



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

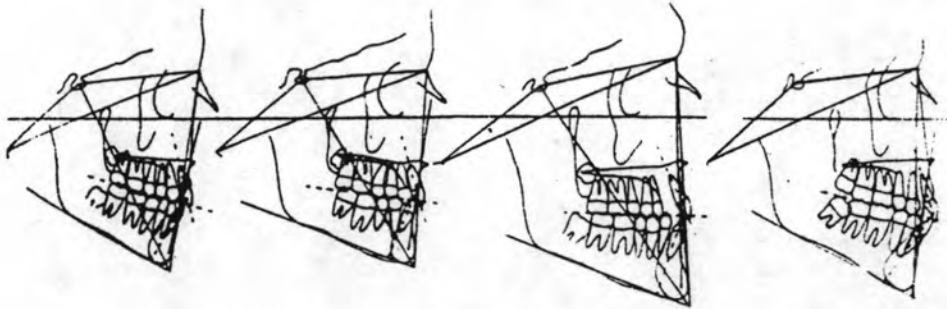
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน

Edward H. Angle (1) เป็นคนแรกที่จำแนกความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างเป็น 3 ประเภทใหญ่ตามลักษณะการสบฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง เขายึดถือว่าฟันซี่นี้มีความมั่นคงแข็งแรงเป็นหลักที่จะบอกตำแหน่งที่ถูกต้องของขากรรไกรบนและล่างได้ แต่น่าเสียดายที่มักเกิดปัญหาว่าฟันซี่นี้ถูกถอนไปเนื่องจากไม่สามารถบูรณะได้ หรือมีการเคลื่อนตัวมาทางหน้าเนื่องจากการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด ทำให้ไม่สามารถให้การจำแนกได้ หรือทำได้ไม่ถูกต้องละเอียดเพียงพอ ต่อมาเมื่อมีการนำวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะ ซึ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น จึงใช้เป็นแบบมาตรฐานมาจนถึงปัจจุบัน ภาพถ่ายรังสีนั้นใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการวางแผนการรักษาและประเมินผลการรักษา

Downs (2) กล่าวว่าตำแหน่งขากรรไกรล่างมีความสำคัญในการพิจารณาความสมดุลของใบหน้าด้านข้าง ทั้งจากการสังเกตจากใบหน้าด้านข้างของผู้ป่วยและจากภาพถ่ายรังสี ใบหน้าที่สมบูรณ์แบบดีเลิศ (ideal profile) ซึ่งแสดงความกลมกลืนของส่วนประกอบใบหน้า มีความสวยงามเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป นั้น ตำแหน่งของขากรรไกรล่างควรอยู่ในลักษณะ mesognathic และ Downs ได้จำแนกลักษณะของใบหน้าเป็น 4 ประเภท ในคนที่มีการสบฟันปกติ ได้แก่

1. Retrognathic หมายถึงผู้ที่มีขากรรไกรล่างถอยไปทางหลัง (recessive lower jaw)
2. Mesognathic หมายถึงผู้ที่มีใบหน้าสมบูรณ์แบบ
3. Prognathic หมายถึงผู้ที่มีขากรรไกรล่างยื่นมาทางหน้า (protrusive lower jaw)

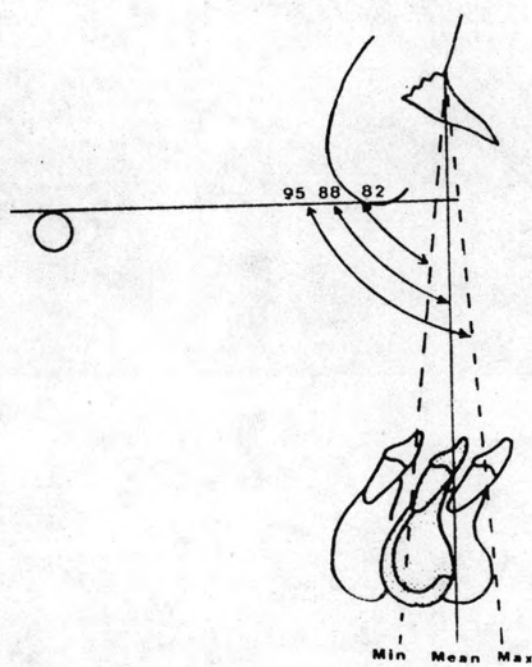
4. True prognathic หมายถึงผู้ที่มีใบหน้าส่วนล่างทั้งหมดยื่น (protrusive lower face)



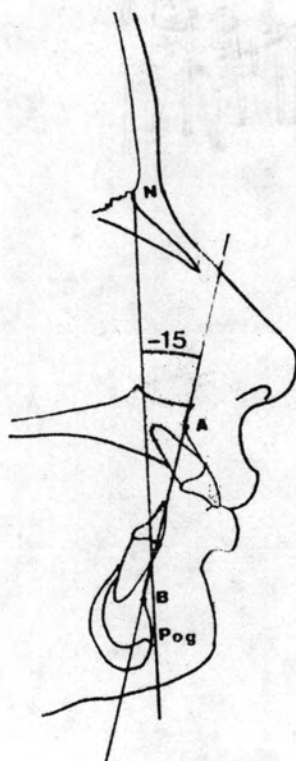
รูปที่ 3 การจำแนกลักษณะใบหน้าของ Downs

- A คือ Retrognathic B คือ Mesognathic
C คือ Prognathic D คือ True prognathic

Downs เลือกใช้ระนาบแฟรงค์פורต์เป็นระนาบอ้างอิงในการพิจารณาตำแหน่งของขากรรไกรล่าง โดยใช้ Facial angle ซึ่งเกิดจากระนาบ N-Pog ตัดกับระนาบแฟรงค์פורต์ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งอยู่ระหว่าง 82° ถึง 95° และต่อมาเขาได้กำหนดจุดอ้างอิง A และ B (15) เพื่อเป็นตัวแทนของขากรรไกรบนและล่างตามลำดับเส้นที่ลากต่อระหว่างจุด A และ B ตัดกับระนาบ N-Pog เรียกว่า A-B plane angle แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขอบหน้าสุดของขากรรไกรบนและล่างที่มีต่อใบหน้า มีค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง -9° ถึง 0° หากค่าติดลบเพิ่มขึ้น แสดงถึงแนวโน้มไปสู่ลักษณะ Retrognathic (รูปที่ 3, 4 และ 5)

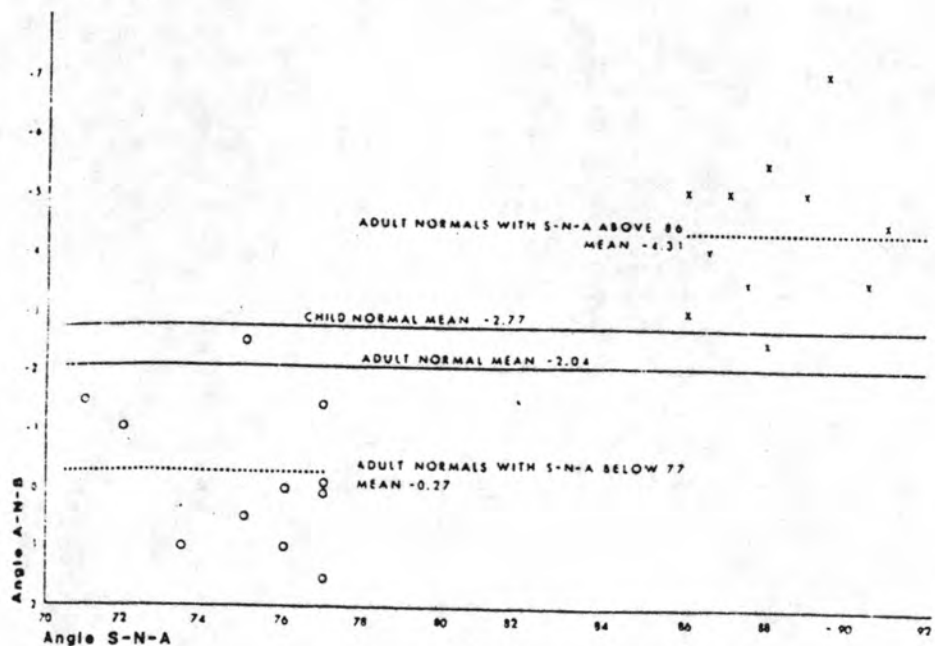


รูปที่ 4 แสดงการพิจารณาตำแหน่งขากรรไกรล่างโดย Facial angle



รูปที่ 5 แสดงการพิจารณาลักษณะใบหน้าโดย A-B plane angle มุมที่วัดได้ แสดงค่าติดลบมากจัดเป็นลักษณะ Retrognathic

Reidel (3) เสนอว่าควรจะพิจารณาตำแหน่งของขากรรไกรบนและล่างโดยหาความสัมพันธ์ของจุด A และ B กับฐานกะโหลก (cranial base) จึงใช้ระนาบ SN เป็นหลัก วัดมุม SNA, SNB ผลต่างระหว่างมุมทั้งสองคือมุม ANB แสดงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน ทำให้จำแนกลักษณะใบหน้าได้ โดยถือค่ามาตรฐาน ๕ ในผู้ป่วย และ 2.๘ ในเด็ก ผู้ป่วยที่มีค่ามุม ANB มากแสดงลักษณะโครงสร้างใบหน้าแบบที่ 2 (skeletal class II) และในทางตรงกันข้ามหากค่ามุม ANB น้อยหรือเป็นค่าติดลบแสดงลักษณะโครงสร้างใบหน้าแบบที่ 3 (skeletal class III) ทั้งนี้ให้พิจารณาร่วมไปกับค่ามุม SNA ด้วย โดย Reidel ได้สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุม SNA และ ANB ไว้กลุ่มตัวอย่างที่เรียกว่า forward divergence คือกลุ่มที่มีค่า SNA มากเกิน 86 จะมีค่าเฉลี่ยของมุม ANB 4.3 และกลุ่ม backward divergence คือกลุ่มที่มีค่า SNA น้อยกว่า 77 จะมีค่าเฉลี่ยของมุม ANB 0.3 จะเห็นได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีค่ามุม ANB ต่างกันถึง 4 ทั้งนี้มีลักษณะการสลับปกติเหมือนกัน ดังนั้น Reidel จึงเสนอให้พิจารณาค่ามุม ANB ร่วมไปกับค่ามุม SNA จึงจะมีความแม่นยำมากขึ้น (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 แสดงการกระจายค่ามุม ANB ตามค่ามุม SNA

Steiner (4) มีความเห็นเช่นเดียวกับ Reidel ในการใช้มุม ANB แต่กล่าวเสริมว่าค่ามาตรฐานดังกล่าวเพียงอย่างเดียวไม่อาจใช้ตัดสินได้เด็ดขาดว่าใบหน้านั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างที่ผิดปกติอย่างแท้จริง เนื่องจากใบหน้าของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป การบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในผู้ที่มุม ANB กว้าง อาจลดค่ามุมลงได้บ้าง แต่มีอาจทำให้ค่ามุมเท่ากับค่าปกติได้ จึงแนะนำให้ใช้ acceptable compromise โดยการประมาณค่ามุม ANB ที่ควรเป็นของผู้ป่วยแต่ละคนเพื่อนำไปพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมของฟันหน้าบนและล่างเมื่อเสร็จการรักษา การประมาณค่ามุมดังกล่าว Steiner มีได้กล่าววิธีประมาณที่แน่นอนไว้ แต่อาศัยประสบการณ์ในการรักษามาเป็นเวลานานพิจารณาในผู้ป่วยแต่ละรายไป

IDEAL									
-1°	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
25°/7	24°/6	23°/5	22°/4	21°/3	20°/2	19°/1	18°/0	17°/-1	16°/-2
22°/3.25	23°/3.5	24°/3.75	25°/4	26°/4.25	27°/4.5	28°/4.75	29°/5	30°/5.25	31°/5.5

รูปที่ 7 acceptable compromise ของ Steiner

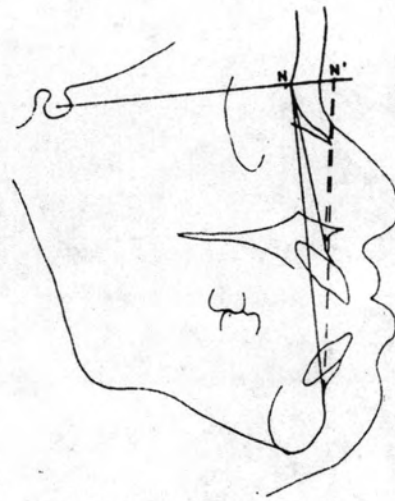
ค่ามุมบนสุดคือ ANB บรรทัดต่อมาค่ามุมคือมุมที่แกนฟันหน้าบนทำกับเส้น NA

ค่าระยะทางคือระยะห่างจากปลายฟันหน้าบนถึงเส้น NA

บรรทัดล่างสุดค่ามุมคือมุมที่แกนฟันหน้าล่างทำกับเส้น NB ค่าระยะทางคือ

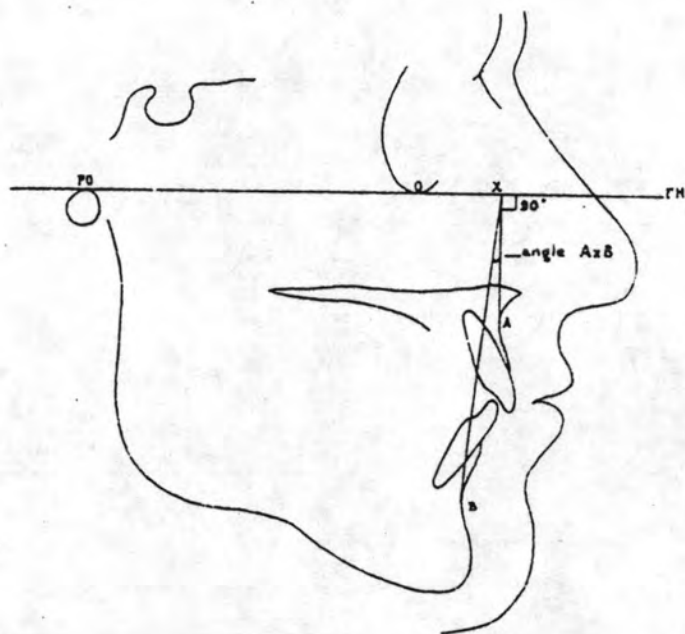
ระยะห่างจากปลายฟันหน้าบนถึงเส้น NB

Freeman (10) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุด A และ B โดยหลีกเลี่ยงการใช้จุด N เนื่องจากจุด N อยู่นอกขอบเขตของใบหน้าส่วนกลาง ทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้หากจุด N มีการเคลื่อนที่ไปไม่ว่าในทิศทางใด อันอาจเป็นเพราะการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะหรือจากผลของการรักษา การวินิจฉัยด้วยค่ามุม ANB จึงไม่แม่นยำ (รูปที่ 8) Freeman จึงแนะนำการใช้จุด X ซึ่งเกิดจากการลากเส้นตั้งฉากจากจุด A ไปยังระนาบแฟรงค์พอร์ต ค่ามุม AXB บอกความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน 4 (รูปที่ 9)



S-N-A	95	S-N'-A	81
S-N-B	90	S-N'-B	82.5
A-N-B	-5	A-N'-B	1.5

รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุด N ทำให้ค่ามุม ANB เปลี่ยนไปแม้ว่าความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนคงที่



รูปที่ 9 วิธีการวัดค่ามุม AXB โดย Freeman

Holdaway (16) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของจุด A และ B ระหว่างการรักษาเป็นผลร่วมระหว่างการเจริญเติบโตและการรักษา

Buchin (17) กล่าวว่า ค่ามุม ANB ที่มีการเปลี่ยนแปลงไประหว่างและภายหลังเสร็จสิ้นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน อาจมีสาเหตุคือ

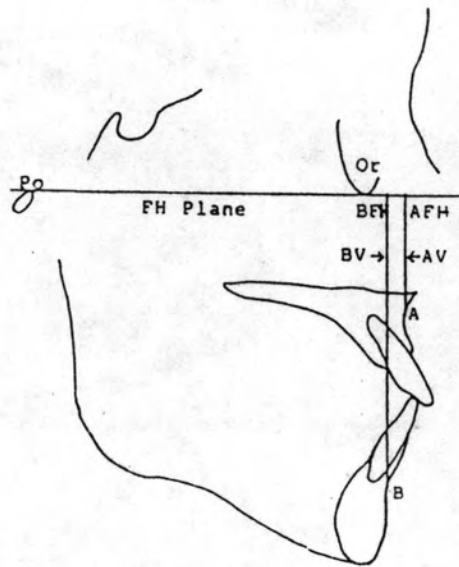
1. การเจริญของขากรรไกรล่าง ซึ่งยังคงมีอยู่แม้ขากรรไกรบนจะหยุดการเจริญไปแล้ว
2. การที่เครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันควบคุมให้ตำแหน่งของจุด A อยู่ในที่เดิม ทำให้ดูเหมือนว่าจุด A มีการถอยหลังไปเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งของจุด N และ B ที่เคลื่อนไปข้างหน้าจากการเจริญเติบโต

Moore (18) และ Enlow (9) มีความเห็นตรงกันว่า ในระหว่างการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ จุด N จะมีทิศทางของการเจริญไปในแนวหน้าบน (antero-superior) เนื่องจากมีการละลาย (resorption) และพอกพูน (deposition) ของกระดูกทั้งสองด้านของ fronto-nasal suture ร่วมกับการขยายตัวของ diploe ในโพรงกระดูก ทำให้

ตำแหน่งของจุด A เมื่อเปรียบเทียบกับจุด N ดูเหมือนกับการเปลี่ยนแปลงแม้ว่าจะมิได้รับการบำบัดอย่างไรเลย

Dreyer และ Joffe (19) พบว่าการเจริญของกระดูกทั้งสองข้างของ fronto nasal suture ดำเนินไปด้วยอัตราต่างกัน ส่วนของกระดูกจมูก (nasal bone) จึงเคลื่อนตัวไปข้างหน้า มีผลทำให้จุด N เปลี่ยนแปลงตามไป การวัดค้ำมหรือระยะทางที่ใช้จุดอ้างอิงซึ่งยังมีการเจริญเติบโตจะต้องคำนึงถึงทิศทางและกลไกของการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะร่วมด้วย การที่ค้ำมหรือระยะทางที่วัดได้ภายหลังหรือระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน เปลี่ยนแปลงไปมิได้เกิดจากผลของการรักษาเพียงอย่างเดียว

Stoner (6) หลีกเลี่ยงการใช้จุด N เป็นจุดอ้างอิง และแนะนำการใช้ระนาบแฟรงค์פורต์ เป็นระนาบอ้างอิงเพื่อหาความสัมพันธ์ของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน โดยลากเส้นจากจุด A และ B ไปตั้งฉากบนระนาบแฟรงค์פורต์ ระยะทางระหว่างจุด A และ B บนระนาบแฟรงค์פורต์บอกถึงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้ ใช้ชื่อระยะทาง AFH - BFH (รูปที่ 10)



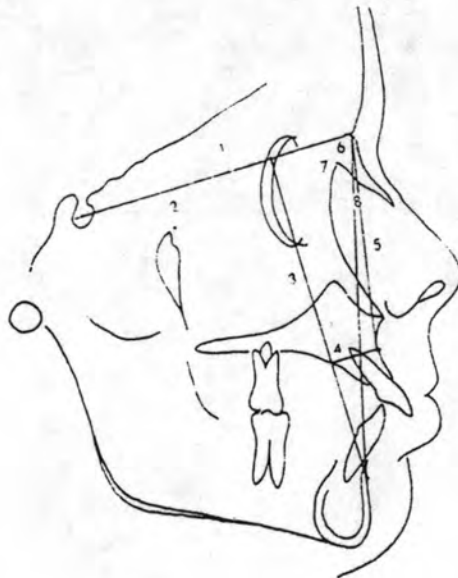
รูปที่ 10 การวัดความสัมพันธ์ของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนด้วยค่าระยะทาง AFH - BFH

Horowitz และ Thompson (20) พบว่าความแตกต่างของค่าระยะทางระหว่างจุด S และจุด N ในเพศชายหญิงทำให้การวัดมุมที่เกี่ยวข้องกับระนาบนี้แตกต่างกันไปในแต่ละเพศด้วย

Baber และ Meredith (21) กล่าวว่าหากใช้จุด N เป็นจุดอ้างอิงในการซ้อนภาพ (superimpose) จะพบว่าจุด A มีการเคลื่อนที่ต่ำลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

Taylor (11) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุด A, N และ B ที่มีผลต่อการวัดค่ามุม ANB และแนะนำการใช้ค่าระยะทาง A - B' ซึ่งเกิดจากการลากเส้นจากจุด B ไปตั้งฉากกับระนาบ SN ที่จุด B' วัดค่าระยะทางจากจุด A มายังเส้นตรงนี้จะแสดงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้ ผลการศึกษาพบว่า

1. ค่ามุม ANB ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้เสมอไป
2. ระยะทาง A-B' เป็นวิธีหนึ่งที่มีความละเอียดแม่นยำในการบอกการเปลี่ยนแปลงของจุด A และ B ได้ชัดเจนกว่าค่ามุม (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 แสดงระนาบอ้างอิงและมุมจากการศึกษาของ Taylor

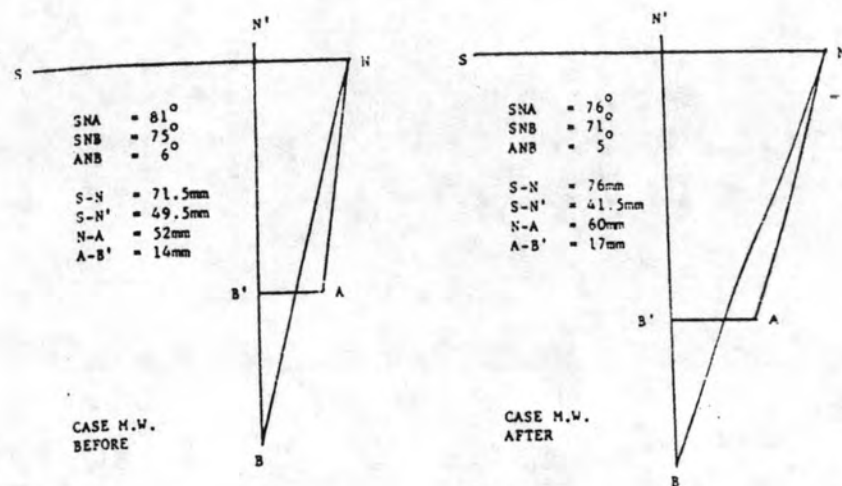
1. คือระนาบ SN 2. คือ SB' 3. คือ B' 4. คือ A-B' 5. คือ NA 6. คือ SNA
7. คือ SNB 8. คือ ANB

3. การเปลี่ยนแปลงของจุด N มีผลทำให้มุม ANB คลาดเคลื่อนในการบอกความแตกต่างระหว่างจุด A และ B เนื่องจากพบว่าในระหว่างการศึกษา 24 เดือนจุด N จะเคลื่อนห่างออกไปจาก S ประมาณ 1 มม. ต่อปี ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 225 คนซึ่งคัดเลือกมาจากผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

4. มุม ANB มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะ facial divergence กล่าวคือในรายที่มีลักษณะ forward divergence (SNA 96° และมากกว่า) จะมีค่า ANB ที่มากกว่าค่าปกติ

และในทางตรงกันข้ามผู้ที่มึลักษณะ backward divergence (SNA 77 และมากกว่า) มักจะมีค่า ANB น้อยกว่าปกติจนถึงติดลบ ขณะที่ค่า AB' มีค่าใกล้เคียงกันในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามลักษณะ

5. การหมุนของขากรรไกรล่าง (mandibular rotation) ซึ่งเกิดระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ไม่ว่าจะจากผลการรักษาหรือผลของการเจริญเติบโต มีอิทธิพลต่อการวัดความสัมพันธ์ระหว่างจุด A และ B เนื่องจากทำให้ตำแหน่งของจุด B เปลี่ยนไป (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบก่อนและหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันในภาพจำลอง สังเกตได้ว่าค่ามุม ANB มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยขณะที่ค่า AB' เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ค่าระยะ SN' ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่ามุม SNA, SNB และ ANB ลดลง การหมุนของขากรรไกรล่างมีผลทำให้ตำแหน่งของจุด B เปลี่ยนไปด้วย ดังนั้นค่ามุม ANB ที่วัดได้ไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของจุด A และ B ได้ดีเท่าค่าระยะทาง AB'

6. ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอในการวินิจฉัยความผิดปกติไม่ควรใช้การเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพียงอย่างเดียว จะต้องมีการปรับปรุงให้เข้ากับลักษณะใบหน้าของแต่ละคนด้วย

ถึงแม้ว่าได้มีผู้กล่าวถึงความไม่แม่นยำของค่ามุม ANB แต่ค่ามุมนี้ก็ยังเป็นที่ยอมรับใช้ตลอดมา Walker และ Kowalski (22) ทำการศึกษาเพื่อหาค่ามาตรฐานของมุม ANB ในเด็กผิวขาว 1,104 (ชาย 474 คน หญิง 630 คน) อายุระหว่าง 6-26 ปี ที่มีการสบฟันปกติพบว่า

ค่าเฉลี่ยของมุม ANB ในกลุ่มเพศชาย มีค่า 4.65

ค่าเฉลี่ยของมุม ANB ในกลุ่มเพศหญิง มีค่า 4.34

ค่าเฉลี่ยของมุม ANB ในตัวอย่างทั้งหมด มีค่า 4.50

ซึ่งแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยของมุม ANB \bar{x} ดังที่ Steiner เสนอไว้ (4)

นอกจากนี้ยังพบว่า ค่ามุม ANB ในเพศชายมีแนวโน้มลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น แต่ในเพศหญิงค่ามุมนี้จะใกล้เคียงกันไม่แปรเปลี่ยนตามอายุ ในระยะแรกค่ามุม ANB ในเพศชายจะมากกว่าในเพศหญิงเล็กน้อยจนกระทั่งอายุประมาณ 15 ปี จึงจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่ามุมในเพศหญิงค่อนข้างคงที่ที่ทำให้เพศชายมีค่ามุม ANB น้อยกว่าเพศหญิงเมื่อหมดการเจริญเติบโตแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากขากรรไกรล่างของเพศชายยังมีการเจริญที่สม่ำเสมอตลอดเวลาที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ขณะที่เพศหญิงหยุดการเจริญไปก่อนในช่วงอายุเดียวกัน (ตารางที่ 1)

AGE-SPECIFIC DISTRIBUTION OF THE ANB ANGLE
IN "NORMAL" FEMALES

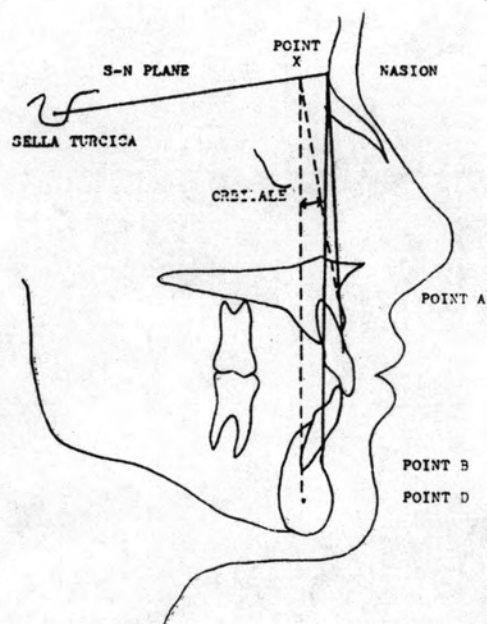
Age	N	Mean	Variance	Std. Dev.	Min.	Max.
6-10	42	4.230	5.857	2.420	0.100	10.490
10-12	105	4.606	5.096	2.257	0.330	10.640
12-14	119	4.210	4.922	2.219	0.060	9.660
14-16	92	4.242	4.695	2.167	0.660	10.880
16-18	54	4.456	3.218	1.794	0.250	8.660
18-26	10	4.763	5.908	2.431	0.640	8.530

AGE-SPECIFIC DISTRIBUTION OF THE ANB ANGLE
IN "NORMAL" MALES

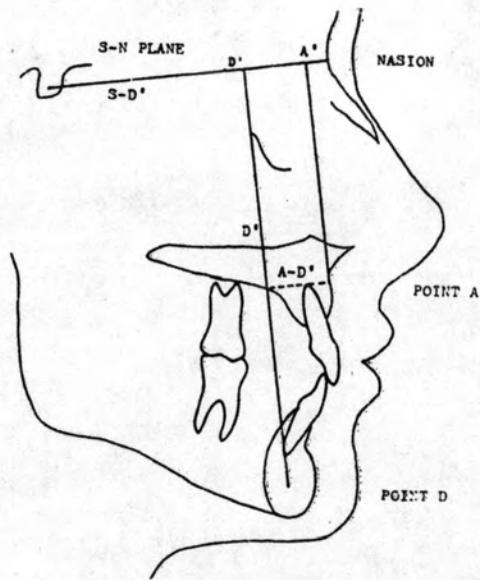
Age	N	Mean	Variance	Std. Dev.	Min.	Max.
6-10	12	5.170	4.311	2.076	1.220	9.740
10-12	91	5.087	3.612	1.901	0.310	9.340
12-14	113	4.929	3.746	1.935	0.500	9.770
14-16	78	4.221	3.514	1.875	0.070	8.180
16-18	34	3.879	2.149	1.466	4.340	5.900
18-26	22	3.440	3.669	1.915	0.140	6.670

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงค่ามุม ANB ในการศึกษาของ Walker และ Kovalski

Beatty (12) แนะนำการวัดความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนอีกวิธีหนึ่ง โดยเสนอการใช้จุดและระนาบอ้างอิงที่แม่นยำมีความคลาดเคลื่อนน้อย ได้แก่ ระนาบ SN ซึ่งสามารถกำหนดได้แม่นยำกว่าระนาบแฟรงค์พอร์ต และจุด D ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตที่แน่นอนกว่าจุด B ลากเส้นจากจุด A ไปตั้งฉากระนาบ SN ที่จุด X มุม AXD จะบอกความสัมพันธ์ระหว่างจุด A และ B ได้ โดยพิจารณาพร้อมกับค่าระยะทาง A' D' ซึ่งเกิดจากการลากเส้นจากจุด A และ D ขึ้นไปตั้งฉากที่ระนาบ SN (รูปที่ 13, 14)

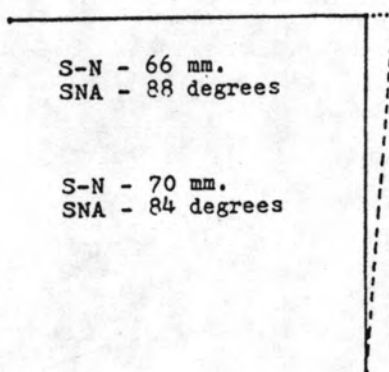


รูปที่ 13 แสดงการกำหนดมุม AXD



รูปที่ 14 แสดงการกำหนดจุด A' D' และระยะทาง A' D'

Beatty หลีกเลี่ยงการใช้มุม ANB ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนไปข้างหน้าของจุด N ระหว่างการเจริญเติบโต ทำให้ค่ามุม SNA ลดลงแม้จุด A จะอยู่ในตำแหน่งเดิม (รูปที่ 15) มุม ANB จะลดลงโดยอัตโนมัติ ไม่สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลของเครื่องมือทางทันตกรรม จัดฟันได้ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีลักษณะ Class II division 1 ซึ่งใช้เครื่องมือที่ออกแบบให้มีการหยุดยั้งการเจริญเติบโตไปทางด้านหน้าของจุด A



รูปที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระยะ SN ที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าจุด A จะอยู่ในตำแหน่งเดิม ค่ามุม SNA ที่วัดได้จะลดลง

ผลการศึกษาของ Beatty สรุปได้คือ

1. ค่าระยะทาง SN ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงของจุด N จะเพิ่มขึ้น 1.6 มม. ต่อปีในเด็กอายุ 11-13 ปี
2. ค่าระยะทาง SD' ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรล่าง จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเจริญเติบโต 2.5 มม. ต่อปี มีผลทำให้ค่ามุม ANB และ AXD ลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
3. ค่าระยะทาง SA' ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรบนมีการเปลี่ยนแปลงเพียง 0.8 มม. ระหว่างการรักษา 2 ปี ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจุด A มี

ตำแหน่งคงที่ระหว่างการรักษา แสดงว่าเครื่องมือที่ใส่เพื่อยั้งการเจริญของขากรรไกรบนนั้นมิได้ทำให้จุด A ถอยหลังไปหากแต่ยับยั้งให้อยู่กับที่ เมื่อเปรียบเทียบกับจุด N และ D ซึ่งเคลื่อนไปข้างหน้าจึงดูเหมือนจุด A ถอยหลังไปแม้จะอยู่ในตำแหน่งเดิม

4. ค่าระยะทาง A'D' แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและล่าง พบว่ามีค่าลดลง 3.6 มม. หรือ 15.8% ซึ่งมีได้คาดหวังว่าจะเกิดขึ้น Beatty วิเคราะห์ว่าอาจเกิดจากสาเหตุ 2 ประการคือ การหมุนของขากรรไกรล่าง และการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุด A แต่เมื่อพิจารณาจากค่าระยะทาง SA' พบว่ามีได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจึงกล่าวได้ว่าการที่ค่าระยะทาง A'D' ลดลงเกิดเนื่องจากการหมุนของขากรรไกรล่างทวนเข็มนาฬิกาทำให้จุด D' เคลื่อนเข้าใกล้ A' เพียงสาเหตุเดียว

5. มุม ANB มีการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาเฉลี่ย 2.8 (6.5-3.7) คิดเป็น 43.15% ซึ่งนับเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากเกินไปจนความเป็นจริง

มุม AXD มีการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาเฉลี่ย 2.3 (12.7-10.4) คิดเป็น 18.45% ค่ามุม AXD และระยะ A'D' มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

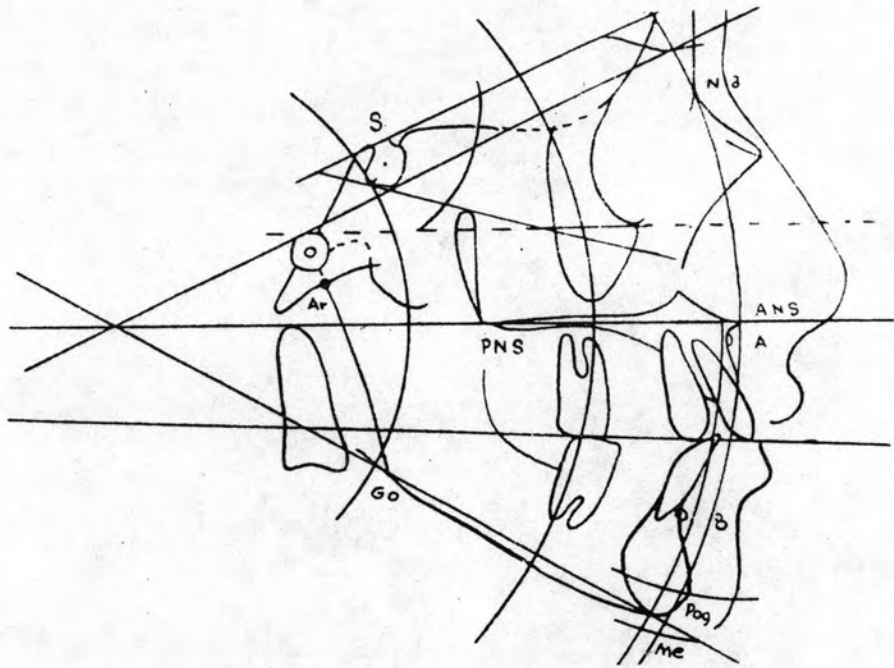
ดังนั้นค่ามุม AXD ซึ่งประกอบด้วยจุดอ้างอิงที่มีความแน่นอนกว่ามุม ANB จึงใช้ได้อย่างแม่นยำกว่า และควรจะใช้ร่วมกับค่าระยะทาง A'D' ทุกครั้ง เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะใบหน้าใบหน้าแนวตั้งของแต่ละบุคคลมีผลทำให้จุดอ้างอิงที่ใช้ผันแปรตำแหน่งไปได้ ค่ามุมที่วัดได้ย่อมคลาดเคลื่อนกว่าค่าระยะทาง

ในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาค่าเฉลี่ยของมุม ANB ในคนไทยโดย วัชนะ มธุราลัย และรักพร เหล่าสุทธีวงศ์ (23) ทำการศึกษาในหญิงไทยที่มีการสบฟันและลักษณะใบหน้าปกติ ซึ่งหมดการเจริญเติบโตแล้ว คัดเลือกลักษณะใบหน้าปกติโดยใช้ Archial analysis ของ Sassouni พบว่าในใบหน้าคนไทยที่มีลักษณะปกตินั้นมี 4 ประเภท คือ

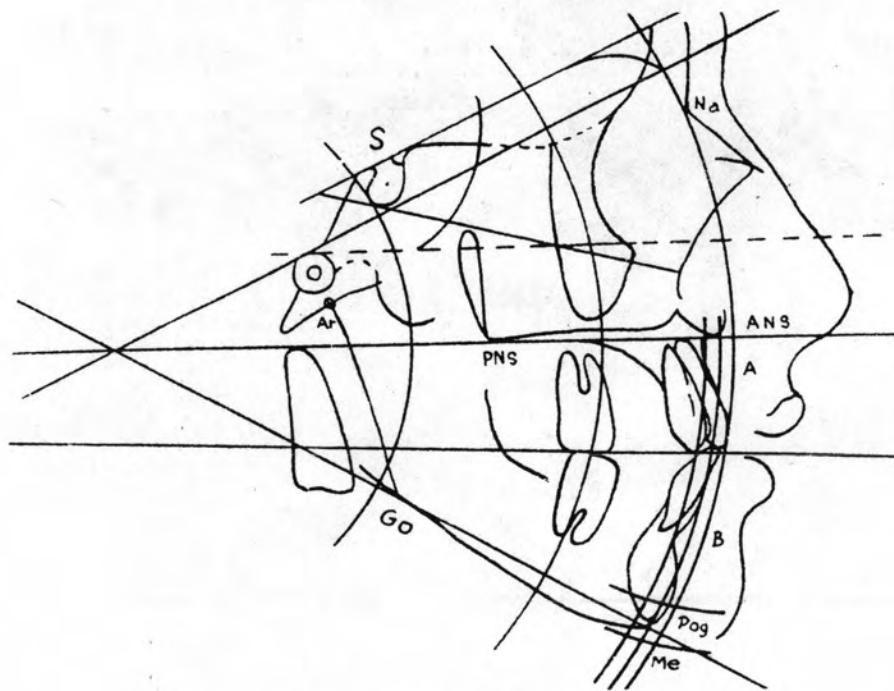
1. แบบที่หนึ่งปกติ (skeletal class I normal bite) (รูปที่ 16)
2. แบบหนึ่งปกติถอยหลัง (skeletal class I - retroarchial) (รูปที่ 17)
3. แบบที่สามปกติ (skeletal class III normal bite) (รูปที่ 18)
4. แบบที่เอนเอียงไปทางแบบสาม (skeletal class III tendency) (รูปที่ 19)

วัดค่ามุม ANB โดยตัวอย่างใดมีค่ามุม ANB ต่ำกว่า -5° จะตัดออกเนื่องจากเอนเอียงไปสู่ความผิดปกติแบบที่สาม ผลการศึกษาได้ค่าเฉลี่ยของมุม ANB 1.13° ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

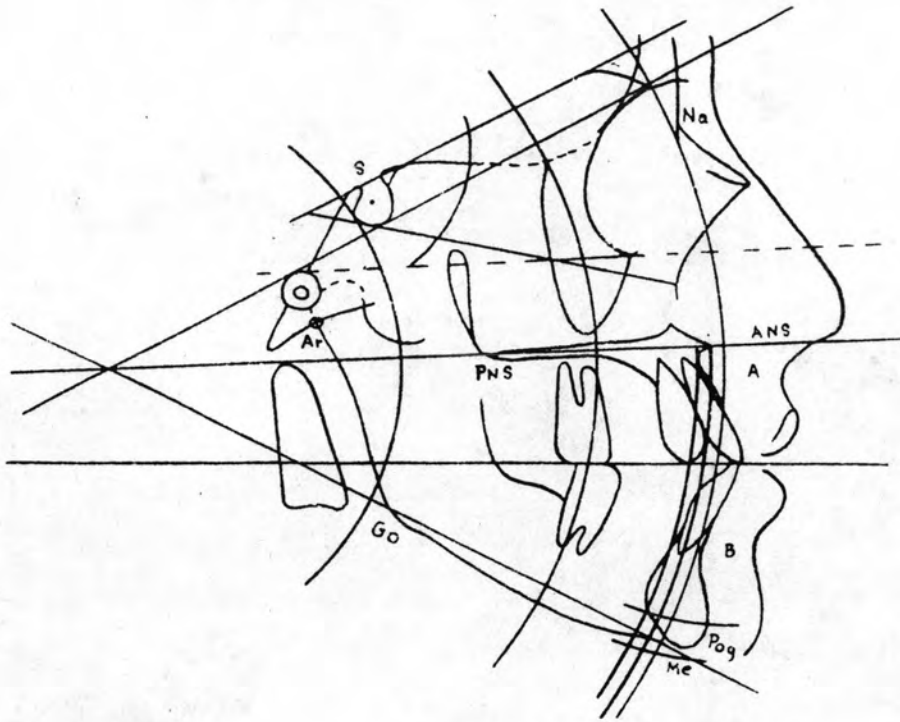
1.33 เมื่อเปรียบเทียบกับคนผิวขาวพบว่าความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนล่างต่อฐานกะโหลกในคนไทยอยู่ในแนวเกือบตรง



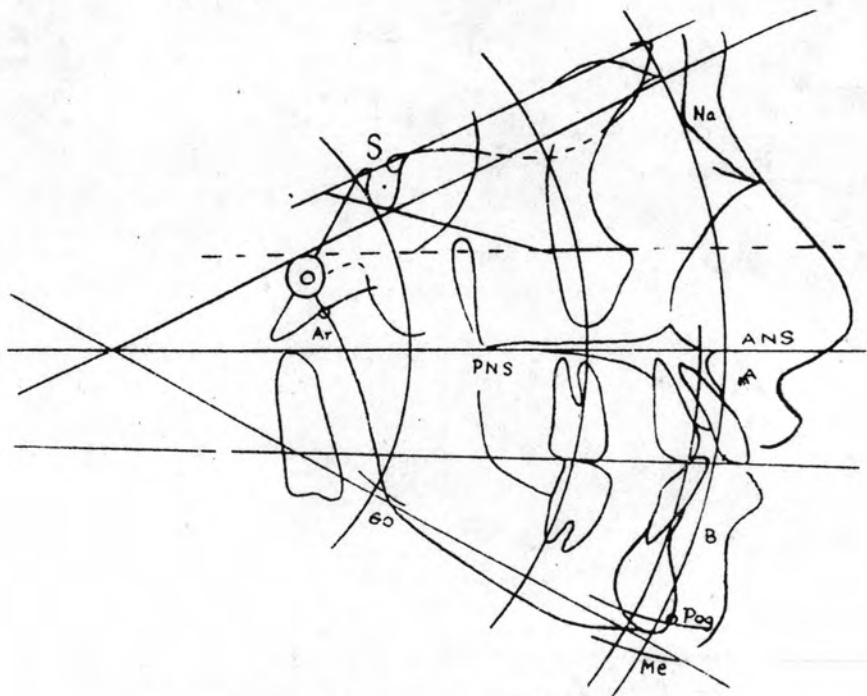
รูปที่ 16 ลักษณะใบหน้าแบบที่หนึ่งปกติ



รูปที่ 17 ลักษณะใบหน้าแบบที่หนึ่งปกติถอยหลัง



รูปที่ 18 ลักษณะใบหน้าแบบที่สามปกติ



รูปที่ 19 ลักษณะใบหน้าแบบเอนเอียงไปทางแบบสาม

ต่อมา วัณณะ มธุราลัย และรภัพร เหล่าสุทธีวงศ์ (24) ก็ได้ทำการศึกษามุม ANB อีกครั้งหนึ่ง ในหญิงไทยอายุระหว่าง 11-25 ปี ที่มีโครงสร้างใบหน้าและการสบฟันแบบที่หนึ่ง หาค่าเฉลี่ยของมุม ANB ในกลุ่มตัวอย่างซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยตามอายุคือ กลุ่ม A อายุ 11-15 ปี จำนวน 62 คน กลุ่ม B อายุ 16-20 ปี จำนวน 90 คน และกลุ่ม C อายุ 21-25 ปี จำนวน 116 คน พบว่าค่าเฉลี่ยในกลุ่ม A เป็น 3.08 (S.D. 3.15)

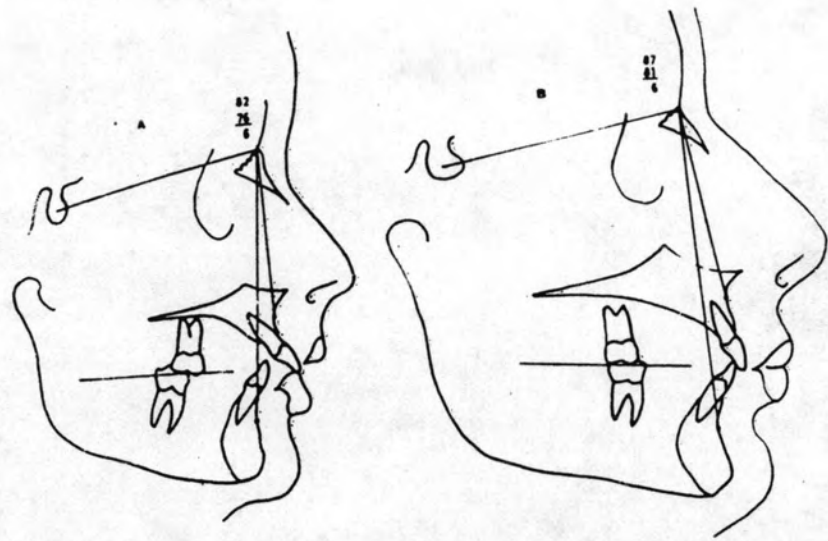
ค่าเฉลี่ยในกลุ่ม B เป็น 2.26 (S.D. 1.83)

ค่าเฉลี่ยในกลุ่ม C เป็น 1.15 (S.D. 0.41)

และค่าเฉลี่ย ANB รวมทั้ง 3 กลุ่มมีค่า 1.97 (S.D. 1.79)

สรุปว่าเมื่ออายุ 11-15 ปี ขากรรไกรบนมีการเจริญมากกว่าขากรรไกรล่าง เมื่ออายุเพิ่มขึ้นกล่าวคือในกลุ่ม 16-20 ปี พบว่าขากรรไกรบนมีการเจริญน้อยลงหรือเท่าเดิมแต่ขากรรไกรล่างมีความเจริญมากขึ้น และเมื่ออายุเพิ่มขึ้นคือในกลุ่ม 21-25 ปี การเจริญของส่วนกะโหลกศีรษะคงที่หรือมีน้อยมากหรือไม่มีเลยเมื่อเปรียบเทียบกับ การเจริญของกรรไกรล่างซึ่งมีมากกว่าและยังคงมีอยู่ มุม ANB จึงแคบลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือใบหน้าด้านข้างในกลุ่มอายุน้อยมีความอมุมมากกว่ากลุ่มอายุมาก (รูปที่ 20)

Jacobson (5) กล่าวว่าความคลาดเคลื่อนของมุม ANB เกิดขึ้นจากการที่มุมนี้ประกอบไปด้วยจุดอ้างอิงที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง คือจุด N เปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญของกะโหลกศีรษะ จุด A เปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนตำแหน่งฟันหน้าบนและจุด B เปลี่ยนแปลงตามการเจริญของขากรรไกรล่าง ถึงแม้ว่าจะเป็นมุมที่นิยมใช้มาก แต่ค่ามาตรฐานของมันไม่สามารถวินิจฉัยความผิดปกติได้เสมอไป

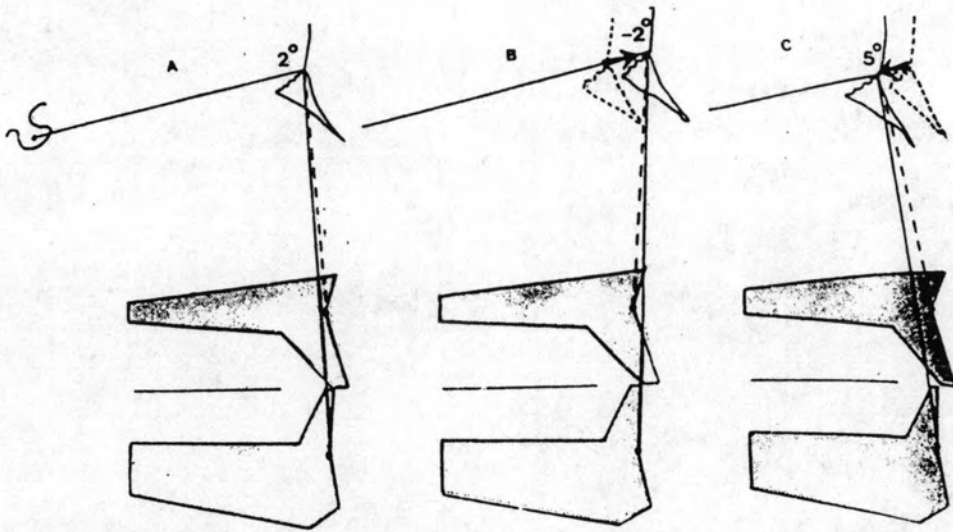


รูปที่ 20 แสดงผู้ป่วยที่ต่างก็มีค่ามุม ANB 6° แต่จะเห็นว่ามิลักษณะของใบหน้าแสดง ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างที่แตกต่างกัน

ความแปรปรวนของค่ามุม ANB นั้นเกิดเนื่องมาจากความแตกต่างในลักษณะโครงสร้าง ใบหน้าของแต่ละบุคคล ได้แก่

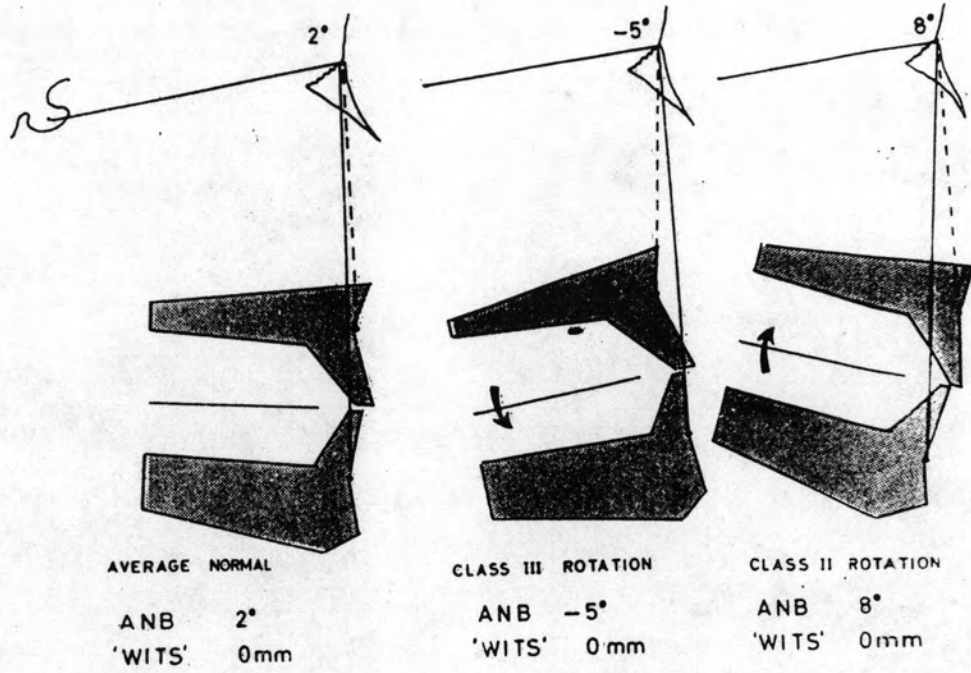
1. ตำแหน่งในแนวหน้าหลังของจุด N (antero-posterior position of Nasion)
2. ผลจากการหมุนตัวของขากรรไกร (rotational effect of jaws)

ตำแหน่งในแนวหน้าหลังของจุด N นั้น เป็นที่แน่นอนว่าหากจุด N เคลื่อนตัวมาทาง หน้าจะทำให้ค่ามุม ANB ลดลงและหากจุด N เคลื่อนตัวไปทางหลังจะทำให้ค่ามุม ANB มากขึ้น



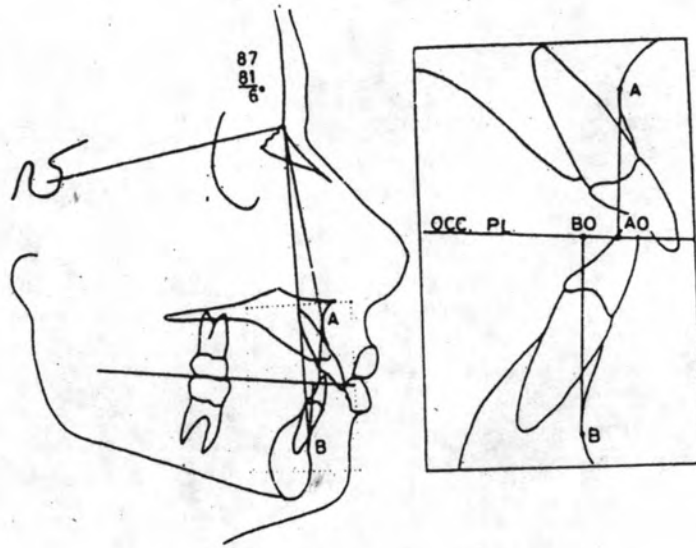
รูปที่ 21 A แสดงแผนภาพของผู้ที่มีความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างปกติ
 B แสดงว่าหากจุด N เคลื่อนไปข้างหน้าจะมีผลทำให้ค่ามุม ANB ลดลง
 C แสดงว่าหากจุด N เคลื่อนไปทางหลังจะมีผลทำให้ค่ามุม ANB มากขึ้น

ส่วนผลจากการหมุนตัวของขากรรไกรนั้น ไม่ว่าจะเป็นการหมุนตามหรือทวนเข็มนาฬิกาต่างก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ามุม ANB ได้ สิ่งที่แสดงถึงการหมุนตัวของขากรรไกรนี้คือแนวสบฟัน แม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างจะคงที่แต่เมื่อมีการหมุนตัวของขากรรไกรค่าของมุม ANB จะเปลี่ยนไป (รูปที่ 22)



รูปที่ 22 แสดงผลของการหมุนตัวของขากรรไกรแสดงโดยแนวสบนพื้น ต่อการเปลี่ยนแปลงค่ามุม ANB

จากความไม่แม่นยำของค่ามุม ANB ทำให้ Jacobson เสนอการใช้ wits appraisal เพื่อวินิจฉัยความรุนแรงของความผิดปกติในความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง โดยลากเส้นจากจุด A และ B ไปตั้งฉากกับแนวสบนพื้นที่จุด AO และ BO ระยะทาง AO-BO (Wits) บอกความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างได้ (รูปที่ 23)



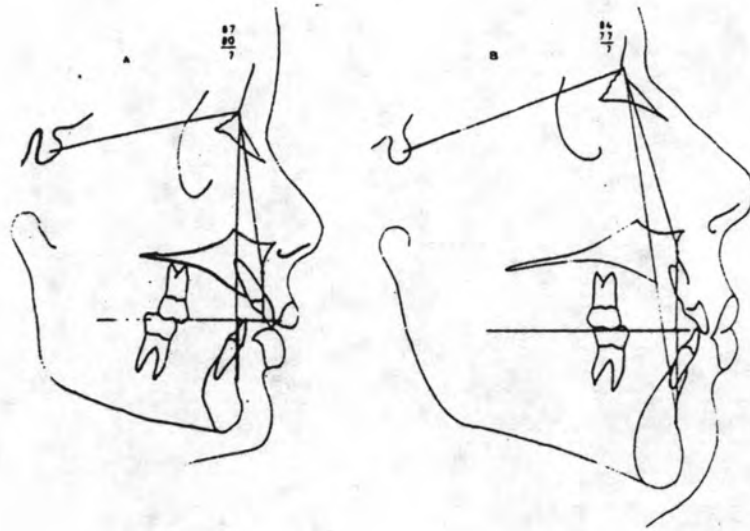
รูปที่ 23 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงใน wits appraisal

Jacobson ทำการหาค่ามาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดีเลิศ และใบหน้ามีลักษณะปกติ พบว่า

ในเพศชายมีค่าเฉลี่ยของ wits + 1 มม. (+ 1.7 ± 1.9 มม.)

ในเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยของ wits 0 มม. (- 0.1 ± 1.77 มม.)

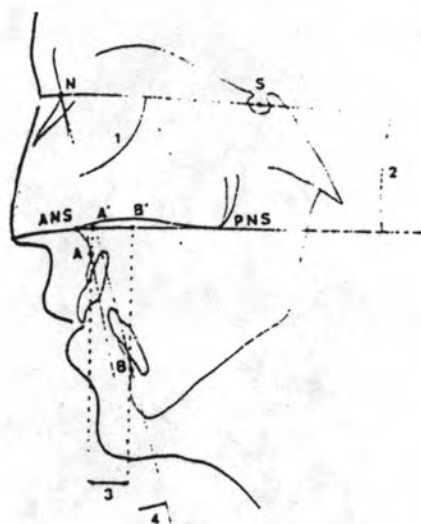
ค่าบวกหมายถึงการที่ BO อยู่หลังต่อ AO ค่าลบหมายถึงการที่ BO อยู่หน้าต่อ AO หากวัดค่า wits ได้มากกว่าค่ามาตรฐานแสดงลักษณะผิดปกติชนิด class II ในทางตรงข้ามหาก wits มีค่าลบมากกว่าค่ามาตรฐานแสดงลักษณะผิดปกติชนิด class III



รูปที่ 24 แสดงความแม่นยำของ wits ทั้งภาพ A และ B ต่างมีมุม ANB เท่ากัน คือ 7 ขณะที่ลักษณะใบหน้าและสบฟันต่างกันมาก Wits จากภาพ A 10 มม. แสดงลักษณะ class II และภาพ B 0 มม. แสดงลักษณะปกติ

Jacobson จึงสรุปผลว่า wits เป็นวิธีบอกความล้มพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนอย่างหนึ่งที่แม่นยำมากกว่าค่ามุม ANB (รูปที่ 24)

Ferrazzini (9) ทำการศึกษาความเชื่อถือได้ของมุม ANB เนื่องจากค่ามุมนี้นิยมใช้มากในประเทศสวีตเซอร์แลนด์ และใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินผู้ที่มีการสบฟันผิดปกติซึ่งจะอยู่ในข่ายของ Federal invalidity insurance โดยจะต้องมีค่ามุม ANB มากกว่า 9° หรือน้อยกว่า 2° จึงจะได้รับการช่วยเหลือ เขาศึกษาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อค่ามุม ANB และเสนอการใช้ค่าระยะทาง A'B' ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างจุดที่เกิดจากการลากเส้นจากจุด A และ B ไปตั้งฉากยังระนาบ ANS-PNS เพื่อบอกความล้มพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน (รูปที่ 25)



- รูปที่ 25 แสดงตำแหน่งของมุมและระยะทางในการศึกษาของ Ferrazzini
1. ค่อมมุม SNA
 2. ค่อมมุมระหว่างระนาบ SN กับระนาบ ANS-PNS
 3. ค่อมระยะทาง A'B'
 4. ค่อมมุม ANB

จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน พบว่า

ค่อมมุม SNA หรือความยื่นของขากรรไกรบน (maxillary prognathism) มีค่าระหว่าง 66 ถึง 95 ค่าเฉลี่ย 82

ค่อมมุมระหว่างระนาบ SN และระนาบ ANS-PNS หรือความลาดเอียงของขากรรไกรบน (maxillary inclination) มีค่าระหว่าง -7 ถึง 17 ค่าเฉลี่ย 9

ค่อมมุม ANB อยู่ระหว่าง -6 ถึง 11 ค่าเฉลี่ย 5

ค่าระยะทาง NA อยู่ระหว่าง 46 มม. ถึง 59 มม. ค่าเฉลี่ย 53 มม.

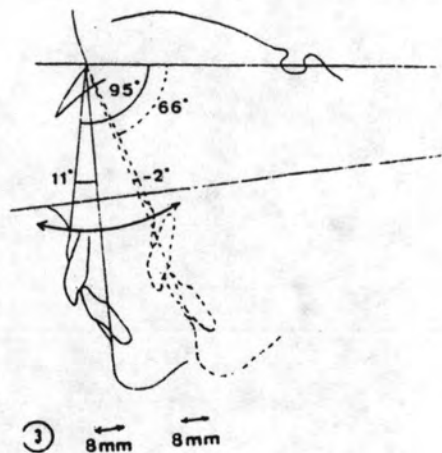
ค่าระยะทาง NB อยู่ระหว่าง 75 มม. ถึง 160 มม. ค่าเฉลี่ย 88 มม.

ส่วนค่าระยะทาง A'B' นั้น Ferrazzini มีได้กล่าวว่าอยู่ในช่วงใดแต่มีค่าเฉลี่ย 8 มม. และค่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ไม่ควรเน้นความสำคัญของมุม ANB นี้ เนื่องจากมันไม่ได้ขึ้นกับตำแหน่งของขากรรไกรบนและล่างเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับความยื่นของขากรรไกรบน ความลาดเอียงของขากรรไกรบน และสัดส่วนของใบหน้าด้วย หากจะใช้ค่า

พิจารณาร่วมกับค่าอื่นเช่นระยะ A'B' หรือทุกครั้งที่ใช้ต้องคำนึงถึงความแปรปรวนของมันด้วย

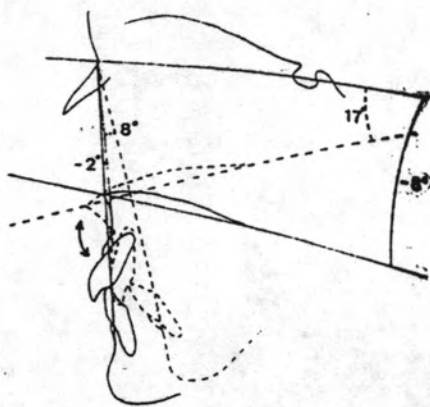
จากนั้น Ferrazzini ได้เสนอวิธีการเรขาคณิตร่วมกับตรีโกณมิติ หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรทั้งหลายในการศึกษาที่พอจะสรุปได้คือ

1. เมื่อตัวแปรทุกตัวคงที่ ยกเว้นความยื่นของขากรรไกรบน (มุม SNA) ให้มีการแปรผันจาก 95° ถึง 66° โดยเคลื่อนตำแหน่งของขากรรไกรบนและล่างถอยหลังไปพร้อมกันบนเส้นโค้งซึ่งมีจุดศูนย์กลางที่ N. รัศมี NA พบว่ามุม ANB จะแปรผันจาก 11° เป็น -2° ขณะที่ระยะ A'B' ไม่เปลี่ยนแปลง (รูปที่ 26)



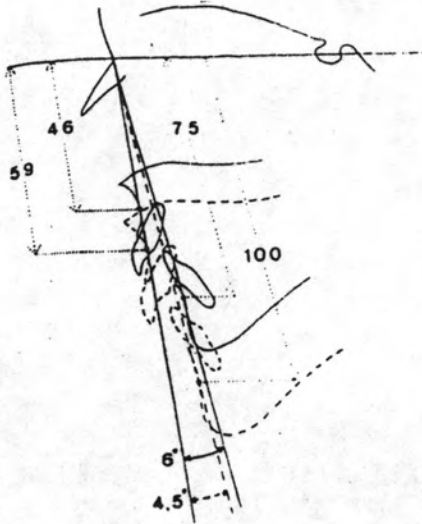
รูปที่ 26 แสดงการเปลี่ยนค่ามุม ANB ไปตามลักษณะความยื่นของขากรรไกรบน

2. เมื่อตัวแปรทุกตัวคงที่ ยกเว้นความลาดเอียงของขากรรไกรบน (มุมระหว่างระนาบ SN และระนาบ ANS-PNS) ให้มีการแปรผันจาก 17° ถึง -8° โดยมีจุดหมุนที่จุด A พบว่าค่ามุม ANB จะแปรผันจาก 8° เป็น -2° (รูปที่ 27)



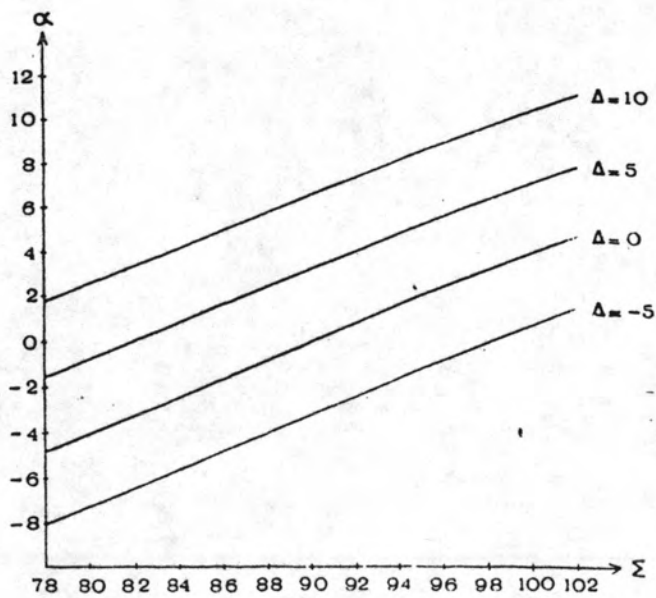
รูปที่ 27 แสดงการเปลี่ยนค่ามุม ANB ไปตามความลาดเอียงของชากรรไกรบน

3. เมื่อตัวแปรทุกตัวคงที่ ยกเว้นระยะ NA และ NB ให้มีการแปรผันจาก 46 และ 75 มม. ไปเป็น 59 และ 100 มม. และลำดับ ให้ชากรรไกรบนเคลื่อนลงมาตามระนาบ NA ส่วนชากรรไกรล่างเคลื่อนตามลงมาในระยะ A'B' เท่ากัน 8 มม. โดยตลอด พบว่าค่ามุม ANB จะแปรผันจาก 6 เป็น 4.5 (รูปที่ 28)

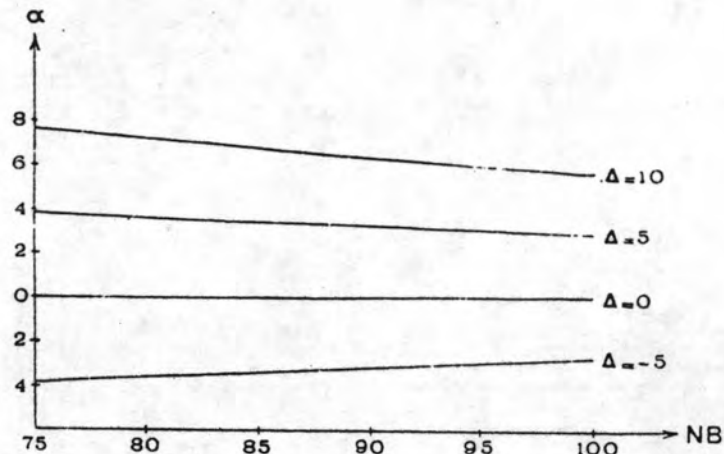


รูปที่ 28 แสดงการเปลี่ยนค่ามุม ANB ไปตามตำแหน่งของซากกรรไกรบนและล่าง

จากนั้น Ferrazzini ได้สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลายไว้ด้วย (รูปที่ 29 และ 30)

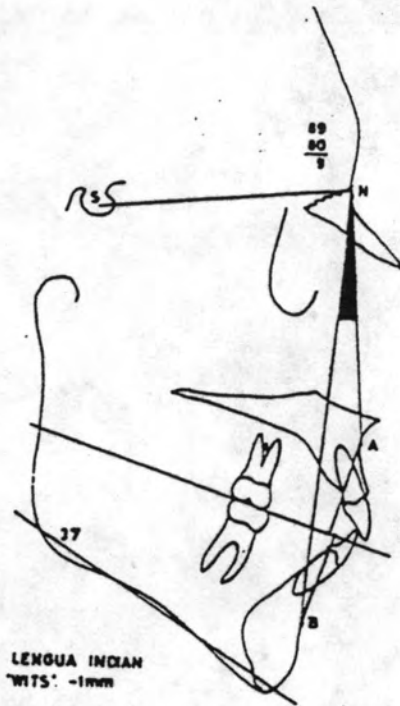


รูปที่ 29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หมายถึงมุม ANB หมายถึงมุม SNA หมายถึงระยะ AB'



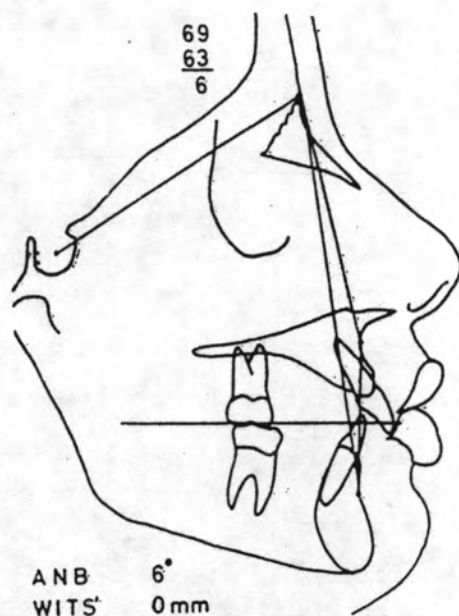
รูปที่ 30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หมายถึงมุม ANB ระยะ NB และ หมายถึง AB'

หลังจากที่ได้เสนอการใช้ Wits appraisal เมื่อปี 1975 Jacobson(5) ได้กล่าวถึงความแม่นยำของค่า wits เมื่อเปรียบเทียบกับมุม ANB (14) โดยกล่าวว่ามุม ANB ที่กว้างมักพบในผู้ที่มีการสบฟันดี เป็นผลมาจากการที่ขากรรไกรบนอยู่ค่อนข้างหน้ากว่าจุด N หรือมีการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาของจุด ANS เมื่อเทียบกับฐานกะโหลก ตัวอย่างเช่นชาว Lengua ใน India ที่มีใบหน้าปกติ การสบฟันดีเลิศ พบว่ามีค่ามุม ANB กว้างถึง 9° ทั้งนี้เนื่องจากมีฐานกะโหลกด้านหน้าที่สั้น (short anterior cranial base) ค่าระยะทาง SN จึงน้อย และยังมีอาการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาของขากรรไกรด้วยตังจะเห็นได้จากค่ามุมระหว่างฐานกะโหลกกับระนาบเพดาน ระนาบสบฟัน และระนาบขากรรไกรล่าง มีความกว้างด้วย แต่เมื่อวัดค่า Wits พบว่ามีค่าเฉลี่ย -1 มม. แสดงถึงขากรรไกรล่างที่ค่อนข้างยื่นแต่จัดว่าอยู่ในระหว่างค่าปกติ ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากการสึกของฟันในการบดเคี้ยวอาหารหยาบ (รูปที่ 31)



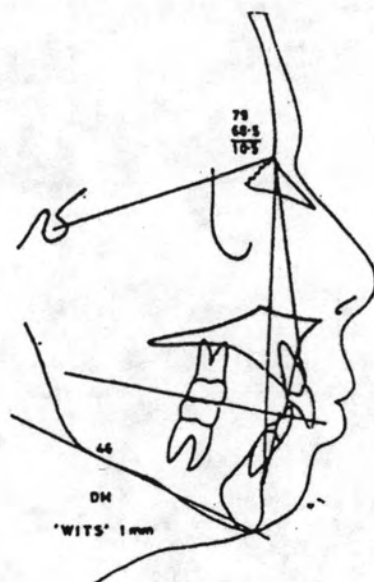
รูปที่ 31 แสดงตัวอย่างชาว Lengua ใน India ที่มีค่ามุม ANB 9° แต่มีค่า wits 1 มม.

นอกจากนี้ Jacobson ยังกล่าวว่า มุม SNA ซึ่งบอกตำแหน่งขากรรไกรบนโดยการอ้างอิงจุด N จะเชื่อถือได้เฉพาะเมื่อใบหน้ามีมุมของระนาบขากรรไกรล่างต่อฐานกะโหลกปกติคือ 32° หากมากหรือน้อยกว่านี้เกิน 1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (+ 5) จะไม่แม่นยำ กล่าวคือถ้าขากรรไกรล่างมีความชันมาก ใบหน้ามีลักษณะ divergent ฐานกะโหลกส่วนหน้าจะเอียงขึ้น ทำให้ค่ามุม SNA น้อยลงในทางตรงกันข้าม ถ้าขากรรไกรล่างมีความชันน้อย ใบหน้ามีลักษณะ convergent ค่ามุม SNA จะมากขึ้น (รูปที่ 32)



รูปที่ 32 แสดงการที่ฐานกะโหลกส่วนหน้าเอียงขึ้นมีผลทำให้มุม SNA มีค่าน้อยกว่าปกติ ในคนไข้ที่มีความชันของขากรรไกรล่างมาก

เมื่อมุมระนาบขากรรไกรล่าง (mandibular plane angle) มีค่ามากเกินไป 37 แสดงว่าขากรรไกรล่างมีการหมุนตามเข็มนาฬิกา จะทำให้วัดมุม ANB ได้มากกว่าที่ควรเป็น และในทางตรงข้ามเมื่อมุมระนาบขากรรไกรล่างมีค่าน้อยกว่า 27 แสดงว่าขากรรไกรล่างมีการหมุนทวนเข็มนาฬิกา จะทำให้วัดมุม ANB ได้น้อยกว่าที่ควรเป็น Jacobson จึงสนับสนุนการใช้ค่า Wits ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน เนื่องจากค่าดังกล่าวมีความคงที่ไม่ว่าลักษณะใบหน้าจะเป็นชนิดใด (รูปที่ 33)



Parameter	Ref. Norm	Measurement
Mandibular plane	32° (± 5)	46°
SNA	82° (± 3.5)	79°
ANB	2° (± 2)	10.5°
"Wits"		
Male	-1 mm. (± 2)	1 mm.
Female	0 mm. (± 2)	

รูปที่ 33 แสดงตัวอย่างผู้ที่มีมุมระนาบขากรรไกรล่างมากเกินไป 37 ทำให้มุม SNA ที่วัด
 เชื่อกันไม่ได้ ค่ามุม ANB มากเกินความจริง แต่ค่า wits แสดงให้เห็นว่าใบหน้า
 นี้มีลักษณะปกติ

Johnson (25) เสนอการใช้เส้นอ้างอิงทางคณิตศาสตร์ (mathematical line) แทนการใช้ระนาบอ้างอิง ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง โดยกำหนดจุดอ้างอิงจากจุดศูนย์กลางของบริเวณกระดูกชั้นต่าง ๆ แทนการใช้จุดอ้างอิงที่ใช้กันอยู่ ภาพถ่ายรังสีที่ใช้ในการวิเคราะห์ชนิดนี้จะต้องครอบคลุมขอบเขตทั้งหมดของกะโหลกศีรษะและใบหน้า ทำการลอกรายละเอียดของกระดูกชั้นต่าง ๆ จากนั้นแบ่งส่วนกะโหลกศีรษะด้วยฐานกะโหลกเป็นส่วนของสมอง และส่วนของใบหน้า

ส่วนของใบหน้าแบ่งเป็นส่วนบนและส่วนล่างด้วยพื้นจมูก (floor of nose) coronoid process sigmoid notch และ condyle

หาจุดศูนย์กลางของส่วนสมอง และส่วนของใบหน้า จุดศูนย์กลางของกะโหลกศีรษะทั้งหมด จุดศูนย์กลางทั้งสามจะต้องอยู่บนเส้นตรงเดียวกันตามหลักของโมเมนต์ และเส้นตรงนี้เรียกว่าเส้นอ้างอิง (reference line)

เส้นที่ลากต่อจากจุดศูนย์กลางของใบหน้าทั้งหมด ใบหน้าส่วนบนและส่วนล่างจะต้องอยู่ในเส้นตรงแนวตั้งเดียวกัน เรียกว่า profile line (รูปที่ 34)

วัดค่ามุม SNA SNB ANB

reference line-profile line

reference line-dental base

reference line-ความเอนของฟันหน้าบน

reference line-ความเอนของฟันหน้าล่าง

reference line-ฐานกะโหลก

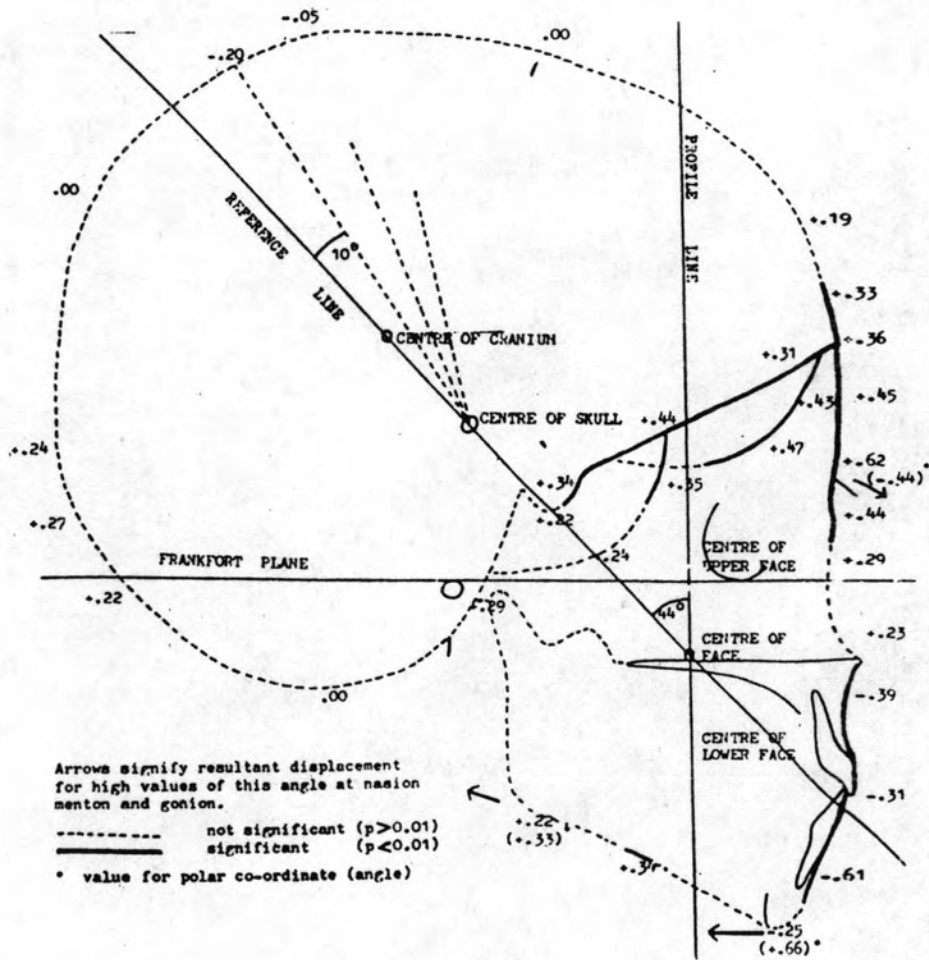
ลากเส้นต่อระหว่างจุด A และ B เรียกว่า dental base line (รูปที่ 35)

วัดค่ามุม reference line-dental base line

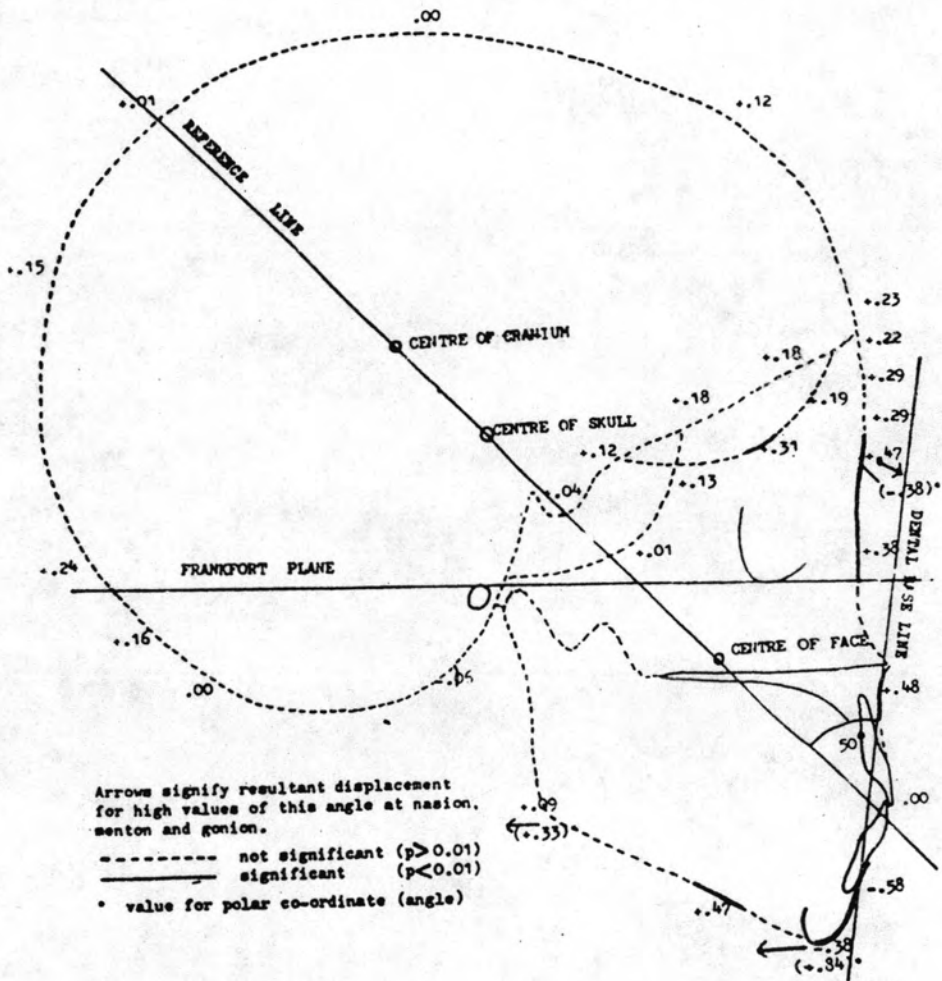
reference line-ขากรรไกรบน

reference line-ขากรรไกรล่าง

จากนั้นวัดพื้นที่ของส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าด้วย planimeter



รูปที่ 34 การกำหนดจุดอ้างอิง reference line และ profile line ด้วยวิธีของ Johnson ภาพถ่ายรังสีตัดขวางครอบคลุมกะโหลกศีรษะทั้งหมด



รูปที่ 35 การกำหนด dental base line

Johnson ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างมุม SNA และ ANB ต่อค่าอื่น ๆ พบว่า มุม ANB ที่มีค่าน้อยหรือติดลบมีความสัมพันธ์กับความยื่นของขากรรไกรล่าง และการเอียงขึ้นของฐานกระดูกส่วนกลางและส่วนหลัง และการที่ occipital condyle มีตำแหน่งค่อนไปทางหลัง

มุม SNA มีความสัมพันธ์กับ dental base line อย่างสูง แสดงถึงว่าหากมุม SNA มีค่าน้อยจะพบการหมุนตัวทวนเข็มนาฬิกาของขากรรไกรบนและล่าง ตำแหน่งของจุด Me และ Go ยื่นมาทางด้านหน้า และมีการ retrocline ของฟันหน้าล่าง

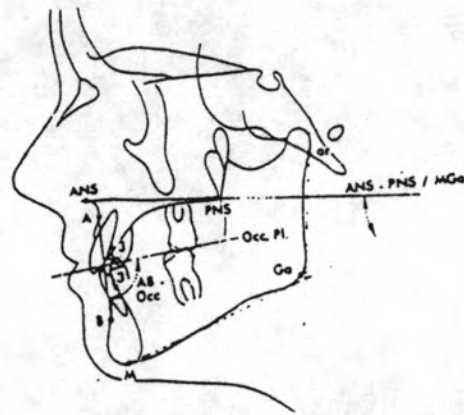
ค่ามุม reference - dental base มีความสัมพันธ์กับระยะจากจุดศูนย์กลางกะโหลกไปยังขอบด้านหน้าของขากรรไกรล่างมากกว่าสัมพันธ์กับ ANB

ค่าเฉลี่ยของมุม reference - dental base เป็น 50° หากวัดค่ามุมนี้ได้ 53° หรือมากกว่าแสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ชนิด class II ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง หากวัดได้ 48° หรือต่ำกว่าแสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ชนิด class III นอกจากนี้มุมนี้ยังมีความสัมพันธ์กับความยื่นของขากรรไกรบนที่จุด A และที่ขอบด้านหน้าของกระดูก pyriform aperture และ nasion และในฐานกะโหลกใกล้กับ crista galli ด้วย

ค่ามุม reference - profile ใช้ในการวินิจฉัยลักษณะใบหน้าได้ดี มีค่าเฉลี่ย 44° ค่าที่มากแสดงถึงลักษณะ bimaxillary retrognathism และค่าที่น้อยแสดงถึงลักษณะ bimaxillary prognathism

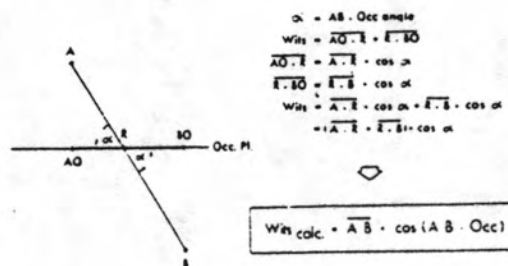
Johnson กล่าวสรุปว่าค่ามุม reference - dental base และ reference - profile มีประโยชน์ในการวินิจฉัยลักษณะใบหน้าของผู้ป่วยอย่างมาก หากจะนำมาใช้สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือภาพถ่ายรังสีจะต้องครอบคลุมขอบเขตของกะโหลกศีรษะทั้งหมดจึงจะสามารถแบ่งกะโหลกศีรษะออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้

Roth (26) ทำการศึกษาต่อเนื่อง (longitudinal study) โดยการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างในกลุ่มตัวอย่างอายุเฉลี่ย 10.08 ปี และเมื่อมีอายุเฉลี่ย 13.73 ปี กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะการสบฟันผิดปกติชนิด Class I และ Class II ที่ยังไม่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ทำการศึกษาสิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่า wits และความคลาดเคลื่อนของมัน (รูปที่ 36)



รูปที่ 36 แสดงจุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาของ Roth

Roth ทำการวัดและหาค่าเฉลี่ยของค่ามุมและระยะทางต่าง ๆ และยังได้คำนวณค่า wits ที่ควรเป็น โดยใช้วิธีทางตรีโกณมิติ (รูปที่ 37)

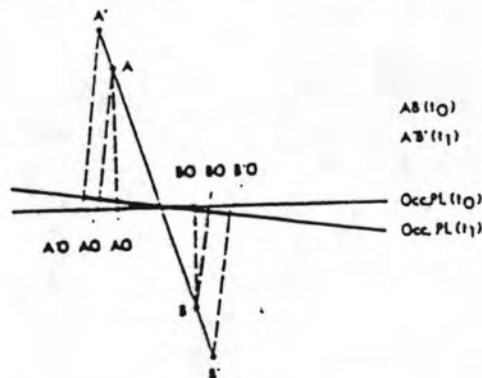


รูปที่ 37 แสดงการคำนวณหา wits ที่ควรเป็นโดยสมการทางตรีโกณมิติ
 AB หมายถึงระยะทางจากจุด A ถึง B
 คือมุมระหว่างระนาบ AB และระนาบสบฟัน (AB - Occ.)

ผลของการศึกษาสรุปได้ว่าระหว่างการเจริญเติบโต 3.62 ปี ระยะทางจากจุด A ถึง B มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ 0.59 มม. ต่อปี และในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเพศหญิง มุมระหว่างระนาบ AB กับระนาบสับสนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 0.29 องศา ต่อปี ในเพศหญิง มุมระหว่างระนาบเพดานและระนาบขากรรไกรล่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 0.53 องศา ต่อปี และยังมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญสูง (highly significant correlation) กับ ระยะทาง AB หรืออาจกล่าวได้ว่าหากมุมระหว่างระนาบเพดานและระนาบขากรรไกรล่างมีขนาด กว้างขึ้น ระยะทาง AB จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ระยะทาง AB ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับมุมระหว่างระนาบ AB กับระนาบสับสน และมุมระหว่างระนาบสับสนกับระนาบเพดาน

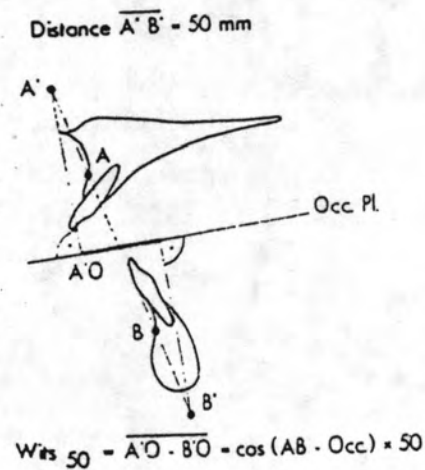
Roth พบว่าค่าเฉลี่ยของ wits เป็น 0.27 มม. ซึ่งใกล้เคียงกับ Jacobson (5) และพบค่าที่มากกว่าในเพศชายแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากสมการคำนวณ wits อาจกล่าวได้ว่าหากค่าระยะทาง AB หรือมุมระหว่างระนาบ AB กับระนาบสับสนมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจากสาเหตุใด มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า wits เสมอ และจากการวัดค่าพบว่าค่า wits มีการเปลี่ยนแปลงประมาณ 0.20 มม. ต่อปี ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 38 แสดงผลของค่าระยะทาง AB และมุมระหว่างระนาบ AB กับระนาบสับสนที่มีต่อการวัดค่า wits เมื่อระนาบสับสนเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_1 จะเห็นว่าระยะ AB เพิ่มขึ้น และค่า wits ที่วัดได้ก็จะเพิ่มขึ้น

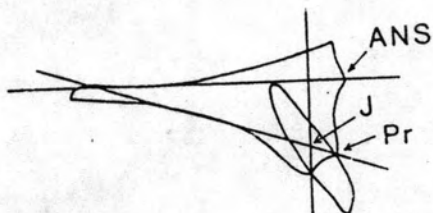
Roth ได้แนะนำให้หลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนของการวัดค่า wits ที่เกิดจากลักษณะความชันของระนาบสลับหน้าโดยให้ลากเส้นต่อจาก AB ไป ทั้งสองข้างเท่า ๆ กันจนได้ระยะทาง AB เป็น 50 มม. ดังนั้นไม่ว่าผู้ป่วยจะมีลักษณะใบหน้าในแนวตั้งอย่างไรก็จะไม่มีผลต่อค่าระยะทาง AB เรียกว่าค่า Wits 50 (รูปที่ 39)



รูปที่ 39 แสดงค่า Wits 50

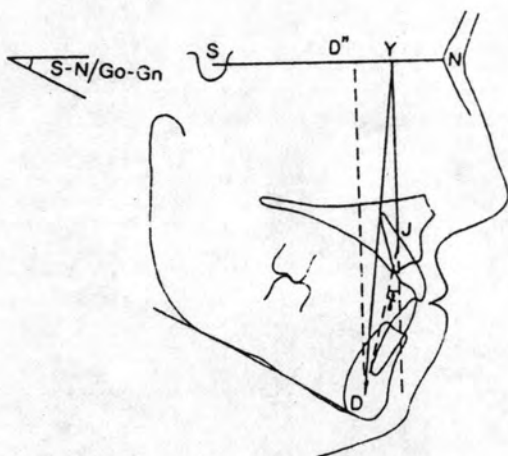
หลังจากที่ Beatty (12) เสนอการใช้มุม AXD และ ระยะทาง $\overline{A'D'}$ เพื่อวัดความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน Jarvinen (27) มีความเห็นพ้องว่าการใช้จุด D เป็นตัวแทนของขากรรไกรล่างนั้นมีความเหมาะสม แต่สำหรับการใช้จุด A เป็นตัวแทนของขากรรไกรบนอาจมีปัญหา เนื่องจากภาพถ่ายรังสีที่ใช้จากตะกั่วกันบริเวณด้านหน้าเพื่อให้ได้ภาพเงาเนื้อเยื่ออ่อนชัด จะลดความคมชัดในบริเวณขอบด้านหน้าของกระดูกขากรรไกรบนตั้ง

แต่จุด ANS ลงมา ทำให้กำหนดจุด A ได้ไม่แม่นยำ เขาจึงเสนอการใช้จุด J เป็นตัวแทนกระดุก
 ขากรรไกรบน อยู่ในบริเวณส่วนหน้าของขากรรไกรบน (รูปที่ 40) และจุด Y เป็นจุดที่เกิดจาก
 การลากเส้นจากจุด J ไปตั้งฉากกับระนาบ SN มุม JYD จะบอกความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลัง
 ของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้ (รูปที่ 41)



รูปที่ 40 การกำหนดจุด J

ทำได้โดยลากเส้นสัมผัสนั้นจนวกผ่านจุด ANS และลากเส้นสัมผัสความโค้งของเพดานผ่านจุด
 Pr จุด J เป็นจุดที่เส้นตรงทั้งสองตัดกัน



รูปที่ 41 แสดงการกำหนดมุม JYD

Jarvinen พบว่า มุม JYD ก็มีการเพิ่มขึ้นตามมุมของระนาบขากรรไกรล่าง และมีความสัมพันธ์กันในรูปสมการดังนี้

$$Y = K \left[1 - B \left(\frac{X-A}{K} \right) \right]$$

เมื่อ Y หมายถึงมุม JYD

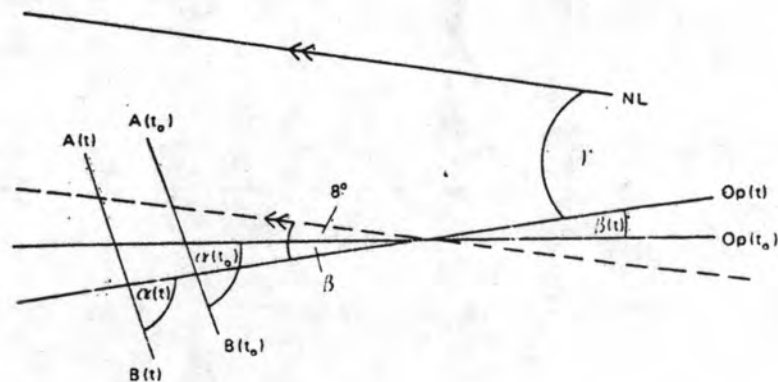
X หมายถึงมุมระหว่างระนาบ SN ต่orangeาขากรรไกรล่าง

A, B, K เป็นค่าคงที่ A = 16.5 B = 0.564 K = 9

ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นมุม JYD, AXD ระยะทาง A'D' ก็จะอยู่ที่อิทธิพลการหมุนตัวของขากรรไกร เช่นเดียวกับมุม ANB เพียงแต่ตัดปัญหาตัวแปรที่เกี่ยวกับตำแหน่งของจุด N คือ facial prognathism ออกไปเท่านั้น Jarvinen จึงกล่าวสรุปว่าค่ามุมหรือระยะทางที่ใช้บอกความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะใบหน้าของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง เช่น การหมุนตัวของขากรรไกรไม่ว่าบนหรือล่าง ความยาวของใบหน้าส่วนหน้า (anterior face height) ไม่สามารถหาค่าปกติที่คงที่และแม่นยำได้

สมรตรี วิถีพร (28) ทำการจำแนกลักษณะใบหน้าออกตามมุมที่ระนาบขากรรไกรทำต่อระนาบกะโหลกศีรษะ ในกลุ่มตัวอย่างชายไทยอายุ 21-25 ปี เป็น 3 แบบ คือ โครงสร้างใบหน้าที่มีการเจริญเติบโตแนวตั้งปกติ โครงสร้างใบหน้าที่มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตในแนวตั้งมากกว่าปกติ และโครงสร้างใบหน้าที่มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตในแนวตั้งน้อยกว่าปกติ แล้วได้ทำการหาค่ามุมและระยะทางจากส่วนต่าง ๆ ของใบหน้า เปรียบเทียบกันในกลุ่มตัวอย่างทั้งสาม พบว่า มุม ANB มีค่ามากในกลุ่มผู้มีระนาบขากรรไกรล่างชันมาก ค่าเฉลี่ยคือ 4.54 ส่วนในกลุ่มปกติจะมีค่าเฉลี่ย 2.98 และในกลุ่มผู้มีระนาบขากรรไกรล่างชันน้อยจะมีค่ามุม ANB น้อยคือเฉลี่ย 2.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยกเว้นในกลุ่มปกติและกลุ่มผู้มีระนาบขากรรไกรล่างชันน้อย

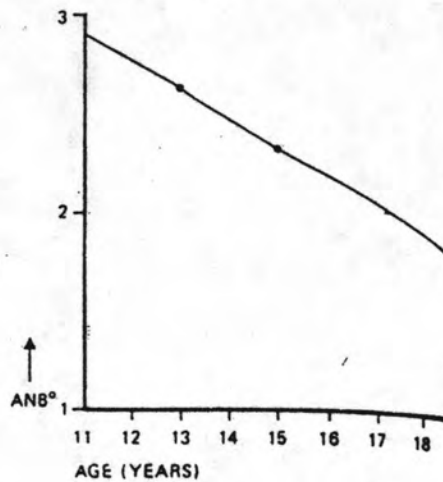
Williams และคณะ (29) เสนอวิธีเพิ่มความแม่นยำให้กับค่า wits โดยคำนวณทางเรขาคณิตให้ค่า wits แปรอยู่บนแนวสลับฟันมาตรฐาน (standardized occlusal plane) ซึ่งกำหนดขึ้นให้เป็นระนาบที่ทำมุม 8° กับระนาบเพดานของผู้ป่วย จากนั้นทำการศึกษาระยะยาวในกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใบหน้าและการสลับฟันปกติอายุ 11, 13, 15 และ 19 ปี (รูปที่ 42)



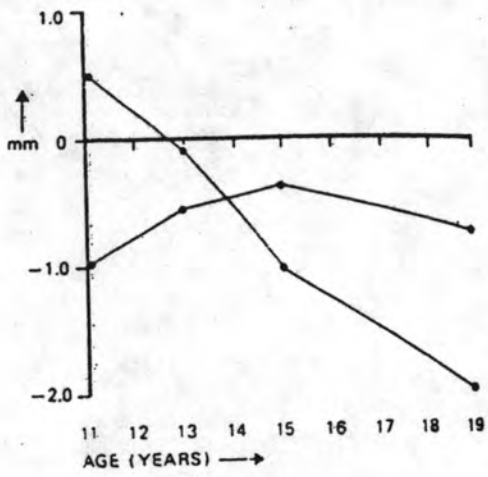
รูปที่ 42 แสดงการกำหนดแนวสลับฟันมาตรฐาน
 $Op(t)$ คือแนวสลับฟันปกติของผู้ป่วย
 $Op(t_0)$ คือแนวสลับฟันมาตรฐานทำมุม 8° กับระนาบเพดาน (NL)

จากนั้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามอายุของความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนทั้งมุม ANB ค่า wits และค่า wits บนแนวสฟีนมาตรฐาน พบว่า ค่ามุม ANB ลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามอายุที่เพิ่มขึ้น wits มีค่าคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 43) ส่วน wits บนแนวสฟีนมาตรฐานจะมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามอายุที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 44)

ส่วนค่าอื่น ๆ เช่น มุม SNA, SNB มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุ แสดงถึงว่า เมื่ออายุเพิ่มขึ้นทั้งขากรรไกรล่างและขากรรไกรบนจะยื่นออกมาข้างหน้าด้วยกัน



รูปที่ 43 แสดงการลดลงของมุม ANB ตามอายุที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 44 แสดงค่า wits ที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุและค่า wits ในแนวสลับฟันมาตรฐานซึ่งลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

Chang (30) กล่าวสนับสนุนการใช้ค่าระยะทาง AF-BF ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน โดยกล่าวว่ามันเป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างอย่างแท้จริง โดยกำจัดตัวแปรอื่น ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลักษณะใบหน้า เขาพบว่าค่ามาตรฐานในชาวจีนได้วันที่หมดการเจริญเติบโตแล้วมีค่า 3.43 ± 2.93 มม. สำหรับเพศชาย และ 3.87 ± 2.63 มม. สำหรับเพศหญิง จุด AF และ BF เป็นจุดที่เกิดจากการลากเส้นจากจุด A และ B ไปตั้งฉากกับระนาบแฟรงค์ฟอร์ดตามที่ Stoner ได้เคยเสนอไว้ใช้ชื่อว่าจุด AFH และ BFH (6)

Chang กล่าวว่าค่า wits มีการแปรผันได้ตามการเปลี่ยนแปลงของระนาบสลับฟัน เช่น การเคลื่อนของฟันหน้าหรือฟันกรามในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ดังนั้นจึงสมควรที่จะเป็นตัวแทนของความสัมพันธ์ระหว่างฟันบนและล่างเท่านั้นมิใช่ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง ส่วนมุม ANB และ มุม AFB (10) มีการแปรผันตามลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง เช่นเดียวกันจึงไม่มีความแม่นยำพอเพียง

ลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง

ลักษณะใบหน้าในแนวตั้งบ่งบอกถึงความยาวหรือความสูงของใบหน้า มีความสำคัญอย่างมากในการวางแผนการรักษาและเลือกใช้เครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟัน และเชื่อว่ายังมีอิทธิพลต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนด้วย

Schudy (31) กล่าวว่าความแตกต่างระหว่างลักษณะใบหน้าที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน คือความแตกต่างในแนวตั้ง ซึ่งอาจจะจำแนกได้โดยอาศัยขนาดของมุมระหว่างระนาบขากรรไกรล่างต่อฐานกะโหลก และระหว่างระนาบสบฟันกับระนาบขากรรไกรล่าง เขาจึงได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติและใบหน้าได้สัดส่วนสมดุลจำนวน 120 คน อายุ 11-14 ปี ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. กลุ่มที่มีขนาดของมุมทั้งสองปกติ (average group) 60 คน
2. กลุ่มที่มีขนาดของมุมทั้งสองมากกว่าปกติ (retrognathic group) 30 คน
3. กลุ่มที่มีขนาดมุมทั้งสองน้อยกว่าปกติ (prognathic group) 30 คน

จากนั้นศึกษาการเจริญของใบหน้าอย่างต่อเนื่อง พบว่า

1. สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของใบหน้า (facial depth : facial height) มีความแตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามคือ

average group = 76 %

retrognathic group = 70%

prognathic group = 80%

2. ความแตกต่างระหว่างความสูงของใบหน้า เกิดในส่วนของใบหน้าส่วนล่าง (lower face)

3. มุมที่เกิดจากระนาบขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลก และระนาบสบฟันมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนใบหน้าในแนวตั้ง ได้แก่

1. สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของใบหน้า

2. สัดส่วนระหว่างความสูงของใบหน้าส่วนหลังต่อความสูงของใบหน้าส่วนหน้า

(posterior facial height : anterior facial height)

3. สัดส่วนระหว่างความสูงของฟันหลังต่อความสูงของฟันหน้า (posterior dental height : anterior dental height)

ดังนั้นค่ามุมที่เกิดจากระนาบขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลกและระนาบสบฟันจึงใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินลักษณะใบหน้าในแนวตั้งได้

4. มุมที่เกิดจากระนาบขากรรไกรล่างกับระนาบสบฟันมีความสัมพันธ์กับขนาด overbite ของฟันหน้า ส่วนมุมที่เกิดจากระนาบขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลกไม่มีความสัมพันธ์กับขนาด overbite

Schudy (32) อธิบายถึงการหมุนตัวของขากรรไกรล่างไว้ดังนี้

1. การหมุนทวนเข็มนาฬิกาของขากรรไกรล่างเกิดขึ้นเมื่อมีการเจริญในส่วนข้อต่อขากรรไกรมากกว่าบริเวณกระดูกเบ้าฟัน (alveolar process) ของฟันกรามทำให้จุด Pog บริเวณกระดูกเคลื่อนมาทางหน้า โดยมีจุดศูนย์กลางการหมุนอยู่หลังฟันกรามล่างที่สุดท้ายซึ่งมีคู่สบ
2. การหมุนตามเข็มนาฬิกาของขากรรไกรล่างเกิดขึ้นเมื่อมีการเจริญในส่วนข้อต่อขากรรไกรน้อยกว่าบริเวณกระดูกเบ้าฟัน

Isaacson และคณะ (33) มีความเห็นตรงกันกับ Schudy เกี่ยวกับการหมุนตัวของขากรรไกรล่าง และพบว่า

1. มุมที่เกิดจากระนาบสบฟันทำกับฐานกะโหลกและระนาบขากรรไกรล่างนั้นแปรไปตามขนาดของมุมที่ขากรรไกรล่างทำกับฐานกะโหลก
2. ความสูงของใบหน้าทั้งหมด (total face height) แปรตามขนาดของมุมระหว่างขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลกโดยมีความสูงของใบหน้าส่วนบนคงที่
3. ความสูงของ ramus แปรผกผันกับขนาดของมุมระหว่างขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลก
4. มุม SNA และ SNB แปรผกผันกับขนาดของมุมระหว่างขากรรไกรล่างกับฐานกะโหลกแต่มุม ANB คงที่

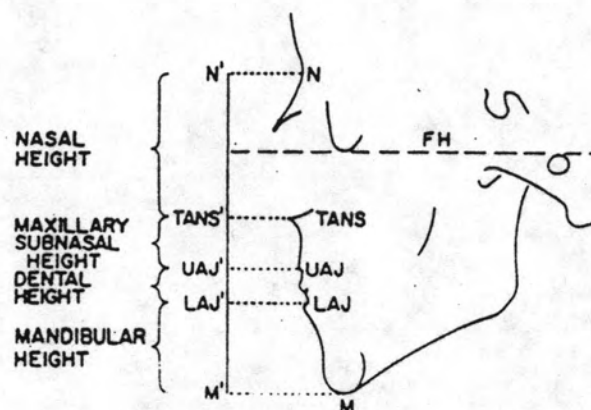
Nahoun (34) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระนาบเพดาน (ANS-PNS) กับสัดส่วนของใบหน้าส่วนหน้า (anterior face height ratio) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสบฟันปกติกับผู้ที่ม่ลักษณะฟันหน้าไม่สบกัน (anterior open bite) พบว่า

1. ความสูงของใบหน้าส่วนหน้าในผู้ชายมากกว่าผู้หญิงประมาณ 10%
2. สัดส่วนของความสูงใบหน้าส่วนบนต่อความสูงใบหน้าส่วนล่าง (upper face height : lower face height) ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ และมีค่าคงที่ทุกช่วงอายุ ในกลุ่มที่มีฟันหน้าไม่สบกันจะมีความสูงของใบหน้าส่วนบนน้อยกว่าปกติ ขณะที่ความสูงของใบหน้าส่วนล่างมากกว่าปกติ
3. มุมระหว่างฐานกะโหลกกับระนาบขากรรไกรล่าง และมุมระหว่างระนาบเพดานกับระนาบขากรรไกรล่าง ในกลุ่มที่มีฟันหน้าไม่สบกันจะมีขนาดมากกว่าปกติ แต่จะพบว่ามุมระหว่างฐานกะโหลกกับระนาบเพดานน้อยกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้ที่ม่ฟันหน้าไม่สบกันนั้นมีลักษณะของเพดานที่ยกตัวสูงขึ้นทางด้านหน้าและต่ำลงทางด้านหลัง

Nasjleti และ Kowalski (35) พบว่าแม้จะมีการเพิ่มความสูงใบหน้าในช่วงอายุที่เขาทำการศึกษา แต่สัดส่วนระหว่างความสูงใบหน้าส่วนบนต่อความสูงใบหน้าทั้งหมดจะคงที่โดยมีค่าประมาณ 43.5% ในทุกช่วงอายุระหว่าง 20-86 ปี

Wylie และ Johnson (36) ศึกษาในกลุ่มอายุ 11-13 ปี พบว่าความสูงของใบหน้าส่วนล่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่ามุมระหว่างระนาบแฟรงค์ฟอร์ดและระนาบขากรรไกรล่างเพิ่มขึ้น ขณะที่ความสูงของใบหน้าส่วนบนไม่เพิ่มตาม รูปแบบใบหน้าที่ดีควรมีอัตราส่วนในแนวตั้งระหว่าง N-ANS ; ANS-Me = 45 : 55

Jones และ Meredith (37) ทำการศึกษาต่อเนื่องในเด็กอายุ 5-15 ปี พบว่าในช่วง 5-11 ปี ความสูงของใบหน้าที่บริเวณ nasal height (N-TANS') (รูปที่ 45) เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนกับความสูงของใบหน้าทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 44 ถึง 46% ในเพศชายและเพิ่มจาก 44.5 ถึง 46.5% ในเพศหญิง ต่อจากนั้นจะค่อนข้างคงที่ในอายุ 11-15 ปี ทั้งสองเพศ (รูปที่ 45)



รูปที่ 45 แสดงการแบ่งความสูงของใบหน้าส่วนหน้าเป็นส่วนต่าง ๆ ในแนวตั้ง โดยยึดระนาบแฟรงค์ฟอร์ดเป็นหลัก เส้นตั้งฉากกับระนาบแฟรงค์ฟอร์ดเป็นตัวแทนของใบหน้าส่วนหน้าถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยโดยเส้นตั้งฉากมาจากจุดอ้างอิงต่าง ๆ ของใบหน้า

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง และความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของ
กรรไกรล่างต่อขากรรไกรบน

เป็นที่ทราบกันดีว่าการวัดความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนมีการคลาดเคลื่อนได้ตามลักษณะใบหน้าของแต่ละบุคคล ได้มีผู้พยายามหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีทางเรขาคณิตและตรีโกณมิติ (9, 12, 27, 28, 30) แต่วิธีการดังกล่าวในการคำนวณจะต้องกำหนดให้มีค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งคงที่ขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพื่อให้คำนวณหาสมการความสัมพันธ์ได้ แต่ด้วยวิธีการสถิติคือการวิเคราะห์ถดถอยยพหุคูณ (multiple regression analysis) ทำให้สามารถบอกความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรูปของสมการที่ตัวแปรทุกตัวเปลี่ยนแปลงไปตามความเป็นจริง

Luder (38) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์นี้ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะอธิบายรายละเอียดของความสัมพันธ์ดังกล่าวในกลุ่มตัวอย่างชายหญิงอายุ 8-11 ปี ผลของการศึกษาพบว่า ความชันของระนาบขากรรไกรล่าง ความยาวของฐานกะโหลกและความสูงของใบหน้าส่วนหน้า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศชายหญิง โดยเพศชายมีความชันของขากรรไกรล่างน้อยกว่าแต่ความยาวฐานกะโหลกและความสูงของใบหน้าส่วนหน้ามากกว่าเพศหญิง

เกี่ยวกับตัวแปรอายุ พบว่าในเพศหญิงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกตัวแปร แต่ในเพศชายพบว่าอายุมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความชันของระนาบเพดาน ระบายสบฟัน และระนาบขากรรไกรล่าง อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรตามทั้งสาม ได้แก่ มุม ANB, มุม AB ต่อระบายสบฟัน, ระยะทาง AFH-BFH ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศและอายุ แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับมุม SNA ความยาวของฐานกะโหลกและตัวแปรที่แสดงลักษณะใบหน้าในแนวตั้งทั้งหมด โดย มุม AB ระบายสบฟันมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยที่สุดแสดงว่ามุมดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับลักษณะใบหน้าในแนวตั้งน้อยที่สุด (ตารางที่ 2)

ความชันของระบายสบฟันมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความชันของระนาบเพดานและขากรรไกรล่าง แสดงว่าระบายสบฟันไม่เป็นอิสระต่อลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง ดังที่ Jacobson (5, 14) ได้กล่าวไว้ ค่าตัวแปรนี้จึงไม่ควรที่จะนำไปคำนวณร่วมกับค่าคงที่ต่าง ๆ ทางตรีโกณมิติดังที่เคย มีผู้แนะนำไว้

จากนั้น Luder ได้ทำการคำนวณหาค่าที่ถูกต้องของตัวแปรตามทั้งสาม จากสมการถดถอยพหุคูณ แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่คำนวณได้และค่าที่วัดได้จริง พบว่าไม่มีความแตกต่าง จึงไม่อาจสรุปได้ว่าตัวแปรใดแม่นยำกว่ากัน หากจะใช้ค่าความแตกต่างนี้ในการวินิจฉัยแล้วผลของมันจะสอดคล้องกันไม่ว่าจะใช้ตัวแปรตัวใด และแนะนำให้ใช้ค่าความแตกต่างนี้ในการวินิจฉัยมากกว่าค่าที่คำนวณได้จากสมการ เนื่องจาก พบว่าค่าความแตกต่างนี้มีความสัมพันธ์กันมากกว่า เมื่อยังเป็นเพียงค่าที่คำนวณได้จากสมการ (ตารางที่ 3)

	S-N System		FH System		
	A-N-B	A-B/Occ	A-N-B	A-B/Occ	A''-B''
S-N-A	0.41***				
S-N/ANS-PNS					
S-N/Occ	0.15***	0.58***			
S-N/Go-Me	0.28***	-0.66***			
FH/N-A			0.46***		0.15**
FH/ANS-PNS					-0.45***
FH/Occ			0.16***	0.64***	0.19**
FH/Go-Me			0.11***	-0.18**	0.16**
ANS-PNS/Go-Me	-0.14***	0.36***			
S-N	0.11**	-0.28**	0.09***		0.12*
N-ANS'	-0.15***	0.28**	-0.09**		-0.26***
N-Me					0.14**
ANS'-Me					
Intercept	-38.2°	96.7°	-43.8°	87.5°	-23.7mm
R	0.63***	0.37***	0.67***	0.43***	0.69***
SEE	1.5°	4.1°	1.5°	3.9°	2.3mm

* p < 0.05
** p < 0.01
*** p < 0.001

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลายในการศึกษานี้

Linear Correlation Coefficients between Deviations
from Uncorrected and Corrected Means
of A-N-B, A-B/Occ and A^{FH}-B^{FH}

Uncorrected Means			
	A-N-B	A B/Occ	A ^{FH} -B ^{FH}
A-N-B	-	-0.71***	0.75***
A-B/Occ		-	-0.64***

Means Corrected in the S-N Reference System			
	A-N-B	A-B/Occ	
A-N-B	-	-0.99***	

Means Corrected in the FH System			
	A-N-B	A-B/Occ	A ^{FH} -B ^{FH}
A-N-B	-	-0.9***	0.95***
A-B/Occ		-	-0.92***

S*** p < 0.001

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามทั้งสาม

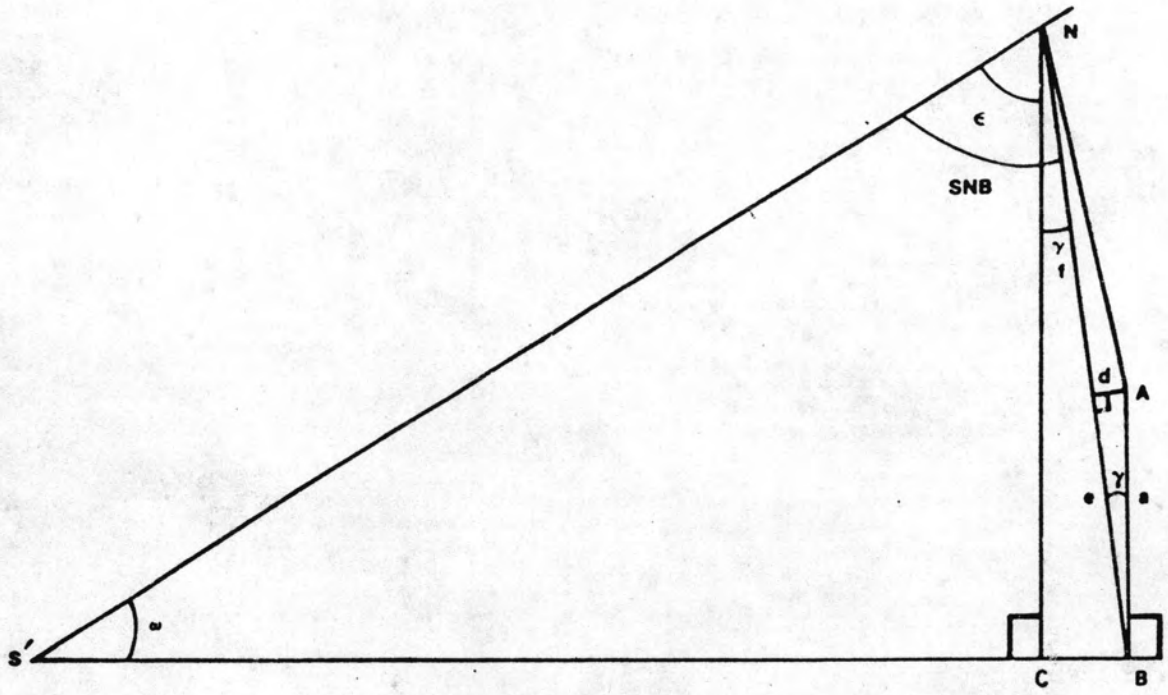
การแก้ไขความคลาดเคลื่อนของมุม ANB

หลังจากที่เสนอการไข่มุม AXB เมื่อปี 1950 Freeman (39) ได้เสนอบทความกล่าวถึงความแปรปรวนของมุม ANB และสนับสนุนการไข่มุม AXB อีกครั้งหนึ่ง พร้อมทั้งเสนอวิธีการปรับค่านมุม ANB ให้แม่นยำขึ้นในกรณีที่ขากรรไกรบนมีลักษณะแตกต่างกันโดยใช้วิธีง่าย ๆ คือ ทุก \pm ที่วัดมุม SNA ได้เกิน 81.5 ให้ลบค่านมุม ANB ที่วัดได้ด้วย \pm ผลลัพธ์จะเป็นค่าปกติของมุม ANB ที่ควรเป็นเฉพาะในผู้ป่วยคนนั้น และในทางกลับกันทุก \pm ที่วัดมุม SNA ได้น้อยกว่า 81.5 ให้บวกค่านมุม ANB ที่วัดได้ด้วย \pm ก็จะเป็นค่าปกติของมุม ANB เฉพาะในแต่ละคน แต่ถ้าวัดมุม SNA ได้มากหรือน้อยกว่า 81.5 เกินกว่า 10° ให้ลบหรือบวกค่านมุม ANB ที่วัดได้ด้วย \pm ทุก ๆ 5° ที่วัดมุม SNA ได้มากหรือน้อยกว่า 81.5 ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยมีมุม SNA 98.5 ANB 7.0 พบว่ามุม SNA เกินจาก 81.8 ไป 7 ดังนั้นจะต้องเอา 3.5 ไปลบออกจาก ANB ที่วัดได้จริง ค่านมุม ANB ที่ควรเป็นคือ $7.0 - 3.5 = 3.5$ ซึ่งเป็นการแก้ไขความคลาดเคลื่อนของมุม ANB อย่างหนึ่ง เนื่องจาก Freeman เชื่อว่ามุม SNA มีอิทธิพลต่อการอ่านค่านมุม ANB แต่เขามีได้กล่าวถึงสาเหตุและที่มาของวิธีคำนวณนี้ และได้พิสูจน์ว่ามันถูกต้องแม่นยำอย่างไร เพียงแต่กล่าวว่า เป็นวิธีช่วยให้วินิจฉัยได้แม่นยำยิ่งขึ้นเท่านั้น

Hussels และ Nanda (40) ศึกษาความคลาดเคลื่อนของการวัดค่านมุม ANB โดยใช้วิธีทางเรขาคณิต พบว่าสาเหตุใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อมุม ANB คือ

1. มุมระหว่างระนาบ SN ต่อระนาบสฟีน (w)
2. ระยะทาง NB (b)
3. ระยะทาง AB (a)

ในการวิเคราะห์ได้กำหนดให้ค่า wits เป็น 0 หมายถึงเป็นผู้ที่มีลักษณะใบหน้าและการสบฟันปกติแบบที่ 1 (รูปที่ 46)

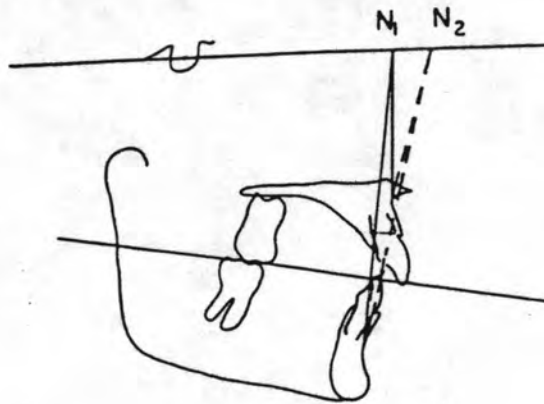


รูปที่ 46 แสดงแผนภาพการกำหนดจุด S' เป็นจุดตัดระหว่างระนาบ SN กับ ระนาบสลับฟัน (S'B) เมื่อ $w_{its} = 0$ จุด A และ B ต่างตั้งฉากกับ ระนาบสลับฟันที่จุด B ลากเส้นจากจุด N มาตั้งฉากระนาบสลับฟันที่จุด C ค่ามุม ANB คำนวณได้จากสูตร

$$ANB = \tan^{-1} \frac{a \sin \gamma}{b - a \cos \gamma}$$

- เมื่อ a คือระยะทางจากจุด A มายังระนาบสลับฟัน (AB) หรือ dental height
- b คือระยะทางจากจุด N ถึงจุด B จากแผนภาพ
- γ คือมุมระหว่างเส้น NC และ NB จากแผนภาพมีค่า = $SNB + w - 90$

ค่ามุม ANB จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของตัวแปรในสมการข้างต้น จากนั้นกำหนดให้ตัวแปร แต่ละตัวมีค่าคงที่จากน้อยไปหามาก พบว่ามุม ANB จะติดลบมากขึ้นเมื่อมุม α อยู่ในช่วงติดลบ ค่าติดลบของมุม ANB ที่วัดได้นั้นอาจพบทั้งในการสบฟันชนิดปกติชนิด class II (รูปที่ 47) และ class III ซึ่งยังสรุปไม่ได้ว่าใบหน้าไม่ได้สัดส่วนจริง จนกว่าจะได้คำนวณค่ามุม ANB จากสมการข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากตำแหน่งของจุด N มีอิทธิพลต่อการวัดค่ามุม ANB

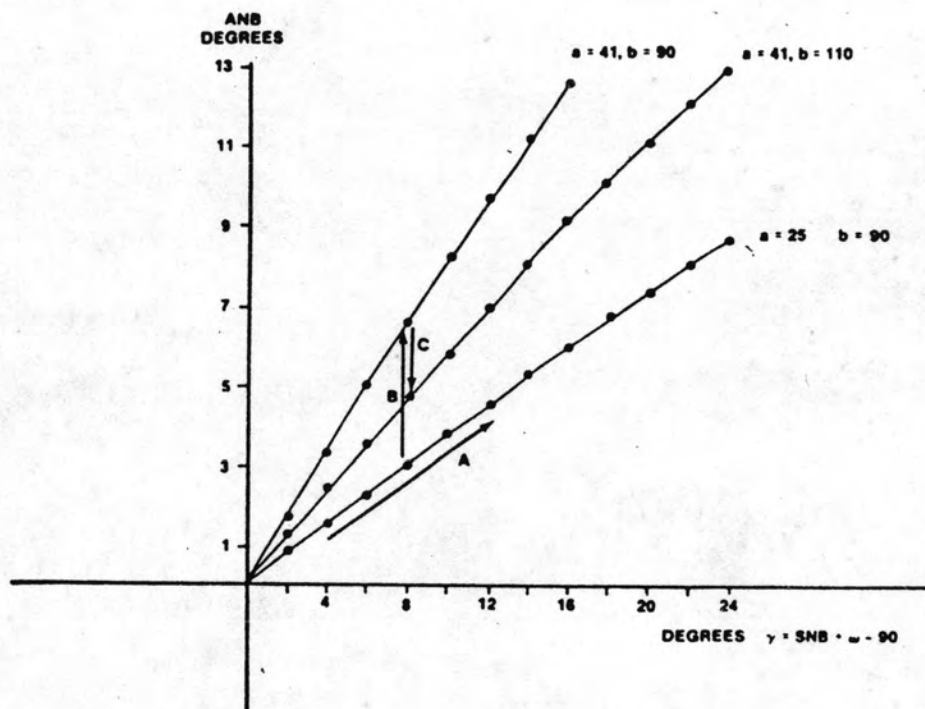


รูปที่ 47 แสดงการติดลบของมุม ANB ในผู้ป่วย class II ที่มีจุด N อยู่ก่อนมาทางหน้าที่จุด N2 ทำให้เส้น NB อยู่หน้าต่อ NA

ส่วนค่าระยะทางในแนวตั้ง a (หมายถึงระยะทาง AB จากแผนภาพ หรือ dental height) ถ้าเพิ่มมากขึ้น ค่ามุม ANB จะเพิ่มตามเมื่อตัวแปรอื่นคงที่

ระยะทาง b (หมายถึงระยะทาง NB จากแผนภาพ) ถ้าเพิ่มมากขึ้น ค่ามุม ANB จะลดลง เมื่อตัวแปรอื่นคงที่

ดังนั้นการเพิ่มค่าระยะทาง a และ b ระหว่างการเจริญเติบโต โดยมีได้ทำการรักษาใด ๆ อาจมีส่วนทำให้ลักษณะใบหน้าดีขึ้นได้หากมีการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กัน คือทำให้มุม ANB มีการเพิ่มและลดค่าอาจเข้าใกล้ค่าปกติมากขึ้นได้ แต่หากไม่สัมพันธ์กันลักษณะใบหน้าก็จะเลวลง (รูปที่ 48)



- รูปที่ 48 แสดงการเปลี่ยนค่ามุม ANB ตามค่าตัวแปรต่าง ๆ เมื่อ wits เป็น 0
- A แสดงการเปลี่ยนค่ามุม γ ไปจาก 4-12 ทำให้ค่ามุม ANB เปลี่ยนจาก 1.5 เป็น 4.5 ขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่
- B แสดงการเพิ่มของระยะทาง a จาก 25-41 ม.ม. ทำให้ค่ามุม ANB เปลี่ยนจาก 3.1 เป็น 6.6 ขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่
- C แสดงการเพิ่มของระยะทาง b จาก 90-110 ม.ม. ทำให้ค่ามุม ANB ลดลงจาก 6.6 เป็น 4.7 ขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่

Hussels และ Nanda ได้แสดงตารางค่ามุม ANB ที่คำนวณได้ เมื่อมีตัวแปรอื่นเปลี่ยนแปลงไปไว้เพื่อให้ใช้ในการวินิจฉัยผู้ป่วยด้วย การวินิจฉัยจำแนกชนิดของลักษณะใบหน้า ให้พิจารณาจากผลต่างระหว่างค่ามุม ANB ที่คำนวณได้และค่ามุม ANB ที่วัดได้จริง (ΔANB) ดังนี้

Class I : ΔANB มีค่าเป็น 0

Class II เมื่อวัดมุม ANB ได้มากกว่าค่ามุม ANB ที่คำนวณได้ ($\Delta ANB > 0$)

Class III เมื่อวัดมุม ANB ได้น้อยกว่าค่ามุม ANB ที่คำนวณได้ ($\Delta ANB < 0$)

The calculated values of angle ANB for a range of angle γ and a with a fixed value of $b = 100$ mm

Values of a in mm	Values of angle γ								
	1	2	4	6	8	10	12	14	16
25	0.3	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2
27	0.4	0.7	1.5	2.2	2.9	3.7	4.4	5.1	5.7
29	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.3
31	0.4	0.9	1.8	2.7	3.6	4.4	5.3	6.1	6.9
33	0.5	1.0	2.0	2.9	3.9	4.9	5.8	6.7	7.6
35	0.5	1.1	2.1	3.2	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3
37	0.6	1.2	2.3	3.5	4.6	5.8	6.9	7.9	9.0
39	0.6	1.3	2.5	3.8	5.1	6.3	7.5	8.6	9.8
41	0.7	1.4	2.8	4.1	5.5	6.8	8.1	9.4	10.6
43	0.8	1.5	3.0	4.5	6.0	7.4	8.8	10.1	11.4
45	0.8	1.6	3.3	4.9	6.4	8.0	9.5	10.9	12.3
47	0.9	1.8	3.5	5.3	7.0	8.6	10.3	11.8	13.3
49	1.0	1.9	3.8	5.7	7.5	9.3	11.1	12.7	14.3
51	1.0	2.1	4.1	6.2	8.2	10.1	11.9	13.7	15.4

$\gamma = \text{SNB} + \omega - \text{SNB}$, and a and b are the lengths in mm from points A to B and N to B, respectively.

ตารางที่ 4 ตัวอย่างตารางแสดงค่ามุม ANB ที่คำนวณได้เมื่อ b มีค่าคงที่ 100 ม.ม. ขณะที่ตัวแปรอื่นจากสมการมีการเปลี่ยนแปลงไป

จากนั้น Hussels และ Nanda (41) ได้ลองใช้วิธีนี้ในผู้ป่วยจริง ที่มีลักษณะผิดปกติ Class II 100 คน และ Class III 59 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ ΔANB เป็น 3.4 ± 2.4 และ -2.8 ± 2.8 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ANB และค่า ANB ที่คำนวณได้ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของกราฟเส้นตรงโดยมีสมการความสัมพันธ์ คือ $y = mx + b$

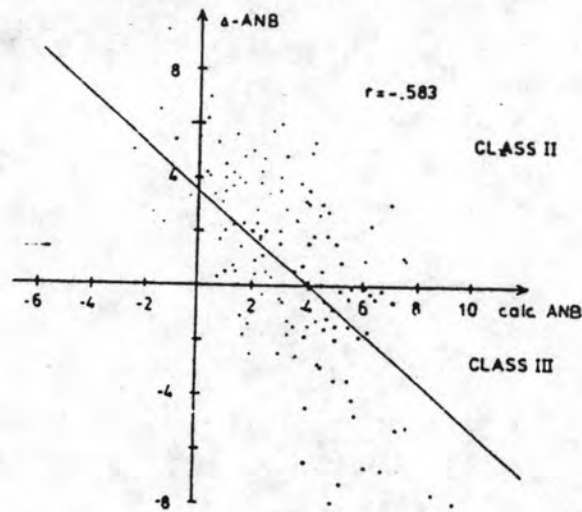
เมื่อ y คือ ΔANB

x คือ ANB ที่คำนวณได้

m มีค่า 0.872

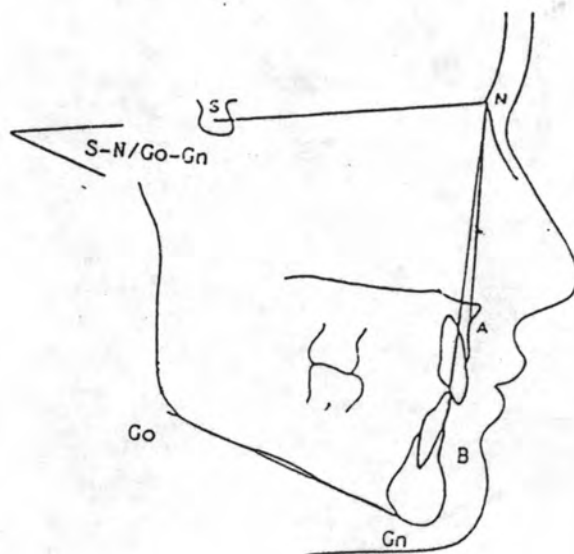
b มีค่า 3.53

ความคาดหมายของ Hussels และ Nanda ผิดไป เนื่องจากเขาคาดว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะอยู่ในรูปกราฟเส้นตรงที่ชันนไปกับแกนนอน เพราะเขาคาดว่าค่า Δ ANB จะคงที่ไม่ว่าค่ามุม ANB ทั้งที่วัดและคำนวณได้เป็นอย่างไร (รูปที่ 49)



รูปที่ 49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Δ ANB และค่า ANB ที่คำนวณได้

เพื่อที่จะอธิบายผลของการวิเคราะห์นี้ เขาจึงได้เสนอตัวอย่าง 2 ราย แสดงถึงผลการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะที่มีต่อค่ามุม ANB (รูปที่ 50) พบว่าในขณะที่ความชันของระนาบเพดานและขากรรไกรล่างคงที่ ความชันของระนาบสบฟันจะลดลง ทำให้มีผลต่อการคำนวณค่ามุม ANB ค่ามุม ANB ที่คำนวณได้จึงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากแม้ว่าจะวัดค่ามุม ANB ได้ค่าลดลงเพียงเล็กน้อย ผลเช่นนี้อาจอธิบายได้ว่าความชันของระนาบเพดานและขากรรไกรล่างไม่มีผลต่อการวัดค่ามุม ANB ส่วนความชันของระนาบสบฟันมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์ไปกับมุม ANB อาจนำมาใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรทั้งสองได้ดีกว่า จึงสนับสนุนการศึกษาของเขาครั้งนี้ที่ใช้ระนาบสบฟันเป็นระนาบอ้างอิงและกล่าวได้ว่าระนาบสบฟันนี้มีอิทธิพลต่อมุม ANB มากกว่าระนาบอื่น



รูปที่ 50 แสดงการวัดมุมที่ใช้ในการศึกษา

Jarvinen (42) ทำการศึกษาเพื่อที่จะหาสาเหตุความคลาดเคลื่อนของมุม ANB โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะการสบฟันเปิดปกติชนิด class I class II และ class III ทำการวัด มุม ANB, SNA, SN-GOGN (ตารางที่ 5) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 6) จากนั้นใช้สมการถดถอยพหุคูณ (multiple regression) อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในรูปของสมการ ดังนี้ (ตารางที่ 7)

$$\text{กลุ่ม class I } x = 0.204 y + 0.472 z - 43.396$$

$$\text{กลุ่ม class II } x = 0.193 y + 0.214 z - 18.162$$

$$\text{กลุ่ม class III } x = 0.356 y + 0.459 z - 50.179$$

เมื่อ x หมายถึงมุม ANB

y หมายถึงมุม SN-GoGn

z หมายถึงมุม SNA

สมการเหล่านี้แก้ไขความคลาดเคลื่อนของมุม ANB ได้ แต่ Jarvinen กล่าวแนะนำว่า ควรจะใช้วิธีอื่นที่แม่นยำกว่า เช่น wits appraisal หรือมุม JYD มุม AXD เพราะจะให้การวินิจฉัยได้ง่ายกว่า

	8 years	25 years
SNA	77.0°	80.0°
SNB	73.5°	77.0°
ANB	3.5°	3.0°
SN-Occlusal plane (m)	22.0°	12.5°
SN-Mandibular plane	42.0°	42.0°
SN-Palatal plane	10.0°	10.0°
a (A to B)	35.5 mm	43.0 mm
b (N to B)	82.0 mm	98.5 mm
Calculated ANB (on the basis of our formula 5)	3.8°	-0.4°
Difference between actual and calculated ANB	-0.3°	3.4°

ตารางที่ 5 ตัวอย่างคนไข้ซึ่งศึกษาในระยะยาวเปรียบเทียบเมื่ออายุ 8 และ 25 ปี มี
ระนาบสฟันเท่ากันที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์ไปกับมุม ANB

Sample	ANB	S-N/Go-Gn	SNA
Class I			
\bar{X}	2.80	31.24	84.12
SD	2.21	5.29	3.64
Class II			
\bar{X}	5.43	30.38	84.36
SD	1.63	5.08	3.43
Class III			
\bar{X}	-1.06	30.97	82.94
SD	2.85	5.35	3.07

ตารางที่ 6 แสดงความแตกต่างของมุม ANB, SN/Go-Gn และ SNA ใน 3 กลุ่ม

ANB (x), S-N/Go-Gn (y), and SNA (z) angles

Sample	Regression	R ²	p
Class I	x = 0.204y + 0.472z - 43.386	0.631	<0.001
Class II	x = 0.183y + 0.214z - 18.162	0.311	<0.001
Class III	x = 0.356y + 0.459z - 50.179	0.547	<0.001

ตารางที่ 7 แสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ต่อมา Jarvinen (43) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับมุม ANB อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติชนิด class I วัดค่ามุม ANB และตัวแปรต่าง ๆ อีก 4 ตัวแปรได้แก่มุม SNA, มุมระหว่างฐานกะโหลกกับระนาบขากรรไกรล่าง (NSL-ML) มุมแสดงความเอียงของฐานกะโหลก (NSAr) และระยะทาง NS (รูปที่ 51) คำนวณความสัมพันธ์ในรูปของสมการถดถอยพหุคูณ โดยตัวแปรทั้ง 4 เป็นตัวแปรอิสระ มุม ANB เป็นตัวแปรตามพบว่ามุม SNA และ NSL-ML อธิบายการเปลี่ยนแปลงของมุม ANB ได้ 63.1% และหากเพิ่มเติมมุม NSAr เข้าไปในสมการจะอธิบายได้ดีขึ้นเป็น 65.9% และหากเพิ่มเติมระยะทาง SN เข้าไปในสมการจะอธิบายได้ดีขึ้นเป็น 65.96% ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวแปรเพียง 2 ตัวเพื่อเข้าในสมการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของมุม ANB คือมุม SNA และ มุม NSL-ML

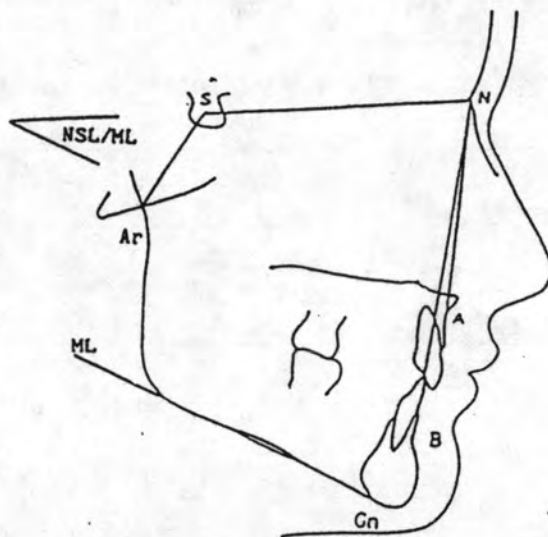
$$\text{สมการคือ } y = 0.472 X_1 + 0.204 X_2 - 43.386$$

เมื่อ y หมายถึงมุม ANB

X₁ หมายถึงมุม SNA

X₂ หมายถึงมุม NSL-ML

สมการนี้มีประโยชน์ในการหาค่ามาตรฐานเฉพาะบุคคล โดยนำค่าตัวแปรอิสระที่วัดได้จริงแทนค่าในสมการก็จะได้ค่ามุม ANB ที่เป็นค่ามาตรฐานของผู้ป่วยนั้นเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้ก็จะให้การวินิจฉัยของความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนได้ Jarvinen เรียกค่าที่คำนวณได้นี้ว่า 'floating norms'



รูปที่ 51 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการวินิจฉัยครั้งนี้

จากนั้นเขาได้สร้างตารางค่า floating norms ขึ้นเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย
เพียงแต่วัดค่ามุม SNA และ NSL-ML ในผู้ป่วยมาหาค่ามุม ANB ที่ควรเป็นได้โดยไม่ต้องคำนวณ
จากสมการ (ตารางที่ 8)

Floating norms for the ANB angle in relation to the SNA and NSL/ML angles

NSL/ML	SNA											
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
25	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.4	0.9	1.4	1.8	2.3	2.8	3.3
26	-1.8	-1.3	-0.8	-0.3	0.2	0.6	1.1	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5
27	-1.6	-1.1	-0.6	-0.1	0.4	0.8	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2	3.7
28	-1.4	-0.9	-0.4	0.1	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	2.9	3.4	3.9
29	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.8	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1
30	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0	1.4	1.9	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3
31	-0.8	-0.3	0.2	0.7	1.2	1.6	2.1	2.6	3.1	3.5	4.0	4.5
32	-0.5	0.0	0.4	0.9	1.4	1.8	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7
33	-0.3	0.2	0.6	1.1	1.6	2.1	2.5	3.0	3.5	3.9	4.4	4.9
34	-0.1	0.4	0.8	1.3	1.8	2.3	2.7	3.2	3.7	4.1	4.6	5.1
35	0.1	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	2.9	3.4	3.9	4.4	4.8	5.3
36	0.3	0.8	1.3	1.7	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1	4.6	5.0	5.5
37	0.5	1.0	1.5	1.9	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3	4.8	5.2	5.7
38	0.7	1.2	1.7	2.1	2.6	3.1	3.5	4.0	4.5	5.0	5.4	5.9
39	0.9	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.6	6.1
40	1.1	1.6	2.1	2.5	3.0	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	5.8	6.3

ตารางที่ 8 แสดงค่า floating norms ของ ANB โดยใช้ตัวแปรคือมุม SNA และ NSL-ML

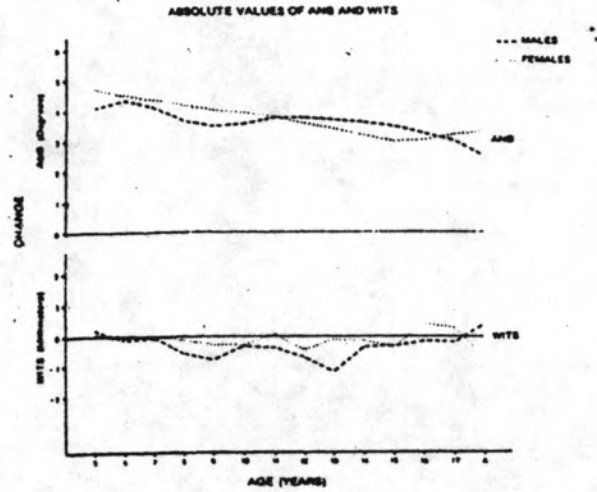
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุม ANB และค่า wits

ค่ามุม ANB เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากสามารถกำหนดจุดอ้างอิงได้ง่าย การวัดมุมทำได้สะดวก แต่เนื่องจากมีขีดจำกัดของความเชื่อถือได้ ค่า wits จึงมีความสำคัญขึ้นมาเนื่องจากมีความแม่นยำและการวัดทำได้สะดวกเช่นกัน มักจะมีผู้ใช้ทั้ง 2 ค่าควบคู่กันไปในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรล่างต่อขากรรไกรบนเสมอ

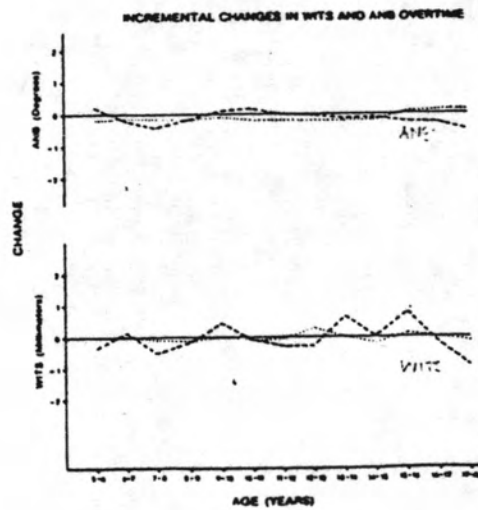
Bishara และคณะ (7) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุม ANB และค่า wits โดยทำการศึกษาระยะยาวในกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในโครงการการศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้ามหาวิทยาลัยไอโอวา เริ่มต้นเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 1946 ถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างเป็นระยะ จากอายุ 5-12 ปี ถ่ายทุก 2 ปี จากอายุ 12-17 ปี ถ่ายทุกปี และถ่ายภาพชุดสุดท้ายเมื่อกลุ่มตัวอย่างหมดการเจริญเติบโตแล้ว คือประมาณอายุ 25.5 ปี แยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นเพศชายหญิงจำนวนเท่ากัน พบว่า

1. ในช่วงของการเจริญเติบโตไม่ว่าค่ามุม ANB หรือค่า wits ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศ (รูปที่ 52)
2. มุม ANB มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขากรรไกรล่างและระนาบสบฟันมีการหมุนทวนเข็มนาฬิกา ร่วมกับการเพิ่มความสูงของใบหน้า ขณะที่ค่า wits ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 53) แสดงว่าในการเจริญเติบโตที่ปกตินั้นขากรรไกรล่างและขากรรไกรบนน่าจะเจริญไปด้วยกันด้วยความสัมพันธ์เดิม
3. มุม ANB มีความสัมพันธ์กับค่า wits อย่างมีนัยสำคัญเมื่อตรวจสอบด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) แต่มีค่าสัมประสิทธิ์ค่อนข้างต่ำ ($r = 0.627$ ในเพศชาย และ 0.598 ในเพศหญิง)

Bishara กล่าวสรุปว่าเพื่อความละเอียดแม่นยำในการวิเคราะห์ควรจะใช้ทั้งค่ามุม ANB และ wits ร่วมกันไปเสมอ

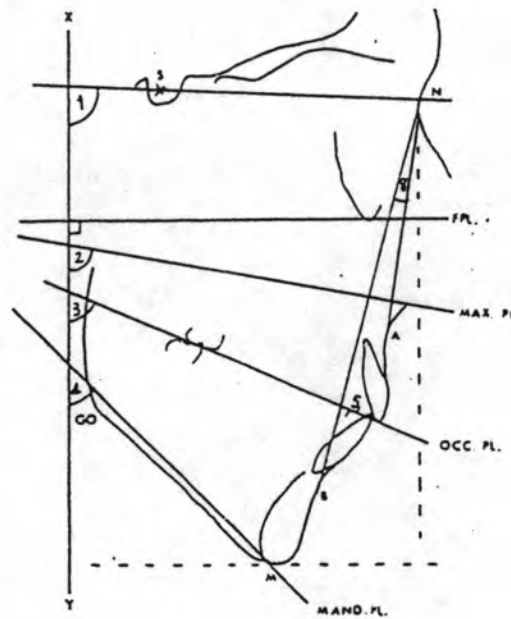


รูปที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ANB และ wits ในแต่ละช่วงอายุของเพศชายและหญิง



รูปที่ 53 แสดงการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของ ANB และ wits ในการเจริญเติบโตของเพศชายและหญิง

Richardson (44) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุม ANB และ wits ไว้ เช่นกันโดยเลือกศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติ 25 คน กำหนดระนาบอ้างอิง XY เป็นหลัก ให้เป็นระนาบที่ตั้งฉากกับระนาบแฟรงค์פורต วัดค่ามุมที่เกิดจากระนาบ XY กับระนาบต่าง ๆ (รูปที่ 54)



รูปที่ 54 แสดงมุมและระนาบอ้างอิงในการศึกษา

จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด (ตารางที่ 9) พบว่า

1. ความเอียงของฐานกะโหลก ซากรรไกรบน ระนาบสบฟัน และซากรรไกรล่างมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างมาก

2. มุม ANB มีความสัมพันธ์ในทางลบกับระนาบซากรรไกรล่าง แสดงว่าหากมุมของระนาบซากรรไกรล่างลดลง มุม ANB จะใหญ่ขึ้นในทางตรงข้ามหากมุมของระนาบซากรรไกรล่างเพิ่มขึ้น มุม ANB จะเล็กลง เนื่องจากเมื่อมีการหมุนตามเข็มนาฬิกาของซากรรไกรล่าง มุมของระนาบซากรรไกรล่างลดลงจุด B เคลื่อนตัวไปในตำแหน่งถอยหลังทำให้วัดค่ามุม ANB ได้กว้างขึ้น

3. มุม ANB และค่า wits มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

4. ระนาบสบฟันซึ่งมีผลโดยตรงต่อค่า wits มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับฐานกะโหลก ซากรรไกรบนล่างและความยาวฐานกะโหลก

Zero order correlation coefficients

	2	3	4	5	6	7	8
1	0.79***	0.67***	0.70***	0.10	0.09	-0.30	-0.19
2		0.86***	0.73***	0.15	0.11	-0.27	-0.15
3			0.75***	0.21	0.08	-0.26	-0.33
4				-0.16	-0.30	-0.17	-0.48*
5					0.19	0.02	0.67***
6						0.22	0.03
7							-0.02

***—denotes significance <0.001 *—denotes significance <0.05. Key to variables see Table 1.

ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด

1. หมายถึงมุมระหว่าง XY กับฐานกะโหลก
2. หมายถึงมุมระหว่าง XY กับระนาบขากรรไกรบน
3. หมายถึงมุมระหว่าง XY กับระนาบสบฟัน
4. หมายถึงมุมระหว่าง XY กับระนาบขากรรไกรล่าง
5. หมายถึงค่า wits
6. หมายถึงความสูงใบหน้าส่วนหน้าวัดจาก NA ถึง Me โดยขนานกับ XY
7. หมายถึงระยะทาง SN
8. หมายถึงมุม ANB

Rotberg และคณะ (45) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า wits และมุม ANB เขากล่าวว่าการที่ wits มีความแม่นยำนั้นเนื่องจากใช้ระนาบอ้างอิงที่อยู่ในส่วนของการสบฟัน แต่ ANB นั้นประกอบด้วยจุดอ้างอิงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ หากตำแหน่งของจุด N เคลื่อนที่ไปทุก 5 มม. ในแนวหน้าหลังจะทำให้มุม ANB เปลี่ยนไป 2.5 แม้ว่าตำแหน่งในแนวตั้งของจุด A และ B จะคงที่ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึง Bjork ซึ่งกล่าวว่ามุม ANB จะลดลง 0.5 ทุก 5 มม. ที่จุด A เคลื่อนที่สูงขึ้นในแนวตั้ง และ Binder ซึ่งกล่าวว่ามุม ANB จะเพิ่มขึ้น 1 ทุก 5 มม. ที่จุด N เคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง ขณะเดียวกันค่า wits ก็มีข้อบกพร่องอยู่บ้าง การ intrude ฟันหน้า หรือ extrude ฟันกรามมีผลทำให้ระนาบสบฟันเปลี่ยนแปลงไป การวินิจฉัยเปรียบเทียบในเวลาต่างกันอาจคลาดเคลื่อนได้ เมื่อทั้งมุม ANB และ wits ต่างมีจุดประสงค์อันเดียวกันคือบอกความสัมพันธ์ระหว่างจุด A และ B มันจึงควรจะมีสัมพันธ์กันอย่างมาก Rotberg ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่วัดมุม ANB ได้ระหว่าง 1-8 มุมระหว่างระนาบสบฟันและระนาบขากรรไกรล่างระหว่าง 8-20° และ wits ระหว่าง -4 ถึง 9 มม. ซึ่งเป็นผู้ที่มีแบบแผนของ

การเจริญเติบโตปกติ ลักษณะการสับฟันมีทั้งชนิดปกติชนิด class II division 1 class II division 2 และ class I

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน มีค่า wits ที่ติดลบคือ -0.5 ถึง -4 มม. และมีค่ามุม ANB ระหว่าง 1 - 4 ส่วนที่เหลืออีก 40 คน มีค่า wits เป็นบวกคือ 0.5 ถึง 9 มม. และมีค่ามุม ANB ระหว่าง 1.5 ถึง 8 โดยทั้งสองกลุ่มมีการกระจายของอายุและมุม OM ที่ใกล้เคียงกัน

จากการศึกษานี้พบว่าถ้ามุม ANB มีค่าเป็นบวกไม่เกิน 4 ค่า wits จะเป็นได้ทั้งบวกและลบ ค่า wits ที่ติดลบไม่มีความสัมพันธ์กับมุม ANB ($r = 0.08$) ส่วนค่า wits ที่เป็นบวกมีความสัมพันธ์กับมุม ANB อย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.62$)

เมื่อมุม ANB มีค่าบวกระหว่าง 1 - 4 สามารถใช้สมการถดถอยพหุคูณทำนายค่า wits ได้ หากวัดค่า wits ได้เป็นค่าบวก จะทำนายได้แม่นยำ 38% และเมื่อมุม ANB มีค่ามากกว่า 4 ค่า wits ทุกค่าจะวัดได้เป็นค่าบวก สามารถทำนายค่า wits จากค่ามุม ANB ได้แม่นยำ 29% ซึ่ง Rotberg กล่าวสรุปว่าแม้ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถนำไปใช้ทางคลินิกได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างของเขามีจำนวนน้อย หากต่อไปได้มีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ก็จะเกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ความแม่นยำในการกำหนดจุดและระนาบอ้างอิง

Baumrind และ Frantz (46) ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความคลาดเคลื่อนในการกำหนดจุดอ้างอิงและกล่าวว่าภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างเป็นสิ่งสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการวินิจฉัยความผิดปกติของใบหน้าและการสบฟัน ค่ามุมหรือระยะทางที่ได้จากการวัดจากภาพถ่ายรังสีนั้นอาจมีการคลาดเคลื่อนได้จาก 3 สาเหตุใหญ่ คือ

1. เทคนิคของการถ่ายภาพรังสี
2. การกำหนดจุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิงลงบนภาพถ่ายรังสี
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าระยะทางและมุม

เกี่ยวกับเรื่องเทคนิคของการถ่ายภาพรังสีนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่ากะโหลกศีรษะมีลักษณะกว้างยาวลึกเป็น 3 มิติ แต่ภาพถ่ายที่ได้เป็น 2 มิติบนแผ่นภาพถ่ายรังสี ดังนั้นเงาของกระดูกชิ้นต่าง ๆ ย่อมซ้อนทับกันทำให้จำแนกได้ยาก นอกจากนี้หากลำแสงไม่ขนานกันหรือมาจากแหล่งผลิตแสงขนาดเล็กก็อาจเกิดขนาดแตกต่างไปจากความเป็นจริง การวัดค่าต่าง ๆ ย่อมคลาดเคลื่อนไป แต่ในปัจจุบันปัญหานี้ลดน้อยลงเนื่องจากเทคนิคของการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะได้พัฒนาไปอย่างมากจนแทบจะไม่เกิดปัญหานี้เลย

ในส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดนั้นเกิดได้เสมอเนื่องจากมาตรฐานในการผลิตเครื่องมือวัด เช่น ไมโครเมตรเตอร์ อาจไม่ได้มาตรฐานเดียวกัน ปัจจุบันปัญหานี้หมดไปโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

ปัญหาใหญ่คือการกำหนดจุดและระนาบอ้างอิง ซึ่งเกิดจากทันตแพทย์ผู้ทำการลอกรายละเอียดเอง ถึงแม้ว่าจะยึดถือค่าจำกัดความในการกำหนดจุดอ้างอิง แต่ความซับซ้อนของกายวิภาคในกะโหลกศีรษะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้เสมอ

นอกจากนี้ยังพบว่า

จุด Nasion มีการคลาดเคลื่อนในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน แต่จะไม่มีการผิดพลาดมากเนื่องจากเป็นจุดที่มองเห็นได้ชัดเจน ไม่มีกระดูกชิ้นอื่นมาบดบัง นอกจากนี้บางครั้งกระดูกจมูกและกระดูกหน้าผากมีความหนาแน่นมากร่วมกับลำแสงผ่านเฉียงทำให้เงาสีขาวของกระดูกซ้อนทับลงบนรอยต่อ fronto nasal suture ก็จะมีมองเห็นไม่ชัด Nasion เป็นจุดอ้างอิงที่ดีมากโดย

เฉพาะค่าที่วัดในแนวตั้งเช่น Na - Pog

จุด Orbitale มีความคลาดเคลื่อนได้ง่ายทั้งสองแนว เนื่องจากบางครั้งเงาขาวของกระดูกตาที่มีความหนา และยังถูกบังจากเงาของพื้นกระดูกตา (floor of the orbits) นอกจากนี้กระดูกตาสองข้างมักจะ ไม่ซ้อนทับกันสนิทในภาพถ่ายรังสี

จุด Porion มีความคลาดเคลื่อนน้อย เนื่องจากผู้ศึกษาใช้จุดบนสุดของ cephalostat earrods มิได้ใช้จุดกายวิภาค

จุด Sella มีความคลาดเคลื่อนน้อยเนื่องจากเป็นกึ่งกลางของกระดูกอานม้าตุรกี สามารถกะด้วยสายตาได้ชัดเจน

จุดปลายฟันมีความคลาดเคลื่อนน้อย เพราะเห็นได้ชัดเจน

จุด A, B และ Pogonion มีความคลาดเคลื่อนในลักษณะเดียวกันคือคลาดเคลื่อนในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน เนื่องจากขอบเขตของกระดูกบริเวณนี้ชัดเจนทั้งรอยเว้าและรอยนูน การกำหนดจุดเว้าที่สุดหรือจุดนูนที่สุดจะคลาดเคลื่อนในแนวตั้งเท่านั้น

จุด Menton มีความคลาดเคลื่อนในแนวนอนมากกว่า

จุด Gonion มีความคลาดเคลื่อนอย่างมากทั้งสองแนวเนื่องจากความโค้งของมุมขากรรไกรล่างในบางรายมีความยาวมากยากที่จะกำหนดจุดโค้งที่สุด มีผู้แนะนำให้ใช้เส้นแบ่งครึ่งมุมระหว่างเส้นสัมผัสทั้งสองของมุมขากรรไกรล่างเพื่อความแม่นยำยิ่งขึ้น สิ่งที่จะทำให้ความคมชัดในบริเวณนี้ลดลงคือเงาตำของผนังหลอดอาหาร

จุดยอด mesio buccal cusp ของฟันกรามล่างแท้ซี่ที่หนึ่ง มีความคลาดเคลื่อนในแนวของระนาบสบฟันได้มากกว่าในแนวตั้ง เนื่องจากเงาของฟันกรามซ้ายขวาไม่ซ้อนทับกันสนิทยากที่จะกำหนดจุดใดจุดหนึ่งให้แน่นอนไปในระนาบสบฟันซึ่งกำหนดได้ชัดเจน

Sekiguchi และ Savara (47) กล่าวเพิ่มเติมถึงจุด Anterior nasal spine ว่ามีความคลาดเคลื่อนในแนวนอนมากกว่าแนวตั้งเนื่องจาก

1. ปลายสุดของกระดูกสันนี้มีบางมากเกินกว่าจะเป็นเงาขาว ทำให้ไม่สามารถกำหนดจุดปลายสุดได้เพียงแต่กำหนดได้ว่าอยู่ในระดับในแนวตั้งอย่างไร
2. จมูกประกอบด้วยกระดูกอ่อนที่มีความหนาแน่น บางครั้งไม่สามารถแยกออกจากกระดูกสันอื่น
3. เงาของเนื้อเยื่ออ่อนเข้มมากเกินไป กลายเป็นเงาขาวบดบังปลายสุดของกระดูกซึ่งมีความบางมาก
4. การใช้ฉากตะกั่วเพื่อให้เกิดเงาของเนื้อเยื่ออ่อนทำให้กำหนดจุดได้ยากขึ้น

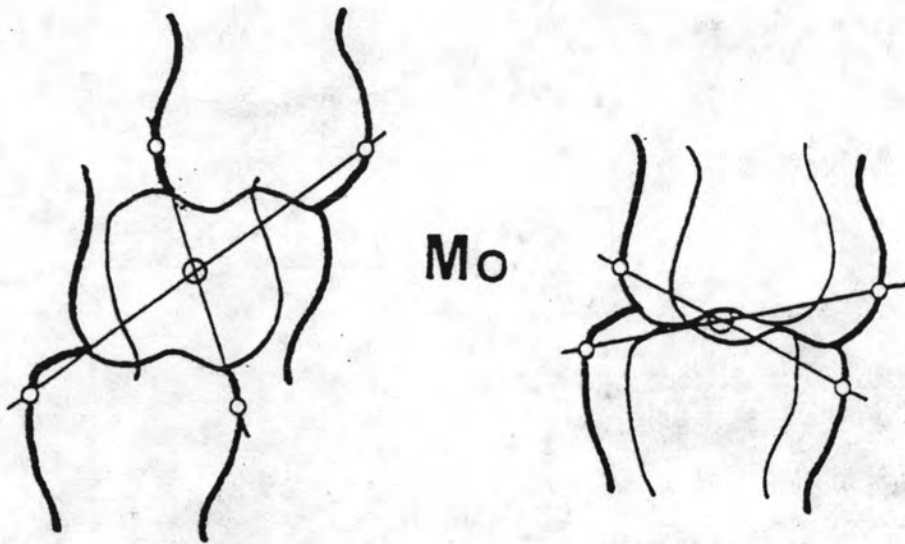
จึงแนะนำให้ใช้จุดตัดระหว่างขอบบนของเพดานกับเส้นโค้งที่ลากผ่านจากจุด A ขึ้นไปสู่ ANS จะคลาดเคลื่อนน้อยลงได้

เมื่อกำหนดจุดอ้างอิงคลาดเคลื่อนในระยะทางหรือมุมที่วัดได้ก็จะคลาดเคลื่อนตามไปด้วย

Demisch, Gebauer และ Zila (48) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำของจุดอ้างอิงต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังของขากรรไกรทั้งสองพบว่า

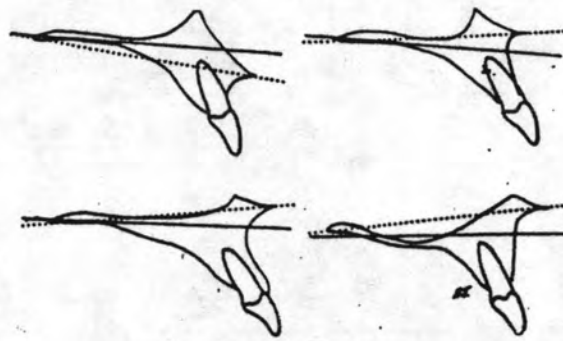
จุด A จะกำหนดได้แม่นยำในภาพถ่ายรังสีปัจจุบัน แต่บางครั้งจะถูกลดความคมชัดด้วยเงาของกระดูก *crista subspinalis* การใช้ฉากตะกั่วเพื่อให้เกิดเงาของเนื้อเยื่ออ่อนก็มีส่วนลดความคมชัดในบริเวณนี้ด้วย

ระนาบสบฟัน ตามคำจำกัดความของ Down (2) คือเส้นที่ลากต่อจากจุดกึ่งกลางระหว่างปลายฟันหน้าบนและล่างไปยังแนวสบฟันของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ในส่วนของฟันหน้าบนและล่างการกำหนดจุดทำได้ค่อนข้างแม่นยำ แต่สำหรับฟันกรามแท่นั้นจะมีเงาของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งทั้งซี่ซ้อนทับกันยากที่จะหาตำแหน่งใกล้กลางและไกลกลางของมันได้ แม้จะมองเห็นจุดสัมผัส (*contact points*) ของฟันแต่ก็ยากที่จะกำหนดให้แม่นยำได้ จึงแนะนำให้ใช้จุดตัดของเส้นตรงสองเส้นที่ลากต่อระหว่างจุดสัมผัสบนสุดข้างหนึ่ง ไปยังจุดสัมผัสต่ำสุดอีกข้างหนึ่งของฟันกรามแท้ตำแหน่งที่อยู่บนและล่างสุดในภาพถ่ายรังสี จุดตัดนี้ให้ชื่อว่า M_0 เป็นตัวแทนของแนวสบฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง (รูปที่ 55)



รูปที่ 55 การกำหนดจุด Mo

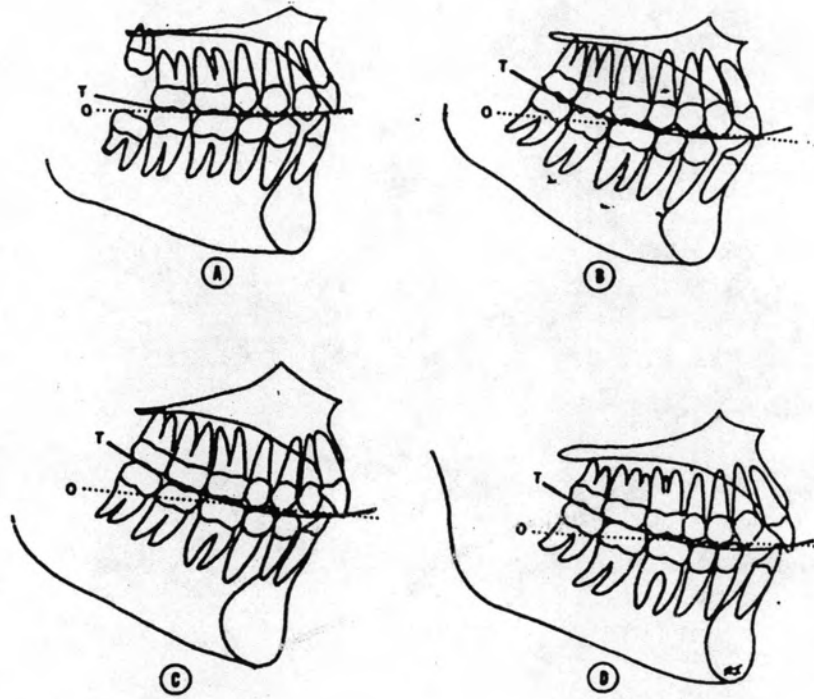
Jacobson (14) ศึกษาถึงความผันแปรของระนาบที่แสดงลักษณะใบหน้าในแนวตั้ง พบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสับสนปกติ ระนาบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variability) มากที่สุดคือระนาบเพดานรองลงมาเป็นระนาบสับสน และน้อยที่สุดคือระนาบขากรรไกรล่าง ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนในการกำหนดระนาบอ้างอิง ระนาบเพดานนั้น การใช้เส้นต่อระหว่าง ANS ถึง PNS อาจไม่แสดงความชันของเพดานอย่างแท้จริง Jacobson แนะนำให้ใช้เส้นตรงที่ลากผ่านบริเวณทึบแสงที่สุดของเพดานเป็นตัวแทนของความชัน จะแม่นยำกว่า (รูปที่ 56)



รูปที่ 56 แสดงการกำหนดระนาบเพดานโดยลากเส้นตรงผ่านบริเวณที่บวมที่สุด
เปรียบเทียบกับการลากเส้นประต่อระหว่างจุด ANS ถึง PNS

ระนาบสลับฟันก็มีความยากที่จะกำหนดให้แม่นยำ โดยเฉพาะในผู้ใหญ่ที่มีฟันกรามแท้ที่ขึ้น
สาม ลักษณะของระนาบนี้จะเป็นเส้นเว้าไปตามตำแหน่งของฟัน การใช้เส้นต่อระหว่างแนวสลับฟัน
ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งไปยังกึ่งกลางระหว่างปลายฟันหน้าบนและล่างนั้นเป็นวิธีที่เหมาะสม แต่ก็
ช้อยกเว้นในกรณีผู้ป่วยมีลักษณะ 'curve of Spee' ขึ้นหรือฟันหน้าบนหรือล่างมีลักษณะยื่นยาวหรือ
สั้นผิดปกติควรพิจารณากำหนดระนาบสลับฟันจากการลากเส้นผ่านแนวสลับฟันของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง
ไปยังฟันกรามน้อยซี่แรกจะถูกต้องกว่า (รูปที่ 57).

ส่วนระนาบขากรรไกรล่าง สามารถกำหนดจุดได้แม่นยำเนื่องจากเห็นขอบเขตชัดเจน
เพียงแต่ยึดถือการกำหนดจุดให้ถูกต้องตามคำจำกัดความของการวิเคราะห์แต่ละวิธีเท่านั้น



รูปที่ 57 เส้นทึบแสดงระนาบสบฟันที่มีความเว้าไปตามตำแหน่งฟันกรามเส้นประเป็น
การกำหนดระนาบสบฟันที่ถูกต้อง

การเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะ

การเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะเป็นไปได้ 3 ทิศทางคือ

1. แนวนราบ (horizontal growth) เพิ่มความลึกของใบหน้า (facial depth)
2. แนวตั้ง (vertical growth) เพิ่มความสูงของใบหน้า (facial height)
3. แนวขวาง (transversal growth) เพิ่มความกว้างของใบหน้า (facial width)

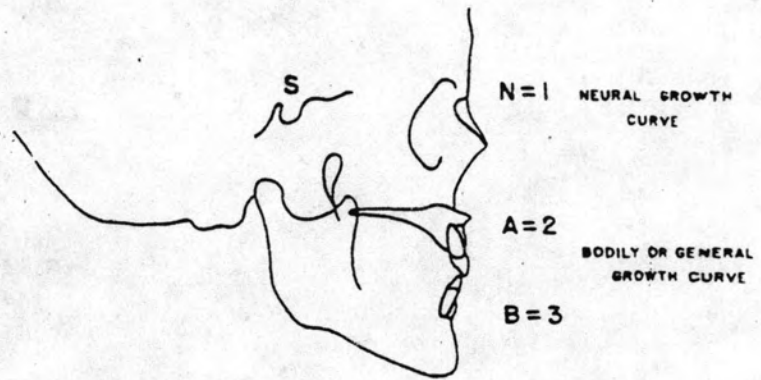
Goldstein (49) กล่าวว่า

1. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งเกิดมากและรวดเร็วที่สุด รองลงมาได้แก่ การเจริญเติบโตในแนวนราบและแนวขวางตามลำดับ
2. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งของแต่ละบุคคลแตกต่างกันมากที่สุด รองลงมาได้แก่การเจริญเติบโตในแนวขวางและแนวนราบตามลำดับ
3. ใบหน้าส่วนล่างมีการเจริญเติบโตในแนวนราบมากกว่าใบหน้าส่วนบน
4. ช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว (spurt of growth) มี 2 ช่วง คือ ระหว่างอายุ 3-5 ปี และ 13-15 ปี

Maj และ Muzi (50) ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะตั้งแต่ อายุ 5-15 ปี แบบ cross sectional พบว่าใบหน้าที่มีการเจริญในแนวนราบอย่างรวดเร็วเมื่อ อายุ 6, 9, 13 และ 15 ปี มีการเจริญในแนวตั้งอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 7, 9 และ 13 ปี ช่วงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (stable period) เมื่ออายุ 10 และ 14 ปี

Scammon (51) แสดงอัตราการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะที่จุด N, A และ B (รูปที่ 58) พบว่า

1. การเจริญที่จุด N เป็นไปพร้อมกับสมองและกะโหลกศีรษะมีการเจริญมากถึง 85% ในระหว่างอายุ 0-5 ปี และเพิ่มขึ้น 96% ในระหว่างอายุ 5-10 ปี หลังจากนั้นการเจริญของ 4% ที่เหลือจะเกิดขึ้นในระหว่างอายุ 10-20 ปี
2. การเจริญที่จุด A และ B เป็นไปพร้อมกับการเจริญของร่างกายทั่วไป คือ ระหว่างอายุ 0-5 ปี จุด A มีการเจริญ 45% จุด B มีการเจริญ 40% จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 65% ระหว่างอายุ 5-10 ปี ส่วนอีก 35% ที่เหลือจะเจริญต่อไปในช่วงอายุ 10-20 ปี

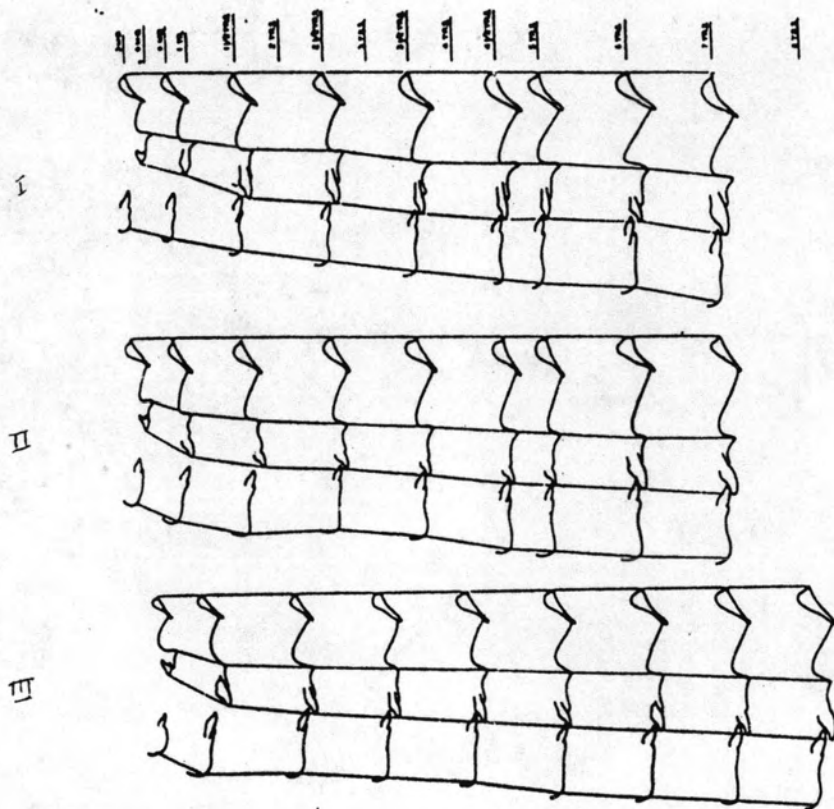


	YEARS 0 - 5	5 - 10	10 - 20
1	88% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	98% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 4% COMPLETED
2	48% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	88% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 35% COMPLETED
3	40% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	88% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 35% COMPLETED

รูปที่ 58 แสดงการเจริญของกะโหลกศีรษะและใบหน้า

Broadbent (52) ทำการศึกษาการเจริญของใบหน้าแบบต่อเนื่องตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนหมดการเจริญเติบโต ใช้ภาพถ่ายรังสี จำนวน 4000 ภาพ พบว่ารูปแบบใบหน้าจะมีสัดส่วนคงที่ และมีการเจริญลงล่างพร้อมกับไปทางหน้า (downward and forward) ยกเว้นจุด Nasion ที่มีการเจริญขึ้นบนพร้อมกับไปทางหน้า (upward and forward)

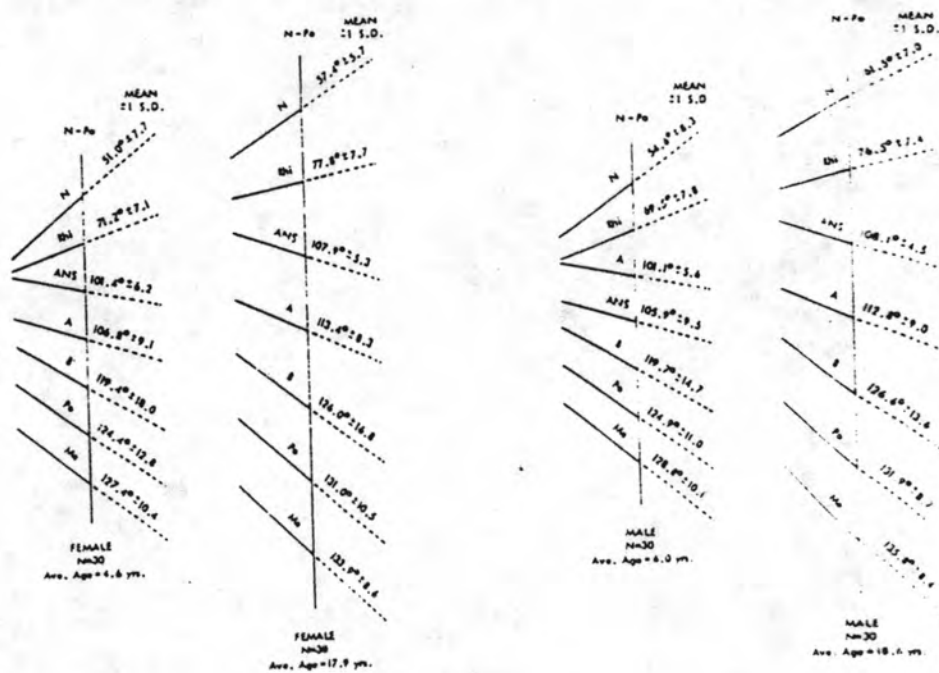
Brodie (53) กล่าวว่ารูปแบบการเจริญเติบโตในแต่ละบุคคลมีลักษณะคงที่ ใบหน้าจะเจริญไปด้วยสัดส่วนเดิม ซึ่งเป็นค่าที่แสดงลักษณะเฉพาะของใบหน้าแต่ละชนิดหลังจากอายุ 1-2 ปี แล้ว ความสูงของใบหน้าส่วนบนจะมีค่า 43% ของความสูงใบหน้าทั้งหมด และต่อมาเขาได้ศึกษาการเจริญแบบต่อเนื่องของกะโหลกศีรษะ จากอายุ 3 เดือนถึง 8 ปี พบว่า รูปแบบใบหน้าจะแสดงให้เห็นตั้งแต่อายุน้อย ๆ และเมื่อแสดงให้เห็นแล้วจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกเลย กล่าวคือ ใบหน้าจะเจริญต่อไปด้วยสัดส่วนเดิม (รูปที่ 59) .



รูปที่ 59 แสดงตัวอย่าง 3 ราย การเจริญของใบหน้าเป็นไปด้วยสัดส่วนเดิม

Sassouni และ Nanda (54) ทำการศึกษาแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างที่มีโครงสร้างเป็นลักษณะ open bite 8 คน และ deep bite 8 คน ตั้งแต่อายุ 6 ปี จนหมดการเจริญเติบโต พบว่าลักษณะรูปแบบใบหน้าจะคงเดิม และชัดเจนขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

Bergersen (55) ศึกษาทิศทางการเจริญของใบหน้าแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างหญิง 30 คน ชาย 30 คน พบว่า จุด ANS และ Na มีทิศทางการเจริญที่แน่นอนที่สุด จุด Pog และ B มีทิศทางการเจริญที่แปรผันมากที่สุด ทิศทางการเจริญของจุด Na แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศ ขณะที่จุดอื่น ๆ มีทิศทางของการเจริญใกล้เคียงกันทั้งสองเพศ ในช่วงที่เปลี่ยนจากฟันน้ำนมเป็นฟันแท้ ทิศทางการเจริญจะไม่คงที่มีลักษณะเป็นคลื่น (wave-like) ไม่อาจทำนายวิถีทางการเจริญได้ แต่เมื่อฟันแท้ได้ขึ้นแทนที่ฟันน้ำนมที่หลุดไปทิศทางการเจริญจะมีลักษณะคงที่ไปตลอดการเจริญเติบโต (รูปที่ 60)



รูปที่ 60 แสดงทิศทางการเจริญของจุดอ้างอิงต่าง ๆ ในการศึกษาแบบต่อเนื่อง