ซึ่งแสดงทิศทางการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง เป็นเพียงผลรวมของการเจริญเติบโตทั้งสองแนว แต่บอกไม่ได้ในตัวเองว่าการเจริญเติบโตแต่ละแนว เปลี่ยนไปเท่าใด

2. ภาพรังสีเอ็กซ์ที่ใช้ไม่ควรมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการขยายของภาพป้องกันโดยควบคุมระยะระหว่างศีรษะกับคาสเซ็ท (cassette) ให้คงที่ และใช้สัดส่วนของขนาดมุมและสัดส่วนของระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า เพื่อป้องกันความบกพร่องดังกล่าว

3. ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ควรได้จากการศึกษามแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสับสนปกติ ค่าที่นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควรได้จากการวิเคราะห์แบบเดียวกัน

4. ในกรณีที่พบความแตกต่างระหว่างค่ามาตรฐานบางค่าของเพศชายและหญิง ควรหาค่ามาตรฐานนั้น โดยแยกเป็น 2 เพศ ทั้งนี้เพราะการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมักกระทำในช่วงอายุซึ่งการเจริญเติบโตระหว่างเพศต่างกัน

5. ควรมีค่ามาตรฐานในแต่ละช่วงอายุ โดยแยกกลุ่มตัวอย่างให้มีช่วงอายุต่างกัน ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป เพื่อให้เห็นความแตกต่างของค่ามาตรฐานแต่ละช่วงอายุมากขึ้น

6. ควรมีค่ามาตรฐานสำหรับโครงสร้างใบหน้าในส่วนที่เกี่ยวกับกระดูก Soft tissue และฟัน อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐานที่ได้เป็นเพียงเครื่องชี้นำอย่างหนึ่งในการวินิจฉัยเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาน้อยเกินไป

7. จุดหรือระนาบอ้างอิงที่ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงอายุ ควรคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งระหว่างช่วงเวลาการศึกษาการเจริญเติบโต

8. วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในคลินิกควรกระทำได้ง่าย ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย

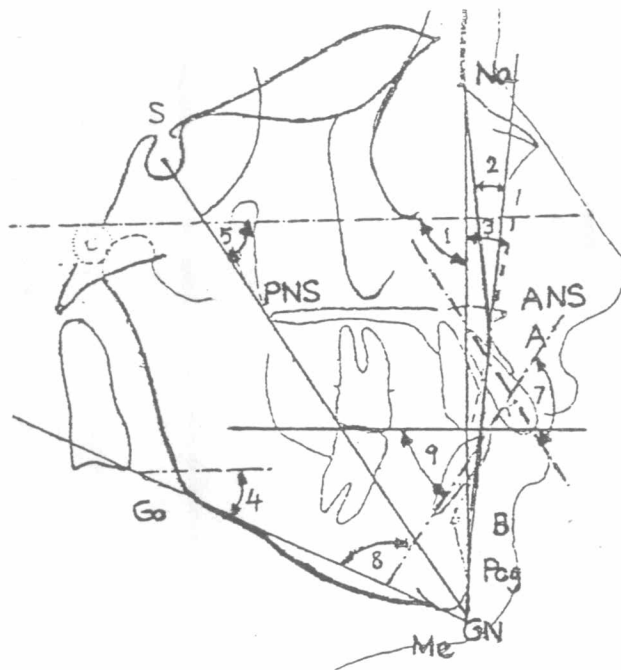
Skeletal Analysis

การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างใบหน้าในส่วนที่เกี่ยวกับกระดูก (bony skeleton) ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปได้แก่

1. การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Downs (Downs ' Analysis)
2. การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Northwestern (Northwestern's Analysis)
3. การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Ricketts (Ricketts' Analysis)
4. การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Sassouni (Sassouni's Analysis)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Downs (Downs ' Analysis) ⁽⁷⁾

Downs เสนอค่าปกติของขนาดมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า ซึ่งหาได้จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน (ชาย 10 คน หญิง 10 คน) แบบค้อนเนื่องจากอายุ 12 - 17 ปี การสัพพันปกติ ดังนี้



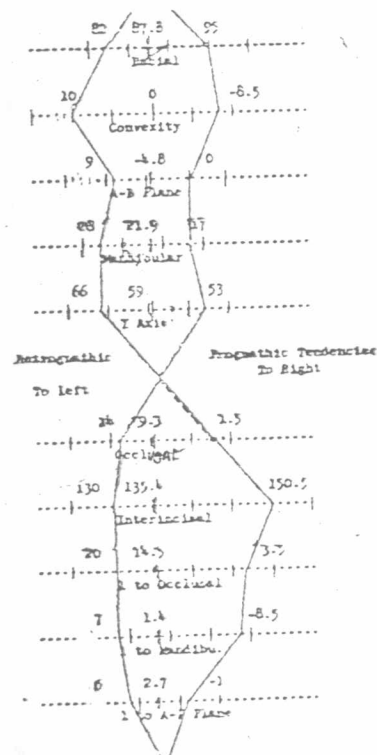
รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งของมุมและระยะที่วัดตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Downs

(From Krogman and Sassouni, Syllabus in Roentgenographic Cephalometry. 1957)

	Range	Mean
1. Facial angle (Na-Pog to FH)	82° to 95°	87.8°
2. Angle of convexity (Na-A to A-Pog)	10° to - 8.5°	0
3. A-B plane to Na-Pog	-9° to 0	-4.6°
4. Mandibular plane to FH	28° to 17°	21.9°
5. Y axis (S-Gn) to FH	66° to 53°	59.4°
6. Occlusal plane to FH	1.5° to 14°	9.3°
7. $\bar{1}$ to $\underline{1}$ axes	130° to 150.5°	135.4°
8. $\bar{1}$ to mandibular plane	-8.5° to 7°	91.4°
9. $\bar{1}$ to occlusal plane	3.5° to 10°	14.5°
10. Distance $\underline{1}$ to A-Pog	-1 mm. to 5 mm.	2.7 mm.

ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Downs แบ่งลักษณะใบหน้าปกติเป็น 3 แบบ โดยพิจารณาจากขนาดของ Angle of convexity และ Facial angle เป็นหลัก ได้แก่

1. Mesioognathic or Straight type ใบหน้าปกติ ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ส่วนใหญ่อยู่บริเวณกึ่งกลางของ polygraph
2. Retrognathic ใบหน้าส่วนล่างถอยไปทางด้านหลัง ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ อยู่ก่อนไปทางด้านซ้ายของ polygraph
3. Prognathic type ใบหน้าส่วนล่างยื่นออกมาทางด้านหน้า ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ อยู่ก่อนไปทางด้านขวาของ polygraph



รูปที่ 10 Facial Polygraph แสดงค่ามาตรฐานของโครงสร้างใบหน้าปกติ ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Downs
(From Krogman and Sassouni, Syllabus in . . .
Roentgenographic Cephalometry. 1957)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Northwestern (Northwestern's Analysis)⁽⁷⁾

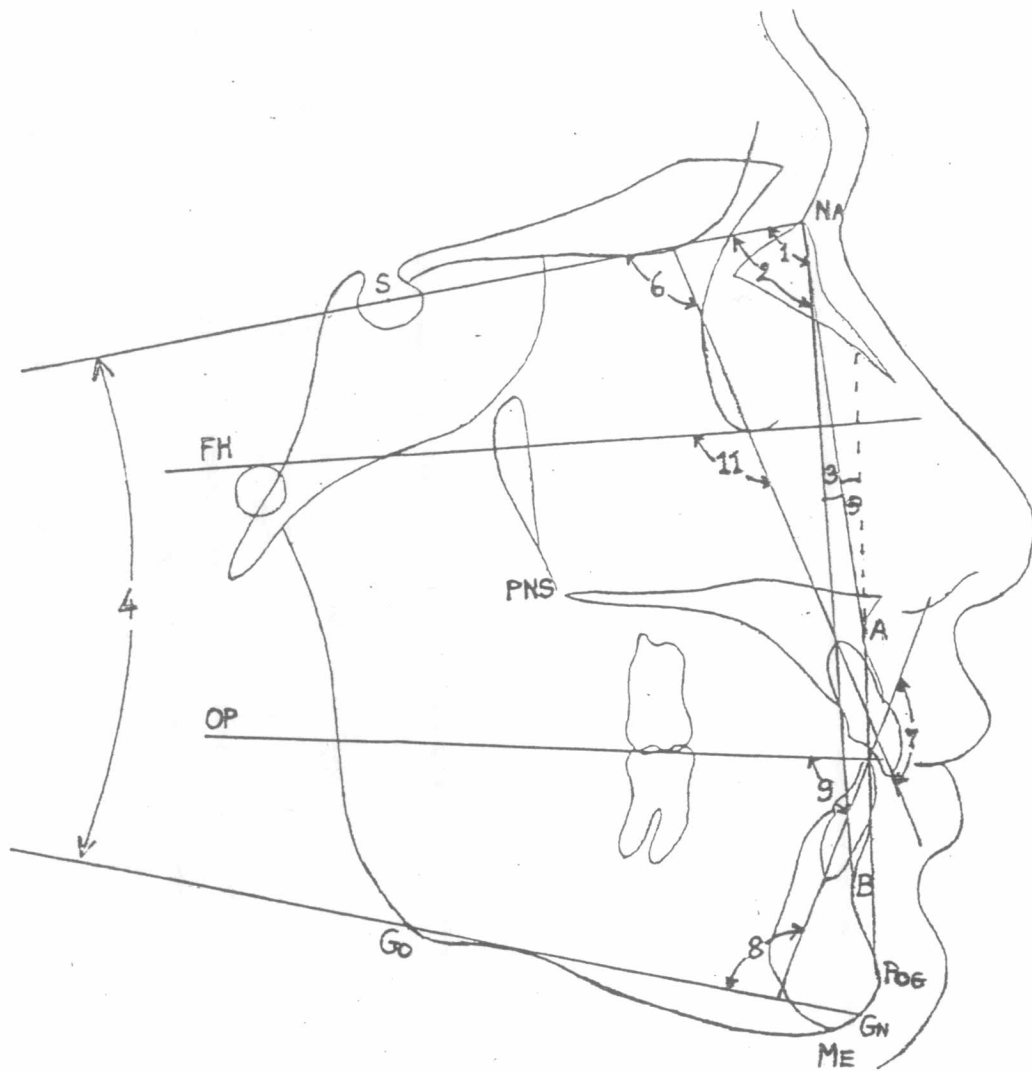
เริ่มใช้ครั้งแรกโดย Riedel ในปี ค.ศ. 1948 มีลักษณะคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Downs แต่เปลี่ยนระนาบอ้างอิงจาก Frankfurt horizontal plane เป็นระนาบฐานกะโหลก (Sella-Nasion plane) เพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนของการกำหนด Frankfurt horizontal plane ใช้ขนาดของมุม SNA, SNB ค่าแตกต่างระหว่างมุมทั้งสอง ตลอดจนมุมระหว่างระนาบขากรรไกรและระนาบฐานกะโหลก (MP-SN Angle) เป็นหลักในการจำแนกลักษณะโครงสร้างใบหน้า

ค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ของ Northwestern

Plane and Landmarks	Adult (over 18 yrs)		Children (8-11 yrs)	
	Skeletal	Mean	S.D.	Mean
1. Relative anteroposterior position of maxilla SNA	82.01°	3.89°	80.79°	3.85°
2. Relative anteroposterior position of mandible SNB	79.97°	3.60°	78.02°	3.06°
3. Relation of maxilla to mandible diff SNA SNB	+2.04°	1.81°	+2.77°	2.33°

Plane and Landmarks Skeletal	Adult (over 18 yrs)		Children (8-11 yrs)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
4. Mandibular plane to Sella Nasion plane NS-Go-Gn	31.71°	5.19°	32.27°	4.67°
5. Angle of Convexity N-A-Pog	+1.62°	4.78°	+4.22°	5.38°
6. Axial inclination of upper central incisors to Sella- Nasion U1-NS	103.97°	5.75°	103.54°	5.02°
7. Axial inclination of upper central incisors to lower central incisors U1-L1	103.98°	9.2°	103.40°	7.24°
8. Axial inclination of lower incisors to mandibular plane L1-GoGn	93.09°	6.78°	93.52°	5.78°

Plane and landmarks Skeletal	Adult (over 18 yrs)		Children (8-11 yrs)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
9. Lower incisors to occlusal plane L1-OP	69.37°	6.43°	71.79°	5.16°
10. Relation of upper incisors to facial plane U1-NP mm.	5.51°	3.15°	6.35°	2.67°
11. Axial inclination of upper incisor to Frankfurt horizontal plane U1-FH	111.2°	5.7°	111.0°	4.9°

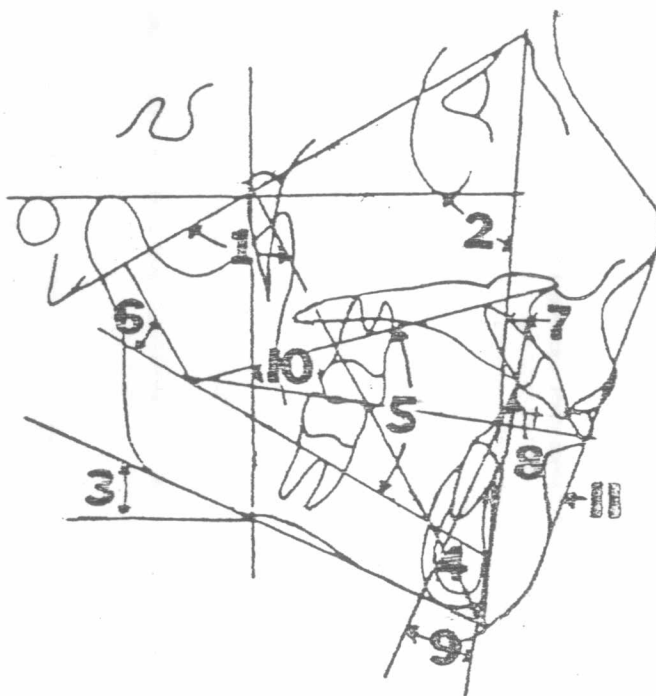


รูปที่ 11 ตำแหน่งของมุมและระยะที่วัดตาม เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Northwestern

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Ricketts (Ricketts' Analysis)⁽⁸⁾

การวิเคราะห์โครงสร้างใบหน้าแยกพิจารณาเป็น 4 บริเวณ

1. ตำแหน่งของลูกคาง (Chin in space)
2. ตำแหน่งของขากรรไกรบนซึ่งมีผลต่อความโค้งนูนของใบหน้า (Convexity)
3. ตำแหน่งการเรียงตัวของฟัน (Teeth)
4. ลักษณะใบหน้าด้านข้าง (Profile)



รูปที่ 12 ตำแหน่งของมุมและระยะที่วัดตาม เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Ricketts

(From Ricketts, Bioprogressive Technique. 1. st,
Rocky Mountain Co. 1970)

ค่าเกณฑ์เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่าง ๆ ที่อายุ 9 ปี มีดังนี้

Chin in space	ค่าเกณฑ์เฉลี่ย	ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปจากอายุ 9 ปี
1. Facial Axis	$90^{\circ} \pm 3^{\circ}$	คงที่
2. Facial (angle) Depth	$87^{\circ} \pm 3^{\circ}$	เพิ่มขึ้น 1° ทุก 3 ปี
3. Mandibular Plane	$26^{\circ} \pm 4^{\circ}$	ลดลง 1° ทุก 3 ปี
4. Facial Taper	$68^{\circ} \pm 3.5^{\circ}$	คงที่
5. Lower Face Height	$47^{\circ} \pm 4^{\circ}$	คงที่
6. Mandibular Arc	$26^{\circ} \pm 4^{\circ}$	Mandibular Arc ลดลง $\frac{1}{2}^{\circ}$ ต่อปี Mandibular Angle เพิ่มขึ้น $\frac{1}{2}^{\circ}$ ต่อปี
Convexity		
7. Convexity of Point A	$2 \text{ mm.} \pm 2 \text{ mm.}$	ลดลง 1 mm. ต่อปี
Teeth		
8. Lower Incisor to APo	$1 \text{ mm.} \pm 2 \text{ mm.}$	คงที่
9. Mandibular Incisor	$22^{\circ} \pm 4^{\circ}$	คงที่
Inclination		
10. Upper Molar to PTV	อายุ $+ 3 \pm 2 \text{ mm.}$	เปลี่ยนแปลง 1 mm. ต่อปี
11. Lower Lip to E Plane	$- 2 \text{ mm.} \pm 2 \text{ mm.}$	ริมฝีปากล่างถอยไปทางด้านหลังเมื่ออายุมากขึ้น

จากค่าซึ่งแสดงลักษณะการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งที่สำคัญได้แก่

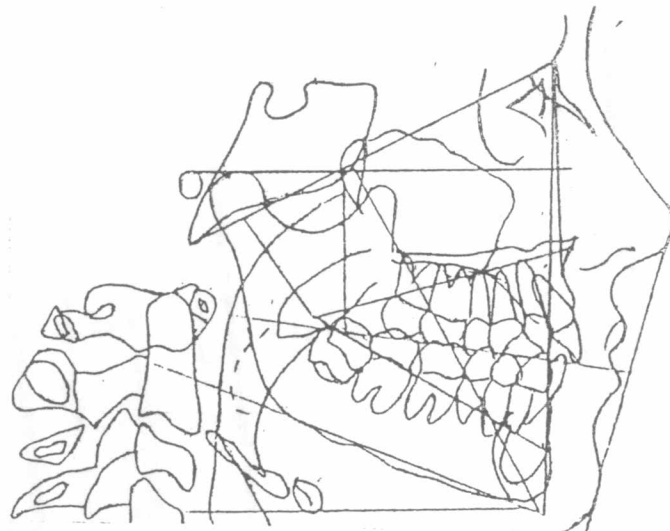
1. Mandibular Arc
2. Lower Face Height
3. Mandibular Plane
4. Posterior Face Height
5. Facial Axis

Ricketts แบ่งลักษณะโครงสร้างตามการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งเป็น

3 แบบ

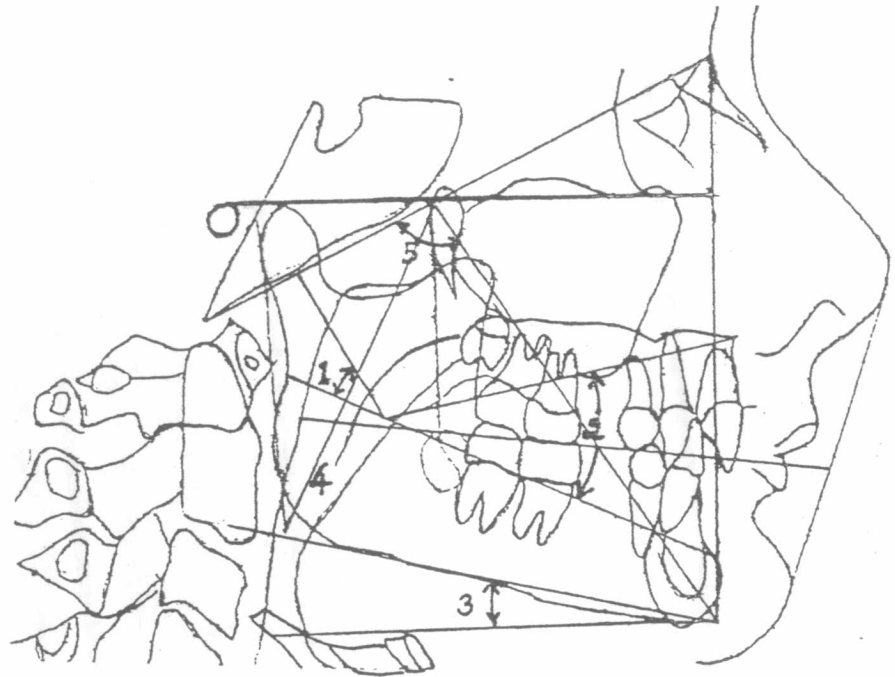
1. Mesofacial การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งปกติ

ส่วนใหญ่ของค่าซึ่งแสดงลักษณะการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งทั้ง 5 ค่าข้างต้นอยู่ในเกณฑ์ปกติ



รูปที่ 13 โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีการเจริญเติบโตในแนวตั้งปกติ
(Mesofacial type)

2. Brachyfacial การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งน้อยกว่าปกติ



รูปที่ 14 โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีการเจริญเติบโตในแนวตั้งน้อยกว่าปกติ
(Brachyfacial type)

- | | |
|--------------------------|--------------|
| 1. Mandibular Arc | มากกว่าปกติ |
| 2. Lower Face Height | น้อยกว่าปกติ |
| 3. Mandibular Plane | น้อยกว่าปกติ |
| 4. Posterior Face Height | มากกว่าปกติ |
| 5. Facial Axis | มากกว่าปกติ |

3. Dolichofacial การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งมากกว่าปกติ



รูปที่ 15 โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีการเจริญเติบโตในแนวตั้งมากกว่าปกติ
(Dolichofacial type)

- | | |
|--------------------------|--------------|
| 1. Mandibular Arc | น้อยกว่าปกติ |
| 2. Lower Face Height | มากกว่าปกติ |
| 3. Mandibular Plane | มากกว่าปกติ |
| 4. Posterior Face Height | น้อยกว่าปกติ |
| 5. Facial Axis | น้อยกว่าปกติ |

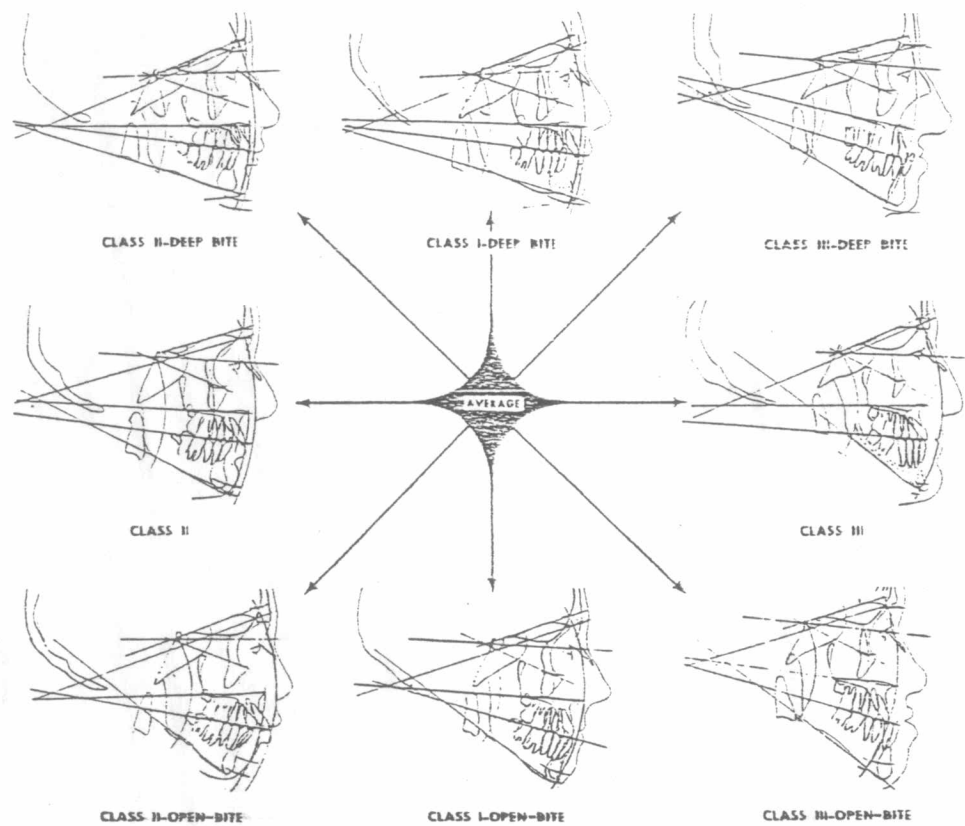
การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Sassouni (Sassouni's Analysis) (6), (7)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Sassouni แตกต่างกับการวิเคราะห์ทั้ง 3 แบบแรก คือ ไม่มีค่าเกณฑ์เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าเป็นตัวเลขแน่นอน แต่อยู่ในรูปสัดส่วนของใบหน้าทั้งแนวระนาบและแนวตั้งซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ป่วยแต่ละรายไป เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการใช้ระนาบอ้างอิงใดเพียงระนาบเดียว การวิเคราะห์จึงใช้ระนาบอ้างอิงถึง 4 ระนาบ ได้แก่

1. Parallel plane เป็นระนาบที่ขนานกับ Supraorbital plane
2. Palatal plane
3. Occlusal plane
4. Mandibular plane

จากจุด 0 ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของบริเวณที่ระนาบทั้ง 4 มาพบกันหรืออยู่ใกล้กันมากที่สุด นำไปหาความสัมพันธ์ของสัดส่วนใบหน้าในแนวระนาบและแนวตั้ง

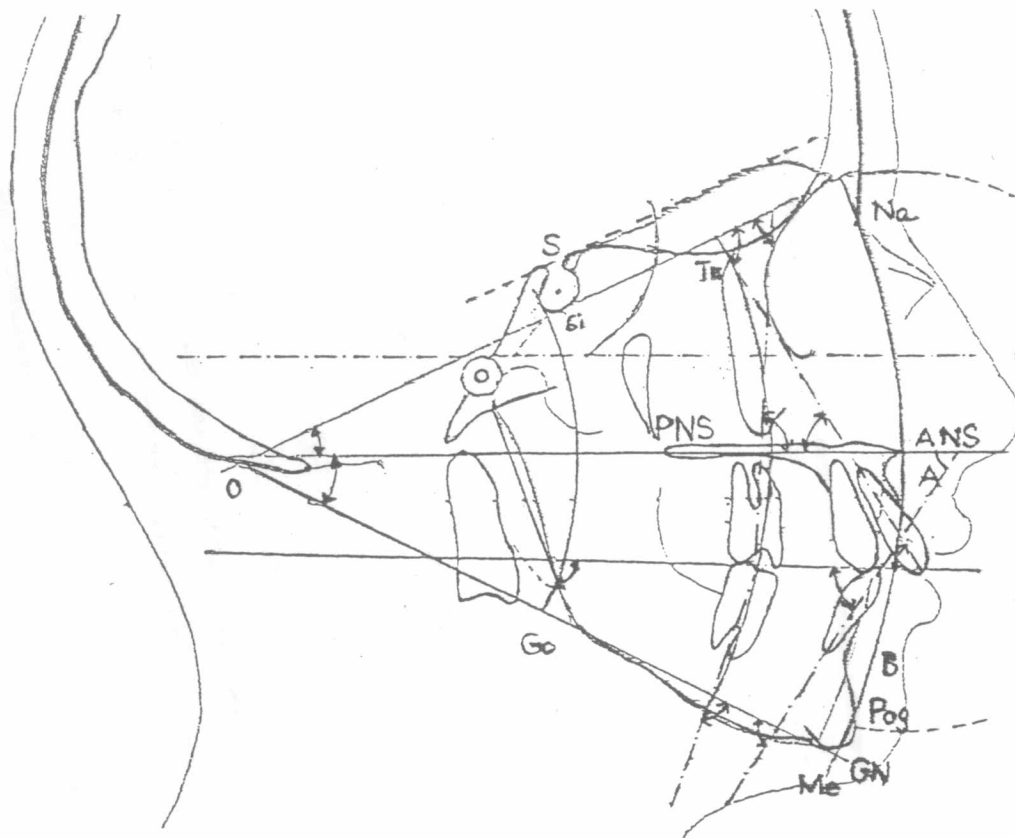
Sassouni แบ่งลักษณะโครงสร้างใบหน้าตามขนาดการเจริญของใบหน้าทั้งแนวระนาบและแนวตั้งออกเป็นแบบต่าง ๆ ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ลักษณะโครงสร้างใบหน้าแบบต่าง ๆ ตามเกณฑ์การวิเคราะห์

ของ Sassouni

(From Sassouni, Amer. J. Orthod. 1969)



รูปที่ 17 วิธีวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Sassouni

(From Krogman and Sassouni, Syllabus in

Roentgenographic Cephalometry. 1957)

โดยพิจารณาจากลักษณะของ

1. Planes : ระนาบอ้างอิงทั้ง 4 จะพบกันหรืออยู่ชิดกันมากที่สุด ณ จุด O
2. Facial Angles : มุมที่ Cranial base plane ทำกับ Palatal plane = มุมที่ Palatal plane ทำกับ Mandibular plane

3. Arcs

a. ส่วนโค้งของวงกลม (arc) จากจุด Na ควรผ่าน ANS, Tip of 1 และ Pog ถ้าไบหน้าส่วนล่างอยู่หน้าหรือหลังต่อส่วนโค้งนี้ให้สร้างส่วนโค้งชดเชยขึ้น ส่วนโค้งดังกล่าวควรผ่าน ANS, Tip of 1 และ Pog ด้วย

b. ส่วนโค้งของวงกลมจากจุด A ควรผ่านจุด B

c. ส่วนโค้งของวงกลมจากจุด Te (Temporale) ควรสัมผัส mesial contour ของฟันกรามบนซี่แรก (6)

d. ส่วนโค้งของวงกลมจากจุด Sp (Dorsum Sella) ควรผ่าน Go (Gonion) Corpus of mandible (Go-Pog) = Cranial base (Sp-Na)

4. Teeth axes :

6 with mandibular plane = 1 with mandibular plane
+ 5°

Ramal to occlusal plane angle = 1 to occlusal plane
angle

1 to occlusal plane angle = 1 to palatal plane angle

1 to occlusal plane angle = 6 to cranial base plane
angle

6 to occlusal plane angle = 1 to cranial base plane
angle

6 to palatal plane = 1 to palatal plane + 10°

5. Vertical Balance

ใบหน้าซึ่งมีการเจริญในแนวตั้งปกติ

ระยะระหว่าง ANS ถึง cranial base = ระยะระหว่าง ANS ถึง mandibular plane

ระยะระหว่าง PNS ถึง cranial base = ระยะระหว่าง PNS ถึง mandibular plane

Profile Analysis

Case (37) นับเป็นบุคคลหนึ่งในกลุ่มแรกที่ทำให้ความสนใจเกี่ยวกับลักษณะของ soft tissue ซึ่งมีผลต่อความสวยงามของใบหน้า โดยกล่าวว่ารูปร่างหน้าภายนอกควรเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนบำบัดรักษา แนะนำให้ถอนฟันบางซี่ออกไป เพื่อลดความอูมของใบหน้าและริมฝีปากถ้าผู้ป่วยมีฟันหน้าบนและล่างยื่นมากกว่าปกติ (Bimaxillary protrusion) ลักษณะของ Facial profile สังเกตได้จากความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของลูกคาง โทนกแก้ม หน้าผาก และสันจมูก การวินิจฉัยทางทันตกรรมจัดฟันควรพิจารณาทั้งลักษณะของกระดูกโครงสร้างใบหน้า และ soft tissue

Angle (2) และ Tweed (38) กล่าวว่า ลักษณะการสบฟันที่นำไปสู่การมีใบหน้าที่ได้สัดส่วนสมดุล การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Tweed (Tweed's Analysis) จึงให้ความสำคัญต่อตำแหน่งของฟันหน้าล่าง ซึ่งพบว่ามีผลต่อลักษณะของ Facial profile

Downs (39) Steiner (40) และ Riedel (41) กล่าวว่า soft tissue และกระดูกโครงสร้างที่รองรับอยู่ข้างใต้มีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ถ้าสามารถเคลื่อนฟันไปอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง soft tissue ที่เกี่ยวข้องย่อมปรับตัวเปลี่ยนแปลงตามภายหลัง

Bloom (42) พบว่า การเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนมีผลต่อ soft tissue บริเวณ superior sulcus ริมฝีปากบนและล่าง ส่วนการเคลื่อนที่ของฟันหน้าล่างมีผลต่อ soft

tissue บริเวณ inferior sulcus และริมฝีปากล่าง การเปลี่ยนแปลงของบริเวณดังกล่าวคาดคะเนได้จากลักษณะการเคลื่อนที่ของฟันหน้า

ในทางตรงข้ามจากการศึกษาของ Burstone⁽⁴³⁾ Cox⁽⁴⁴⁾ และ Hambleton⁽⁴⁵⁾ แสดงให้เห็นว่าลักษณะของ soft tissue บริเวณใบหน้าแตกต่างกันมากในแต่ละบุคคล และไม่สัมพันธ์กับตำแหน่งของฟันเสมอไป สมมุติฐานที่ว่าลักษณะและตำแหน่งของริมฝีปากขึ้นกับตำแหน่งของฟันหน้าอาจไม่เป็นความจริง

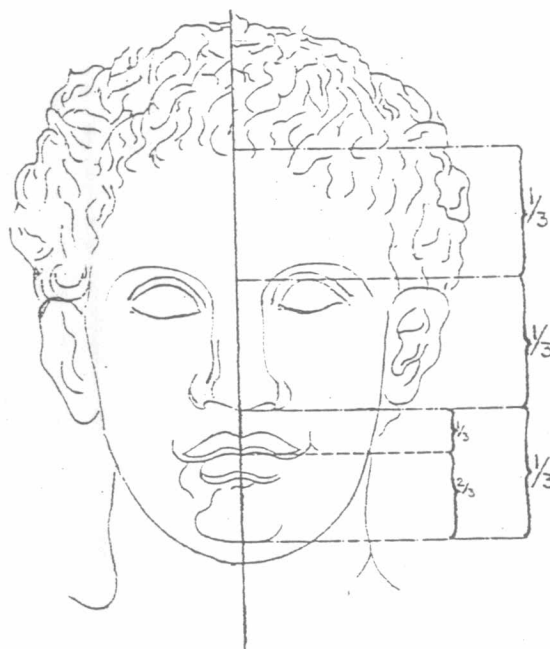
Burstone⁽⁴³⁾ ให้ความสำคัญต่อใบหน้าส่วนล่าง เพราะเป็นที่รวมของบริเวณซึ่งเกี่ยวข้องกับการพูด การหายใจ การบดเคี้ยว และความสวยงามของใบหน้า โดยกล่าวว่าลักษณะและตำแหน่งของริมฝีปากอาจเป็นสาเหตุเบื้องต้นของการเรียงตัวที่ผิดปกติในฟันหน้า ดังนั้น แผนการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

Schwarz⁽⁴⁶⁾ แบ่งใบหน้าออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ใบหน้าส่วนบน (Upper face) เริ่มตั้งแต่ไรผมถึงดั้งจมูก
2. ใบหน้าส่วนกลาง (Middle face) เริ่มตั้งแต่ดั้งจมูกถึงฐานจมูก
3. ใบหน้าส่วนล่าง (lower face) เริ่มตั้งแต่ฐานจมูกถึงปลายคาง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ

- ก. ระยะจากฐานจมูกถึงขอบล่างของริมฝีปากบน
- ข. ระยะจากขอบบนของริมฝีปากล่างถึงปลายคาง

ใบหน้าที่ได้สัดส่วนสมดุล ควรมีใบหน้าส่วนบน ใบหน้าส่วนกลางและใบหน้าส่วนล่างเท่ากัน ระยะระหว่างขอบบนของริมฝีปากกลางถึงปลายคาง เป็นสอง เท่าของระยะจากฐานจมูกถึงขอบล่างของริมฝีปากบน ดังรูปที่ 18

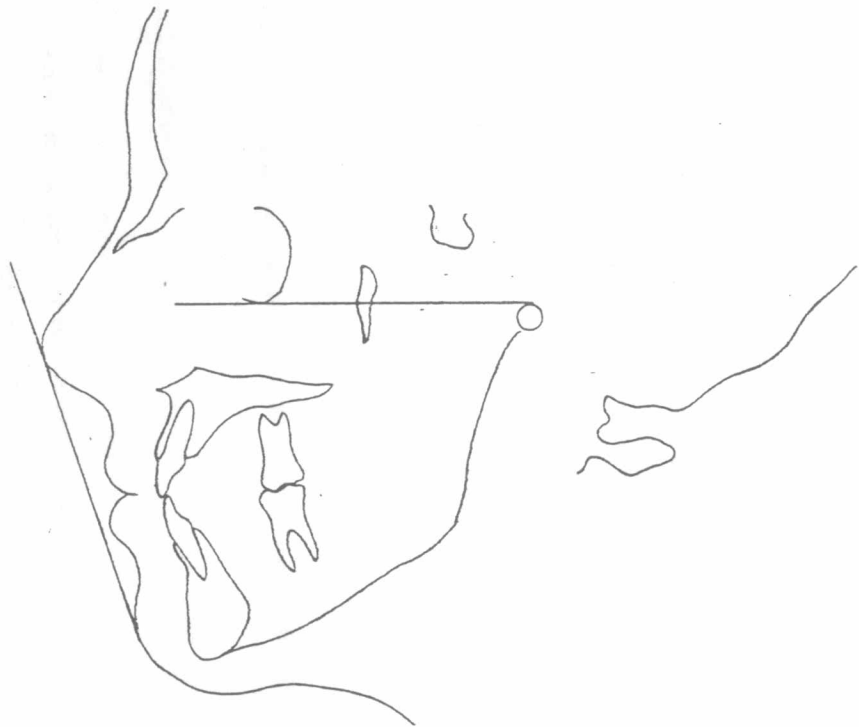


รูปที่ 18 แสดงสัดส่วนใบหน้าของคนผิวขาวที่ได้สัดส่วนสมดุลตามการแบ่งของ Schwarz

ขนาดและการเปลี่ยนแปลงของ soft tissue บริเวณใบหน้า ศึกษาได้จากภาพถ่ายรังสีเอ็กซิตันข้างของกะโหลกศีรษะ โดยอาศัยเกณฑ์พิจารณาต่าง ๆ กัน ได้แก่

1. เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Ricketts⁽⁴⁷⁾ ใช้ "Esthetic Plane" ซึ่งเป็นเส้นสมมุติที่ลากจากจุดบนสุดของอุกคาง (Pog') ไปยังปลายจมูกในการพิจารณาลักษณะของ Facial profile และริมฝีปาก

สำหรับคนมีขากรง์ซึ่งมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ ขณะปากปิดสนิทปราศจากการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อรอบช่องปาก ริมฝีปากบนและล่างอยู่หลังเส้นสมมุติ โดยริมฝีปากล่างอยู่หน้าต่อริมฝีปากบนเล็กน้อยประมาณ 2 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับ Esthetic plane ดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 แสดงเกณฑ์การวิเคราะห์ Facial profile ของ Ricketts

2. เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Steiner⁽⁴⁰⁾ ใช้เส้นสมมุติที่ลากจากจุดนอนของ
 ลูกคาง (Pog') ไปยังจุดกึ่งกลางของรูปตัว "S" บริเวณขอบล่างของมุมกรรจบกับขอบ
 ของริมฝีปากบนในการพิจารณาลักษณะของ Facial profile

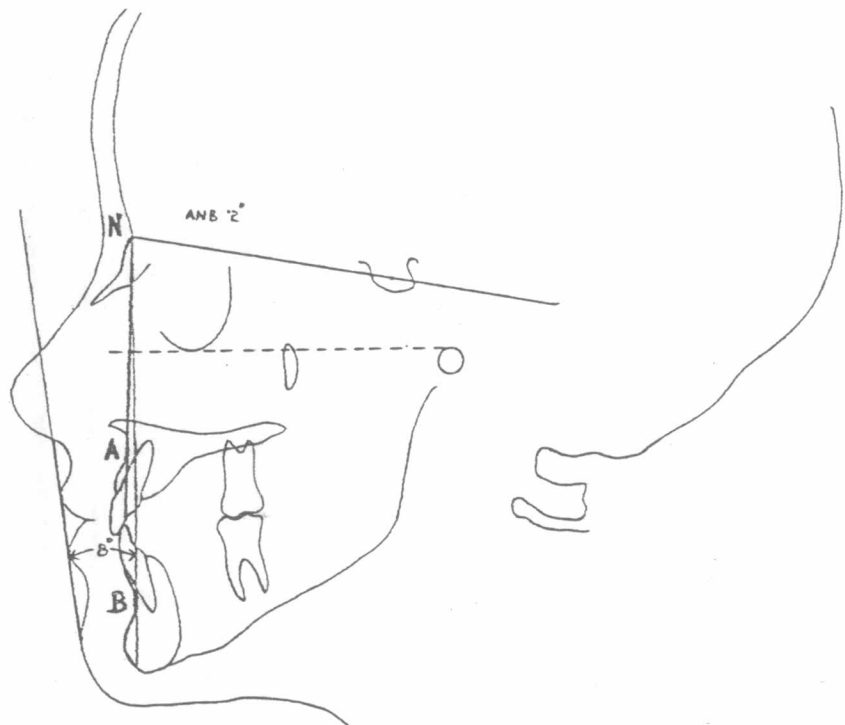
ใบหน้าที่ได้สัดส่วนสมดุลย์ ริมฝีปากบนและล่างจะพอดีกับเส้นสมมุตินี้ ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงเกณฑ์การวิเคราะห์ Facial profile ของ Steiner

3. เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Holdaway⁽⁴⁸⁾ ใช้ขนาดของมุมซึ่งเกิดจากเส้นสมมุติที่ลากระหว่างจุดบนสุดของลูกกลาง (Pog') ไปยังริมฝีปากบนทำกับเส้น NB ในการวินิจฉัยลักษณะของ Facial profile โดยให้ชื่อมุมนี้ว่า "H Angle" ดังรูปที่ 21

H Angle มีค่าเปลี่ยนแปลงตามขนาดของ ANB Angle กล่าวคือ ถ้า ANB Angle = 1-3 องศา H Angle = 7-9 องศา อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ ANB Angle เท่ากับอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ H Angle



รูปที่ 21 แสดงเกณฑ์การวิเคราะห์ Facial profile ของ Holdaway

4. เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Merrifield⁽⁴⁹⁾ ใช้ขนาดของมุมซึ่งเกิดจากเส้นสมมุติที่ตัดแปลงจาก Holdaway line โดยลากระหว่างจุดบนสุดของลูกคาง (Pog') ไปยังริมฝีปากบนหรือล่างซึ่งยื่นออกมามากที่สุด ทำกับ Frankfurt horizontal plane ให้ชื่อมุมนี้ว่า "Z Angle"

จากการศึกษาของ Merrifield ในกลุ่มตัวอย่างที่เคยและไม่เคยได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน จำนวน 120 คน พบว่า

- ก. ผู้ซึ่งมีร่างกายเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ โครงสร้างใบหน้าปกติไม่เคยได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมาก่อน Z Angle มีค่าประมาณ 80 องศา
- ข. ผู้ซึ่งได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน อายุ 11 - 15 ปี โครงสร้างใบหน้าปกติ Z Angle มีค่าประมาณ 78 องศา
- ค. ริมฝีปากบนสัมผัสพอดีกับเส้นสมมุติ ริมฝีปากล่างสัมผัสหรืออยู่หลังเส้นนี้เล็กน้อย
- ง. ความหนาของ soft tissue บริเวณลูกคางซึ่งวัดจากส่วนของกระดูกลูกคาง (bony chin) ที่อยู่หน้าต่อเส้น NB ไปยังจุดบนสุดของลูกคาง (Pog') ควรเท่ากับหรือมากกว่าความหนาของริมฝีปากบนซึ่งวัดจากจุด Prosthion ไปยังจุดหน้าสุดของริมฝีปากบนเล็กน้อย ดังรูปที่ 22

5. เกณฑ์การวิเคราะห์ของ Chaconas และ Bartroff⁽²⁴⁾ ประกอบด้วย

ก. การพิจารณาความนูนของริมฝีปาก (lip convexity) โดยอาศัยขนาดของมุมซึ่งเกิดจาก Holdaway's line (H line) ทำกับเส้นสมมุติที่ลากระหว่าง

จุดนูนสุดของหน้าผาก (G1') ไปยังจุดนูนสุดของลูกคาง (Pog') ให้ชื่อมุมนี้ว่า "H Angle"

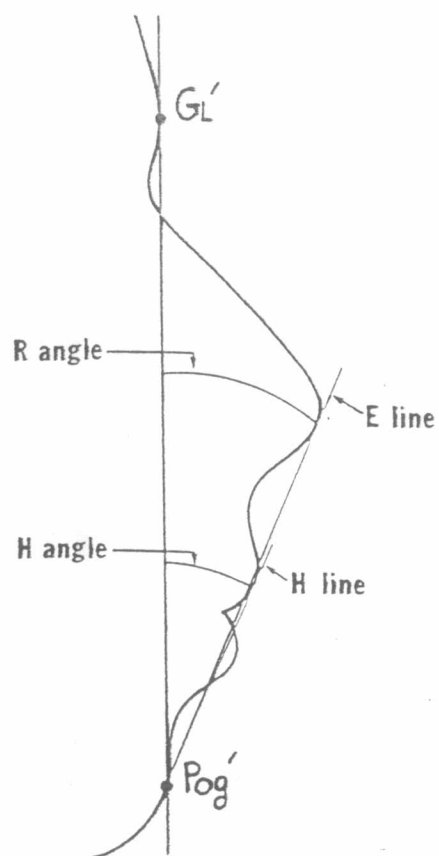
ข. การพิจารณาความนูนของใบหน้า (facial convexity) โดยอาศัยขนาดของมุมซึ่งเกิดจาก Esthetic line (E line) ของ Ricketts ทำกับเส้นสมมุติที่ลาก

ระหว่างจุดนูนสุดของหน้าผาก (G1') ไปยังจุดนูนสุดของลูกคาง (Pog') ให้ชื่อมุมนี้ว่า

"R Angle" ดังรูปที่ 23

จากการศึกษาของบุคคลทั้งสองแบบต่อเนื่องในเด็กผิวขาวอายุ 10 - 16 ปี จำนวน 46 คน (ชาย 23 คน, หญิง 23 คน) พบว่า

H Angle	มีค่าประมาณ	16	องศา
R Angle	มีค่าประมาณ	19.25	องศา



รูปที่ 23 แสดงเกณฑ์การวิเคราะห์ Facial profile ของ
Chaconas และ Bartroff
(From Chaconas and Bartroff, Angle
Orthod. 1975)

ระนาบขากรรไกร (Mandibular Plane)

วัตถุประสงค์ประการหนึ่งของ การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันคือ แก้ไขและปรับปรุงโครงสร้างใบหน้าและการสบฟันให้เป็นปกติ เพื่อความสวยงามและประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว ตำแหน่งของขากรรไกรล่างโดย เฉพาะบริเวณลูกคางมีผลต่อลักษณะของใบหน้าด้านข้าง

จากการศึกษาของ Björk,⁽¹²⁾ Isaacson⁽¹⁵⁾ และคณะ โดยวิธีฝังวงแหวนโลหะในส่วนต่าง ๆ ของขากรรไกรล่าง (metal implantation) ร่วมกับการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ตันข้างของกะโหลกศีรษะแบบต่อเนื่อง พบว่า ขณะที่ขากรรไกรเจริญลงล่างมาทางด้านหน้าอาจเกิดการหมุน (rotate) ร่วมด้วย เมื่อขนาดการเจริญของขากรรไกรล่างต่างกับขนาดการเจริญเติบโตของ alveolar process บริเวณฟันกราม ซึ่งมีผลต่อโครงสร้างใบหน้าและการเรียงตัวของฟัน กล่าวคือถ้า condyle เจริญมากกว่า alveolar process ของฟันกราม จะเกิด forward rotation ของขากรรไกรล่าง มีแนวโน้มของการเป็น skeletal deep bite ร่วมกับการชันเขียงของฟันหน้า ในทางตรงข้ามถ้า condyle เจริญน้อยกว่า alveolar process ของฟันกรามจะเกิด backward rotation มีแนวโน้มของการเป็น skeletal open bite ร่วมกับการชันเขียงของฟันหน้า เช่นเดียวกัน

การหมุนของขากรรไกรล่างสังเกตได้จากความลาดเอียงของระนาบขากรรไกร (mandibular plane inclination) ซึ่งระนาบขากรรไกรที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างใบหน้ามีลักษณะต่าง ๆ กัน⁽⁷⁾ ได้แก่

1. ระนาบขากรรไกร คือ เส้นสัมผัสขอบล่างของขากรรไกรล่าง (lower border of mandible) ใช้ในการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ของ Hofrath, Elman, Tweed, Björk, Margolis, Corlett, Wylie, Northwestern (Riedel, Thompson, Graber), Johnson, Lindergrad, Iyer, Coben, และ Jengins

2. ระนาบขากรรไกร คือ เส้นที่ลากผ่าน Go (Gonion) และ Me (Menton) ใช้ในการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ของ Schwarz, Ballard, Downs, Bushra, Vorhies and Adams, Gilmore, Kincaid, Maj and Luzi, Blaire, Hoffer, Coutan, Sassouni, Braun และ Schmidt

3. ระนาบขากรรไกร คือ เส้นที่ลากผ่าน Go (Gonion) และ Gn (Gnathion) ใช้ในการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ของ Brodie, Donovan, Steiner และ Ricketts

Tweed⁽⁵⁰⁾ แนะนำให้ใช้มุมซึ่งเกิดจาก mandibular plane ทำกับ Frankfurt horizontal plane (Frankfurt mandibular plane angle, FMA) ในการวินิจฉัยลักษณะโครงสร้างใบหน้า การวางแผนการรักษาตลอดจนคาดคะเนผลการรักษา การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Tweed อยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมซึ่งประกอบขึ้นจาก Frankfurt horizontal plane, mandibular plane และแนวแกนของพื้นหน้าล่าง (axis of \bar{I}) โดยมีค่าปกติ (norms) แบ่งตามขนาดของ FMA ได้แก่

1. FMA = $16^{\circ} - 28^{\circ}$ Prognosis Good
 - at 16° I to mandibular plane should be $90^{\circ} + 5^{\circ} = 95^{\circ}$
 - at 22° I to mandibular plane should be 90°
 - at 28° I to mandibular plane should be $90^{\circ} - 5^{\circ} = 85^{\circ}$

2. FMA = $28^{\circ} - 35^{\circ}$ Prognosis Fair
 - at 28° I to mandibular plane should be $90^{\circ} - 5^{\circ} = 85^{\circ}$
 - at 35° I to mandibular plane should be 80° to 85°

3. FMA above 35° Prognosis Poor

Johnson (51) ศึกษาบทบาทของ Frankfurt mandibular plane angle (FMA) ในการวิเคราะห์โครงสร้างใบหน้า จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสบฟันปกติ ใบหน้าได้สัดส่วนสมดุลง่าย จำนวน 150 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย ตามขนาดของ FMA ได้แก่

กลุ่มที่	1	:	FMA	\leq	25°	จำนวน	47	คน
กลุ่มที่	2	:	FMA	=	$26^{\circ} - 31^{\circ}$	จำนวน	49	คน
กลุ่มที่	3	:	FMA	=	$32^{\circ} - 34^{\circ}$	จำนวน	26	คน
กลุ่มที่	4	:	FMA	\geq	35°	จำนวน	28	คน

พบว่า ขนาดของมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าและกะโหลกศีรษะ ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างต่างกัน การเจริญในแนวตั้งของ alveolar process บริเวณฟันหน้า ความยาวของ Ramus และขนาดของ Gonial angle สัมพันธ์กับขนาดของ Frankfurt mandibular plane angle

Johnson สรุปว่า โครงสร้างใบหน้าเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในแผนการรักษา และการคาดคะเนผลการบำบัดรักษา ทั้งนี้เพราะโครงสร้างใบหน้าของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ขึ้นกับพันธุกรรมและองค์ประกอบอื่น ๆ ขนาดของมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าอาจผิดไปจากค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่เมื่อพิจารณาโดยส่วนรวมทั้งหมดลักษณะดังกล่าวเหมาะสมและเป็นปกติสำหรับบุคคลนั้น ๆ ก็ได้ จึงควรมีค่าปกติสำหรับใบหน้าแบบต่าง ๆ แทนการใช้ค่าเฉลี่ยที่กำหนดขึ้นโดยมิได้พิจารณาลักษณะโครงสร้างใบหน้า

Hapak⁽⁵²⁾ ศึกษาลักษณะโครงสร้างใบหน้าของกลุ่มตัวอย่างซึ่งมี dental open bite จำนวน 52 คน (ชาย 21 คน หญิง 31 คน) อายุ 10 - 15 ปี จากภาพถ่ายรังสี เอ็กซตันข้างของกะโหลกศีรษะ

พบว่า ความสูงของใบหน้าช่วงล่างส่วนหน้า (anterior lower face height) ของผู้ซึ่งมี dental open bite มากกว่าปกติและสัมพันธ์กับขนาดของ Frankfort mandibular plane angle กล่าวคือระยะดังกล่าวเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของมุมนี้เพิ่มขึ้น

นอกจากนั้น Frankfort mandibular plane angle ยังมีความสัมพันธ์กับความสูงของใบหน้าทั้งหมด (total face height) และ alveolar height บริเวณพื้นหน้าล่างอีกด้วย โดยระยะทั้งสองเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของมุมเพิ่มขึ้น

Björk และ Richardson ไม่เห็นด้วยกับ Tweed, Johnson และ Hapak ในการใช้ขนาดของ Frankfort mandibular plane angle (FMA) ตัดสินลักษณะโครงสร้างใบหน้าในแนวตั้ง โดยกล่าวว่ามุมนี้มีได้เป็นตัวแทนของโครงสร้างใบหน้าทั้งหมด การกำหนดจุด Po (Porion) และ Or (Orbitale) ซึ่งประกอบเป็น Frankfort horizontal plane ทำได้ยากและมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง

การเลือกระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาจากภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ ขึ้นกับความ
สามารถในการกำหนดจุดซึ่งประกอบ เป็นระนาบอ้างอิงได้แน่นอนและคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง
ระหว่างการเจริญเติบโตของร่างกาย

Björk⁽⁵³⁾ ทดสอบความแน่นอนของจุดต่าง ๆ ซึ่งประกอบเป็นระนาบอ้างอิง
ที่นิยมใช้ทั่วไป โดยการวัดขนาดมุม 55 ค่า ระยะต่าง ๆ 31 ค่า ใช้ผู้วิจัย 2 คน ทำการ
วัด 2 ครั้ง เปรียบเทียบ standard error ของค่าที่วัด พบว่า Sella Nasion
plane เหมาะที่จะใช้เป็นระนาบอ้างอิง ทั้งนี้เพราะการกำหนดจุด S (Sella) และ
N (Nasion) มีความคลาดเคลื่อนน้อย จุด S ไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างอายุ 12 - 20 ปี
การเพิ่มขึ้นของระยะระหว่างจุด S ถึง N เป็นผลเนื่องจากการพอกพูนของกระดูก
(apposition) ณ จุด N เท่านั้น ในการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Northwestern จึง
นิยมใช้ Sella Nasion plane แทน Frankfurt horizontal plane

Richardson⁽⁵⁵⁾ ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างใบหน้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับ
การเกิด dental deep bite และ dental open bite จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่ม
ละ 110 คน อายุ 7 - 12 ปี สรุปว่า

1. กลุ่ม dental open bite ความสูงของใบหน้าช่วงล่างส่วนหน้า
(Anterior lower face height) วัดจากจุด ANS ถึง Me, ฐานกะโหลกส่วนหน้า
(anterior cranial base) วัดจากจุด S ถึง N, Jaw angle (Ar-Go-Me) และ
Joint angle (S-Ar-Go) มากกว่ากลุ่ม dental deep bite

2. ค่าที่สามารถคาดคะเนความสูงของใบหน้าช่วงล่างส่วนหน้า (Anterior
lower face height) ในกลุ่ม open bite ได้แก่ มุม Ar-Go-Me, N-S-Ar
และ Me-N-S ในกลุ่ม deep bite ได้แก่ มุม N-S-Ar, S-Ar-Go และ Go-Me-N

3. ขนาดของความสูงใบหน้าช่วงล่างส่วนหน้า (Anterior lower face height) ระหว่างอายุ 7 - 10 ปี มีประโยชน์ในการคาดคะเนความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าตามแนวตั้ง ได้แก่ open bite และ deep bite

Schudy⁽⁵⁶⁾ อาศัยขนาดของมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับระนาบฐานกะโหลก (MP-SN Angle) และขนาดของมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสบฟันปกติ ใบหน้าได้สัดส่วนสมดุล จำนวน 120 คน อายุ 10 - 14 ปี ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- | | |
|---|-------|
| 1. กลุ่มซึ่งมีขนาดของมุมทั้งสองปกติ (average group) | 60 คน |
| 2. กลุ่มซึ่งมีขนาดของมุมทั้งสองมากกว่าปกติ (retrognathic group) | 30 คน |
| 3. กลุ่มซึ่งมีขนาดของมุมทั้งสองน้อยกว่าปกติ (prognathic group) | 30 คน |

ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งและแนวระนาบแบบต่อเนื่อง พบว่า

1. สัดส่วนระหว่างความลึกและความสูงของใบหน้า

(facial depth : Facial height)

ใน average group	=	76 %
retrognathic group	=	70 %
prognathic group	=	80 %

2. ความแตกต่างของความสูงใบหน้า (facial height) เกิดขึ้นบริเวณ

ใบหน้าช่วงล่าง

3. มุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับระนาบฐานกะโหลก (MP-SN Angle) และมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane สัมพันธ์กับสัดส่วนใบหน้าในแนวตั้ง ได้แก่

1. สัดส่วนระหว่างความลึกและความสูงของใบหน้า
(facial depth : facial height)
2. สัดส่วนระหว่างความสูงใบหน้าส่วนหลังและความสูงใบหน้าส่วนหน้า
(posterior facial height : anterior facial height)
3. สัดส่วนระหว่างความสูงของฟันหลังและความสูงของฟันหน้า
(posterior dental height : anterior dental height)

ดังนั้น ขนาดของมุมทั้งสองใช้ เป็นเกณฑ์ตัดสินลักษณะโครงสร้างใบหน้าในแนวตั้งได้

4. มุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane สัมพันธ์กับขนาดของ overbite ส่วนมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับระนาบฐานกะโหลกไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของ overbite

Schudy⁽¹³⁾ อธิบายการหมุน (rotate) ของขากรรไกรล่างไว้ดังนี้

1. counterclockwise rotation : เกิดขึ้นเมื่อการเจริญของ condyle มากกว่าการเจริญของ alveolar process บริเวณฟันกราม pogonion เคลื่อนมาทางด้านหน้า facial angle เพิ่มขึ้น จุดศูนย์กลางการหมุนอยู่ที่หลังฟันกรามล่างที่สุดท้ายซึ่งมีคู่สบระนาบขากรรไกรค่อนข้างราบขนาดของ overbite เพิ่มขึ้น การแก้ไขทำได้ยาก มักเกิดการคืนกลับ (relapse) ขนาดของการหมุนขึ้นกับขนาดของ gonial angle

gonial angle สัมพันธ์กับขนาดของมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับระนาบฐานกะโหลกและทำกับ occlusal plane จากการศึกษาในผู้ป่วย 62 คน ซึ่งไม่ได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน พบว่า ขนาดของ gonial angle ลดลง 0.5° ส่วนผู้ซึ่งได้รับการบำบัดรักษา 50 คน ขนาดของมุมกลับเพิ่มขึ้น 1.5°

2. clockwise rotation : เกิดขึ้นเมื่อการเจริญของ condyle น้อยกว่าการเจริญของ alveolar process บริเวณฟันกรามระนาบขากรรไกรชั้น ขนาดของ over-bite ลดลง การแก้ไข Class II molar relation ทำได้ยาก

ตามแนวความคิดของ Schudy การเจริญในแนวตั้งซึ่งมีผลทำให้ลูกคางเจริญเติบโตลงล่าง ได้แก่

1. การเจริญบริเวณ Nasion และ maxillary corpus ระยะระหว่าง Na ถึง ANS เพิ่มขึ้น ฟันกรามบนและ PNS เจริญลงล่าง ห่างจากฐานกะโหลกมากขึ้น

2. การเจริญบริเวณ maxillary posterior alveolar process ทำให้ฟันกรามบนเจริญลงล่างห่างจาก palatal plane

จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ซึ่งลุ่มมาจากผู้ที่มีการสบฟันผิดปกติ 400 คน พบว่า

1. สัดส่วนระหว่างความลึกของใบหน้ากับความสูงของใบหน้าส่วนหน้า (facial depth : anterior vertical height) สัมพันธ์กับมุมซึ่ง Y axis ทำกับระนาบฐานกะโหลก (Y axis at SN), มุมซึ่ง Y axis ทำกับ Frankfort horizontal plane (Y axis at FH), MP-SN Angle, และมุมซึ่งระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane

2. ความสูงของใบหน้าช่วงล่างสัมพันธ์กับ MP-SN Angle และมุมซึ่งระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane เท่านั้น

แผนการบำบัดรักษาของ Schudy⁽¹³⁾ และ Creekmore⁽¹⁴⁾ อาศัย
ขนาดของ MP-SN Angle เป็นเกณฑ์แบ่งโครงสร้างใบหน้า ได้แก่

1. ในกรณีที่มี MP-SN Angle สูง (high angle facial type) แนะนำ
ให้ใช้ high pull face bow เป็น extraoral anchorage โดยแขนของ outer
bow ล้วนสุดบริเวณพันกรามบนซี่แรกเพื่อป้องกัน tipping elastic ที่ใช้ดึงมีลักษณะเฉียง
ขึ้นบนไปทางด้านหลังเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของ maxillary alveolar process
และ body of maxilla

2. ในกรณีที่ MP-SN Angle ต่ำ (low angle facial type) แนะนำให้
กระตุ้นการเจริญเติบโตของ alveolar process บริเวณพันกรามด้วย class II
elastic และหรือใช้ cervical headgear หลีกเลียงการถอนฟัน retainer ควรเป็น
cuspid to cuspid retainer ร่วมกับ bite plane จนกว่าร่างกายหยุดเจริญเติบโต

Creekmore⁽¹⁴⁾ แสดงผลการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต่อการเจริญเติบโต
ของใบหน้าในแนวตั้ง โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 : ไม่เคยได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน 62 คน
(ชาย 32 คน หญิง 30 คน) อายุ 7 - 14 ปี

class I normal 38 คน

class I malocclusion 12 คน

class II malocclusion 12 คน

MP-SN Angle = $22^{\circ} - 47^{\circ}$ average = 33.77°

กลุ่มที่ 2 : ได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันโดย 0.018
 edgewise technic ร่วมกับ extraoral anchorage
 ซึ่งให้แรง 1 ปอนด์ ระยะเวลา 12 - 14 ชม.ต่อวัน จำนวน
 50 คน (ชาย 18 คน หญิง 32 คน) อายุ 8 - 15 ปี

class I	malocclusion	25	คน
class II	malocclusion	25	คน

MP-SN Angle = 25.5° - 38.5° average = 31.57°

สรุปว่า ผู้ซึ่งไม่ได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

1. ไหล่หน้าส่วนล่างเจริญมากกว่าไหล่หน้าส่วนบนและไหล่หน้าส่วนกลาง ผลจากการหมุนของขากรรไกรล่างทำให้ลูกคาง เจริญเติบโตมาทางด้านหน้า
2. alveolar process ปรับตัวเพื่อรักษาสภาพการสบฟันให้คงที่
3. การเจริญของฟันในแนวตั้งพิจารณาพร้อมกับกระดูกที่รองรับข้างใต้บริเวณฟันหน้า และฟันหลังต่างกัน

ผู้ซึ่งได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

1. การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันสามารถยับยั้งการ เจริญของไหล่หน้าส่วนกลางมาทางด้านหน้าได้
2. การเคลื่อนฟันกรามบนหรือล่างไปทางด้านหลังมีข้อจำกัด และไม่สามารถแก้ไข class II หรือ class III malocclusion ได้สมบูรณ์
3. การแก้ไข class II malocclusion ควรกระทำร่วมกันระหว่างการแก้ไขที่ตัวฟันและกระดูกขากรรไกร

4. ความสูงของใบหน้าส่วนหน้าเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดเจน
5. ในการศึกษาครั้งนี้ class III elastic ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง
6. การเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างมาทางด้านหน้าก็ยังได้
7. ความลาดเอียงของระนาบขากรรไกรเพิ่มขึ้น มีผลต่อตำแหน่งของฟันล่างทั้งในแนวระนาบและแนวตั้ง

Isaacson⁽⁵⁷⁾ และคณะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าซึ่งแสดงการเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งกับการหมุนของขากรรไกรล่าง จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการเจริญในแนวตั้งกล่าวต่างกันมาก ภายใต้สมมุติฐานที่ว่า MP-SN Angle มีค่าสูงในรายที่ขากรรไกรล่าง rotate backward และ MP-SN Angle มีค่าต่ำเมื่อขากรรไกรล่าง rotate forward

แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่มย่อย ตามขนาดของ MP-SN Angle ซึ่งมีความมาตรฐานตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Riedel = $32^{\circ} \pm 6^{\circ}$

Average group	MP-SN Angle	=	32°
High angle group	MP-SN Angle	>	$32^{\circ} + 6^{\circ}$
Low angle group	MP-SN Angle	<	$32^{\circ} - 6^{\circ}$

สรุปว่า

1. มุมซึ่งเกิดจาก occlusal plane ทำกับระนาบขากรรไกรและมุมซึ่งเกิดจาก occlusal plane ทำกับฐานกะโหลกแปรตามขนาดของ MP-SN Angle
2. SNA และ SNB แปรผกผันกับขนาดของ MP-SN Angle
3. ANB คงที่

4. ความสูงของใบหน้าทั้งหมด (total face height) แปรตามขนาดของ MP-SN Angle โดยความสูงของใบหน้าส่วนบน (upper face height) คงที่

5. ความสูงของ ramus (ramus height) แปรผกผันกับขนาดของ MP-SN Angle

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับขนาดของ MP-SN Angle โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) นัยสำคัญที่ระดับ 0.05 % พบว่า ความสูง (vertical height) ของฟันกรามบนใช้คาดคะเน (predict) ขนาดของ MP-SN angle ได้ Isaacson และคณะ จึงสรุปว่า การบำบัดรักษาผู้ป่วยซึ่งมีขนาดของ MP-SN Angle ผิดปกติ ควรควบคุมการเจริญเติบโตบริเวณฟันกรามบนให้ได้ เช่น ในรายที่มีขนาดของมุมนี้ น้อยกว่าปกติ แนะนำให้ใช้ cervical headgear ซึ่งแขนของ outer bow ค่อนข้างสูง เพื่อ extrude ฟันกรามบนและใช้ high pull headgear ในรายที่มีขนาดของมุมนี้มากกว่าปกติ เพื่อ intrude ฟันกรามบนด้วย outer bow ซึ่งมีแขนค่อนข้างสั้น

Droel และ Isaacson⁽⁵⁸⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของ glenoid fossa กับความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าในแนวระนาบและแนวตั้ง ภายใต้สมมุติฐานที่ว่า ผู้ซึ่งมีขนาดของ MP-SN angle มาก glenoid fossa อยู่สูงกว่าผู้ซึ่งมี MP-SN Angle น้อยและผู้ซึ่งมีขนาดของ ANB มาก glenoid fossa อยู่ค่อนข้างมาทางด้านหน้ามากกว่าผู้ซึ่งมีขนาดของ ANB น้อย

เลือกกลุ่มตัวอย่างจากขนาดของ MP-SN Angle และ ANB ตามค่ามาตรฐานของ Riedel ตำแหน่งของ glenoid fossa ในแนวตั้ง ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมี MP-SN Angle มากกว่า 36.5° เปรียบเทียบกับกลุ่มซึ่งมี MP-SN Angle น้อยกว่า 28° พบว่า ในรายที่มี MP-SN Angle มาก ระยะระหว่าง glenoid fossa กับจุด S (Sella turgica)

ในแนวตั้งลดลง นั่นคือ glenoid fossa อยู่สูงกว่าปกติ ตำแหน่งของ glenoid fossa ในแนวระนาบ ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่ง ANB มากกว่า 4° เปรียบเทียบกับกลุ่มซึ่งมี ANB น้อยกว่า 0.5° พบว่า ถ้า ANB มีค่ามากขึ้น ระยะระหว่าง glenoid fossa กับจุด S ในแนวระนาบเพิ่มขึ้น นั่นคือ glenoid fossa ถอยไปทางด้านหลัง พบใน skeletal class II malocclusion ในทางตรงข้ามถ้า ANB ลดลง ระยะระหว่าง glenoid fossa กับจุด S ลดลง glenoid fossa อยู่ค่อนมาทางด้านหน้า พบใน skeletal class III malocclusion

Droel และ Issacson สรุปว่าตำแหน่งของ glenoid fossa สามารถบอก ลักษณะโครงสร้างใบหน้าที่ผิดปกติได้

Schendel และคณะ⁽⁵⁹⁾ ศึกษาลักษณะโครงสร้างใบหน้าของผู้ซึ่งมีรูปร่างภายนอกแบบ "Long face syndrome" กล่าวคือ ใบหน้าส่วนล่างยาวกว่าปกติ จมูกแคบและยาว บริเวณ nasolabial แบน ฟันหน้าบนยาว เห็นได้ชัดเจน เมื่อเทียบกับความยาวของริมฝีปากบน

จำนวน 31 คน อายุ 17 - 25 ปี

กลุ่มที่	1	มี dental open bite	15	คน
กลุ่มที่	2	มีการสบฟันปกติ	16	คน

จากการวัดขนาดของมุมและระยะจากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า พบว่าลักษณะที่ต่างกันระหว่างผู้ซึ่งมีรูปร่างแบบ Long face syndrome เหมือนกัน แต่การสบฟันแตกต่างกันได้แก่

1. ความสูงของ ramus (ramus height)

open bite group : ความสูงของ ramus ปกติ

non open bite group : ความสูงของ ramus เพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิด dental open bite

2. ความสูงของใบหน้าส่วนหลัง (total posterior face height) มีลักษณะเช่นเดียวกับความสูงของ ramus

ลักษณะที่เหมือนกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง กลุ่มแต่ยังคงแตกต่างกับค่าปกติ ได้แก่

1. ความสูงของใบหน้าส่วนหน้า (total anterior face height) : โดยเฉพาะบริเวณใบหน้าช่วงล่าง การเพิ่มขึ้นของความสูงใบหน้าสัมพันธ์กับการเจริญในแนวตั้งของขากรรไกรบนซึ่งมากกว่าปกติ

2. ขนาดของ MP-SN Angle : open bite group มี MP-SN Angle มากกว่า non open bite group และมากกว่าค่าปกติ

Opdebeeck และ Bell⁽⁶⁰⁾ ศึกษาลักษณะโครงสร้างใบหน้าของผู้ซึ่งมีรูปร่างภายนอกแบบ "Short face syndrome" กล่าวคือ ใบหน้าส่วนล่าง (lower 1/3) สั้นกว่าปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากความสูงของใบหน้าส่วนล่างน้อยกว่าปกติ หรือความสูงของใบหน้าปกติ แต่ใบหน้ากว้างกว่าปกติ จมูกใหญ่ รูจมูกกว้าง nasolabial angle มากกว่าปกติ pogonion เจริญได้ดี concave profile ริมฝีปากบนและล่างอยู่ค่อนไปทางด้านหลัง เมื่อเทียบกับ esthetic plane ของ Ricketts ทัศนียภาพสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของริมฝีปากบน จำนวน 27 คน (ชาย 13 คน หญิง 14 คน) อายุ 17 - 55 ปี วัดขนาดของมุมและระยะจากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าเทียบกับค่ามาตรฐานของ Bolton พบว่า

เมื่อพิจารณาจากค่าความสูงของ ramus (ramus height), MP-SN Angle และ FPI (Facial Portion Index) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่าง anterior lower face height กับ anterior total face height สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

Group	Ramus height	MP-SN Angle	FPI	Posterior Maxillary height
I	Long	Sharply reduced	Closed to 10°	slightly reduced
II	Short	Slightly reduced	Around or below 10°	Sharply reduced

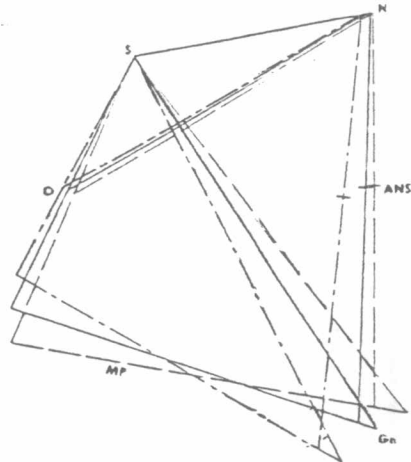
ผู้วิจัยสรุปว่า แม้ลักษณะใบหน้าภายนอกเหมือนกัน อาจมีโครงสร้างใบหน้าต่างกัน ramus height, MP-SN Angle, FPI และ posterior maxillary height สามารถบอกถึงความแตกต่างดังกล่าวได้

Bishara และ Augspurger⁽⁹⁾ ศึกษาบทบาทความลาดเอียงของระนาบขากรรไกร ในการวินิจฉัยลักษณะโครงสร้างใบหน้า จากชายผิวขาว จำนวน 129 คน อายุ 22 - 28 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ตามขนาดของ MP-SN Angle

Average group	MP-SN Angle	มีค่าระหว่าง 22.1° - 34.7°
		จำนวน 92 คน
High angle group	MP-SN Angle	มากกว่าหรือเท่ากับ 34.8°
		จำนวน 18 คน
Low angle group	MP-SN Angle	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 22.2°
		จำนวน 19 คน

ขนาดของมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าและฟันในแต่ละกลุ่ม
แตกต่างกัน ทั้งนี้ตรงกับการศึกษาของ Chen⁽¹¹⁾ ในเด็กจีน จำนวน 77 คน อายุ
ประมาณ 10 - 13 ปี

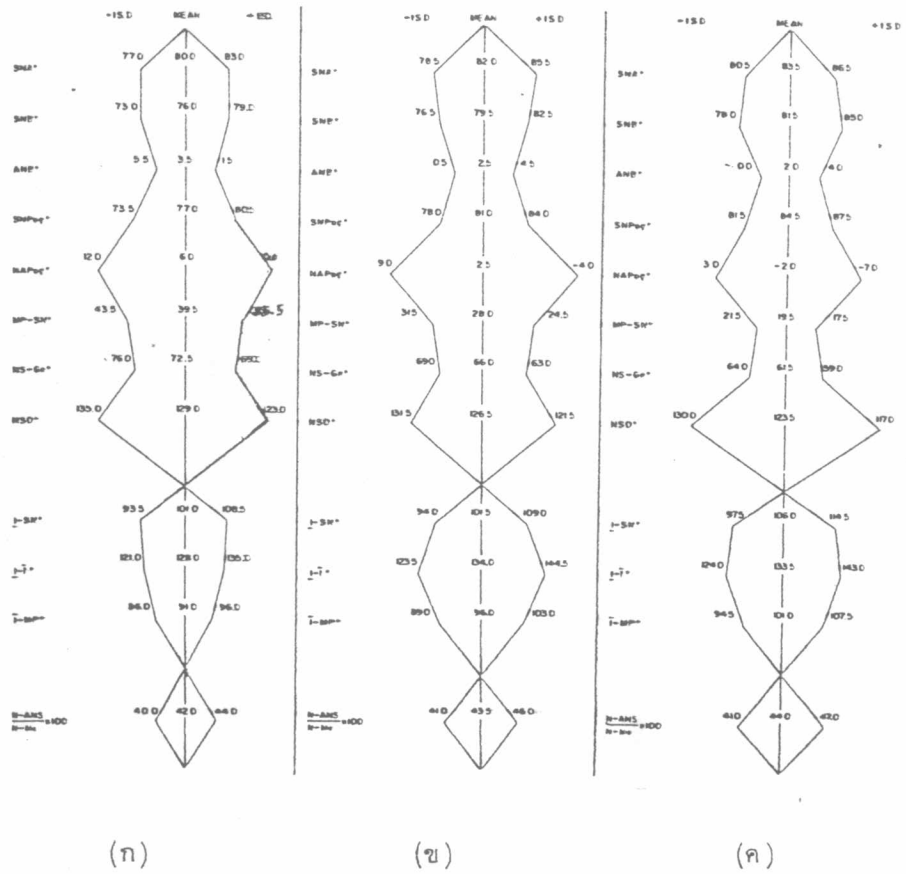
ผู้วิจัยแสดงค่ามาตรฐานของใบหน้าซึ่งมีขนาดของ MP-SN Angle ปกติ มากกว่า
และน้อยกว่าปกติ ในรูปของ Facial Polygon ดังรูปที่ 24 และ Facial polygraph
ตามวิธีของ Vorhies และ Adams⁽⁶¹⁾ ดังรูปที่ 25



รูปที่ 24 Facial polygon แสดงโครงสร้างใบหน้าซึ่งมีความลาดเอียงของ
ระนาบขากรรไกรต่างกัน โดยซ้อนทับภาพรังสีเอ็กซิตันข้างของ
กะโหลกศีรษะที่ระนาบฐานกะโหลก ณ จุด S

- · — · — โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีระนาบขากรรไกรชันกว่าปกติ
- — — — โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีระนาบขากรรไกรราบกว่าปกติ
- โครงสร้างใบหน้าซึ่งมีระนาบขากรรไกรปกติ

(From Bishara, and Augspurger, Angle Orthod. 1975)



รูปที่ 25 Facial polygraph แสดงค่ามาตรฐานของโครงสร้างใบหน้า
 ซึ่งมี MP-SN Angle มากกว่าปกติ (ก) MP-SN Angle ปกติ (ข)
 และ MP-SN Angle น้อยกว่าปกติ (ค)

(From Bishara, and Augspurger, Angle Orthod. 1975)

Christie⁽¹⁰⁾ ศึกษาลักษณะโครงสร้างใบหน้าของคนผิวขาวซึ่งมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ การสับสนปกติไม่เคยได้รับการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน จำนวน 82 คน (ชาย 39 คน หญิง 43 คน) แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Ricketts ซึ่งพิจารณาจากค่าของ lower face height, posterior face height, facial width, facial axis, mandibular plane angle และ mandibular arc ได้แก่

Mesofacial group	39	คน
Brachyfacial group	39	คน
Dolichofacial group	4	คน

สรุปว่า

1. ผู้ที่มีการสับสนปกติมักมีโครงสร้างใบหน้าเป็นแบบ mesofacial และ brachyfacial มากกว่า dolichofacial
2. ขนาดของมุมและระยะที่วัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าในแต่ละกลุ่มย่อยต่างกัน ดังนั้น ควรมีค่าปกติที่ใช้ในการวินิจฉัยและวางแผนบำบัดรักษาสำหรับโครงสร้างใบหน้าแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ตรงกับแนวความคิดของ Johnson⁽⁵⁾ Chen⁽¹¹⁾ Bishara และ Augspurger⁽⁹⁾

ความลาดเอียงของระนาบขากรรไกรนอกจากจะพิจารณาตามขนาดของมุมที่ระนาบขากรรไกรทำกับ Frankfurt horizontal plane และระนาบฐานกะโหลกแล้วยังอาจนำไปสัมพันธ์กับระนาบอื่น ๆ ของใบหน้า ได้แก่ palatal plane, occlusal plane เป็นต้น

Nahoum⁽⁶²⁾ ศึกษาความเกี่ยวข้องระหว่าง Palatal plane กับสัดส่วนของไบหน้าส่วนหน้า (anterior face height ratio) จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสบฟันปกติ จำนวน 166 คน (ชาย 92 คน หญิง 74 คน) เปรียบเทียบกับผู้ที่มี anterior open bite อย่างน้อย 1 มม. จำนวน 52 คน (ชาย 23 คน หญิง 29 คน) พบว่า

1. ความสูงของไบหน้าส่วนหน้า (anterior face height) ในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง ประมาณ 10 %
2. สัดส่วนของไบหน้าส่วนหน้า (upper face height : lower face height) ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ และมีค่าคงที่ทุกช่วงอายุ ในกลุ่มซึ่งมี anterior open bite ความสูงของไบหน้าส่วนบน (upper face height) น้อยกว่าปกติ ในขณะที่ความสูงของไบหน้าส่วนล่าง (lower face height) มากกว่าปกติ
3. มุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับฐานกะโหลก (MP-SN Angle) และมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรทำกับ palatal plane ในกลุ่ม anterior open bite มีขนาดมากกว่าปกติ แต่มุมซึ่งเกิดจาก palatal plane ทำกับระนาบฐานกะโหลก น้อยกว่าปกติ นั่นคือ ในระยะที่มี anterior open bite palatal plane มีลักษณะยกตัวสูงขึ้นทางด้านหน้าและลาดลงต่ำทางด้านหลัง

Schudy⁽⁶³⁾ แสดงให้เห็นความสำคัญของมุมซึ่งระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane ต่อการวินิจฉัยและการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ทั้งนี้เพราะขนาดของมุมดังกล่าวบอกถึงการเจริญเติบโตในแนวตั้งของ alveolar process ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของ condyle และ ramus ตลอดจนขนาดของ over bite

โดยเริ่มต้นศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสบฟันผิดปกติจำนวน 400 คน อายุ 9 - 18 ปี วัดขนาดของมุมและระยะจากส่วนต่าง ๆ ของไบหน้า เลือกกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของมุมที่ระนาบขากรรไกรทำกับ occlusal plane มากกว่า 20° ได้ 57 ราย และน้อยกว่า 11° ได้ 44 ราย

เปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

Schudy สรุปลักษณะโครงสร้างใบหน้าและฟันของผู้ที่มีขนาดของมุมซึ่งเกิดจากระนาบขากรรไกรเท่ากับ occlusal plane สูงและต่ำไว้ดังนี้

High Angle Facial Type	Low Angle Facial Type
1. Retrognathic type	Prognathic type
2. Symphysis tall and narrow	Symphysis short and wide
3. $\bar{1}$ to mandibular plane = 75°	$\bar{1}$ to mandibular plane = 104°
4. $\underline{1}$ to $\bar{1}$ less than normal	$\underline{1}$ to $\bar{1}$ = 131°
5. Decrease overbite	Increase overbite

แผนการบำบัดรักษาสำหรับโครงสร้างใบหน้าแต่ละแบบต่างกัน

Ricketts⁽⁸⁾ ประเมินผลของ cervical headgear และ intermaxillary elastic จากการเปลี่ยนแปลงของระนาบขากรรไกร

จากการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความลาดเอียงของระนาบขากรรไกรได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการวินิจฉัยทางทันตกรรมจัดฟัน นับตั้งแต่การจำแนกประเภทโครงสร้างใบหน้า การวางแผนการบำบัดรักษา ตลอดจนการประเมินผลการบำบัดรักษา