



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

นักมานุษยวิทยาเป็นบุคคลกลุ่มแรกที่เริ่มใช้ระนาบอ้างอิงในการจัดตำแหน่งกะโหลกศีรษะแห้ง ตลอดจนวัดค่ามุม ระยะทางระหว่างจุดกำหนดต่าง ๆ บนกะโหลกศีรษะแห้ง เพื่อศึกษาขนาดและลักษณะของกะโหลกศีรษะแห้งบริเวณต่าง ๆ (19)

Craniometry (20) หมายถึงศิลปะการวัดกะโหลกศีรษะแห้งของสัตว์ต่าง ๆ เพื่อแสดงความแตกต่างของกะโหลกศีรษะแต่ละชนิด ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ (The art of measuring skulls of animals so as to discover their special difference)

Cephalometry หมายถึง การวัดกะโหลกศีรษะทั้งส่วนที่เป็นกระดูกโครงสร้าง และ soft tissue ในสิ่งมีชีวิตหรือกะโหลกศีรษะแห้งจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะ

Haddon (21) ได้อ้างว่า Hippocrates เป็นบุคคลแรกที่เริ่มศึกษารูปร่างของกะโหลกศีรษะแห้ง โดยสังเกตจากกะโหลกศีรษะที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติ (macrocephalic) แต่ยังไม่มีการวัดที่แน่นอน

Popham (22) กล่าวว่า Leonardo da Vinci เริ่มใช้เส้นอ้างอิง เพื่อแบ่งโครงสร้างกะโหลกศีรษะเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยศึกษาในกะโหลกศีรษะแห้ง ทดลองลากเส้นในแนวนอน 4 เส้น



รูปที่ 4 แสดงเส้นในแนวนอน 4 เส้น ของ Leonardo da Vinci ในภาพวาด
ได้แก่

- A = เส้นในแนวนอนบนสุด ไม่เกี่ยวข้องกับรูปร่างกะโหลกศีรษะ
- B = เส้นในแนวนอนลากผ่านรอยต่อระหว่างกระดูก frontal และ nasal ทางด้านหน้า ทางด้านหลังผ่าน dorsum sellae ซึ่งจะ
ใกล้เคียงกับ S-N plane
- C = เส้นในแนวนอนลากผ่าน ANS และเพดานแข็ง ซึ่งตรงกับ
maxillary line
- D = เส้นในแนวนอนที่อยู่ล่างสุดลากสัมผัสกับส่วนล่างสุดของ symphysis

เมื่อนำระนาบทั้ง 4 มาศึกษาความสัมพันธ์ในกะโหลกศีรษะของคน พบว่าเส้น C คือ เส้นที่ลากสัมผัสจุดต่ำสุดของปีกจมูกกับส่วนล่างของใบหู และเป็นเส้นที่อยู่ในแนวนอนเมื่อศีรษะตั้งตรงสายตาอยู่ในแนวระดับ



รูปที่ 5 แสดงระนาบอ้างอิงที่ใช้ศึกษาศีรษะมนุษย์

Duckworth (23) กล่าวถึง Spigel ซึ่งศึกษาระนาบอ้างอิง 4 ระนาบ ได้แก่

Facial plane = เส้นที่ลากผ่านส่วนล่างสุดของคางไปยังส่วนบนสุดของ
กะโหลกศีรษะ

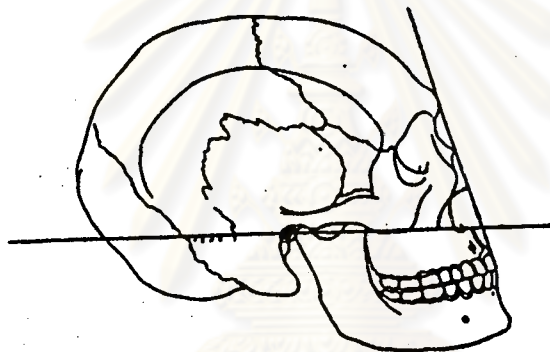
Occipital plane = เส้นที่ลากจากกระหม่อมไปยัง atlas

Frontal plane = เส้นที่ลากจากขมับข้างหนึ่งไปยังด้านตรงข้าม

Sincipital plane = เส้นที่ลากจากจุดต่ำสุดของหูไปยังจุดสูงสุดของ sinciput ซึ่งเป็นส่วนหน้าของศีรษะ

Spigel กล่าวว่า ในคนที่มีใบหน้าได้สัดส่วนสมดุลงหน้าทั้ง 4 เส้น นี้จะเท่ากัน แต่ไม่ได้แสดงค่าสำหรับใบหน้าที่ไม่ได้สัดส่วน

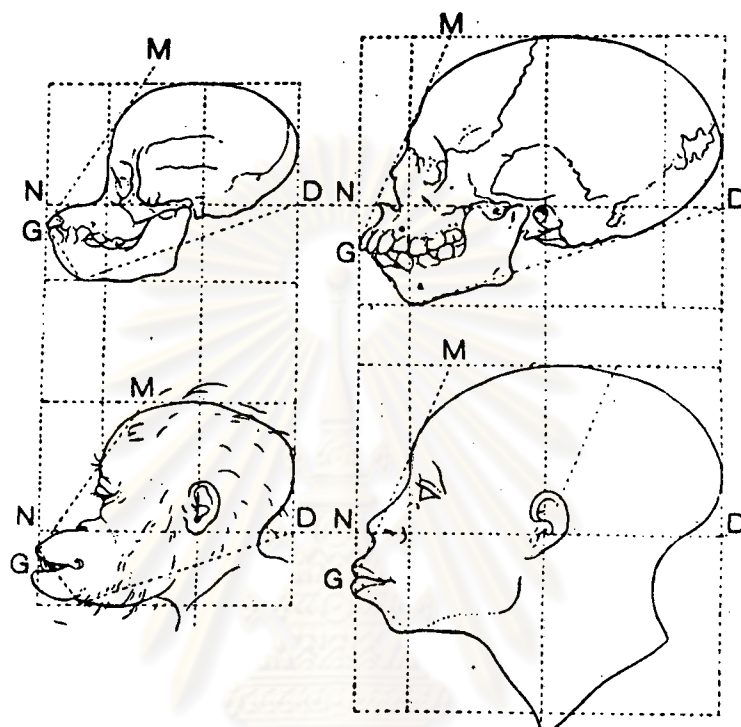
Finlay (24) และ Downs (25) รวบรวมผลงานของ Camper ซึ่งเป็นบุคคลแรกที่เริ่มวัดกะโหลกศีรษะ โดยเสนอค่า Facial angle ซึ่งนำมาใช้จนถึงปัจจุบัน Facial angle ของ Camper คือมุมซึ่งเกิดจาก Facial plane ทำกับแนวระดับ



รูปที่ 6 แสดงการวัด Facial angle ของ Camper

Facial plane คือเส้นที่ลากจากจุดบนสุดของกระดูก frontal ไปยังจุดหน้าสุดของฟันหน้าบนในกะโหลกศีรษะแห้ง ในคนจะผ่านไปยังจุดสัมผัสของริมฝีปากบนและล่าง

แนวระดับ คือเส้นที่ลากผ่านจุดต่ำสุดของรูจมูกผ่าน zygomatic arch ไปยังจุดศูนย์กลางของรูหูด้านนอก



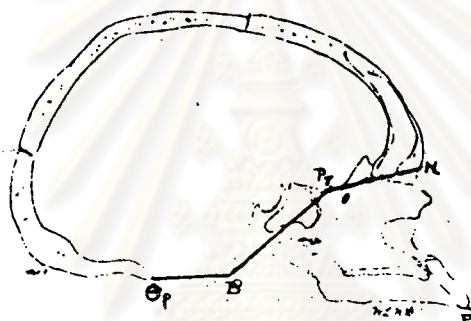
รูปที่ 7 แสดง Facial angle ในคนและสัตว์

คนยุโรป = 80° , นิโกร = 70° , Orangutan = 58°

ลิง = 42°

ศูนย์วิทยุทันตวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Huxley (26) กล่าวถึงข้อเสียของ Facial angle ว่าสามารถแสดงความสัมพันธ์เฉพาะใบหน้าส่วนบนและฐานกะโหลกเท่านั้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้แต่ไม่อาจแสดงความสัมพันธ์กับขากรรไกรล่างได้ จึงเสนอให้ใช้ Spheno ethmoidal angle (รูปที่ 8) คือมุมที่เกิดจากระนาบ Pr-N ทำกับระนาบ B-Pr และแบ่งฐานกะโหลกออกเป็น 3 ส่วน



รูปที่ 8 แสดงมุม sphenoethmoidal angle

N = Nasion, Pr = Prosthion, B = Basion

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

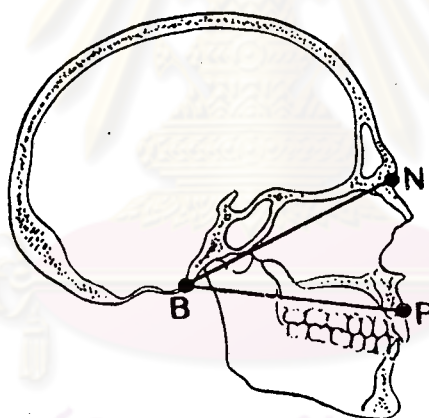
Downs⁽²⁵⁾ เสนอค่า Flower's gnathic index ซึ่งเป็นสัดส่วนระยะทาง Basion ถึง Prosthion กับระยะจาก Basion ถึง Nasion ($\frac{B-P}{B-N} \times 100$) ในการจำแนกโครงสร้างใบหน้าเป็น 3 แบบ

Orthognathous : Flower's gnathic index มีค่าน้อยกว่า 98°

Mesognathous : Flower's gnathic index มีค่าระหว่าง 98°- 103°

Prognathous : Flower's gnathic index มีค่ามากกว่า 103°

แต่ Flower's gnathic index มีข้อจำกัด เนื่องจาก prosthion ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของฟันหน้าบน

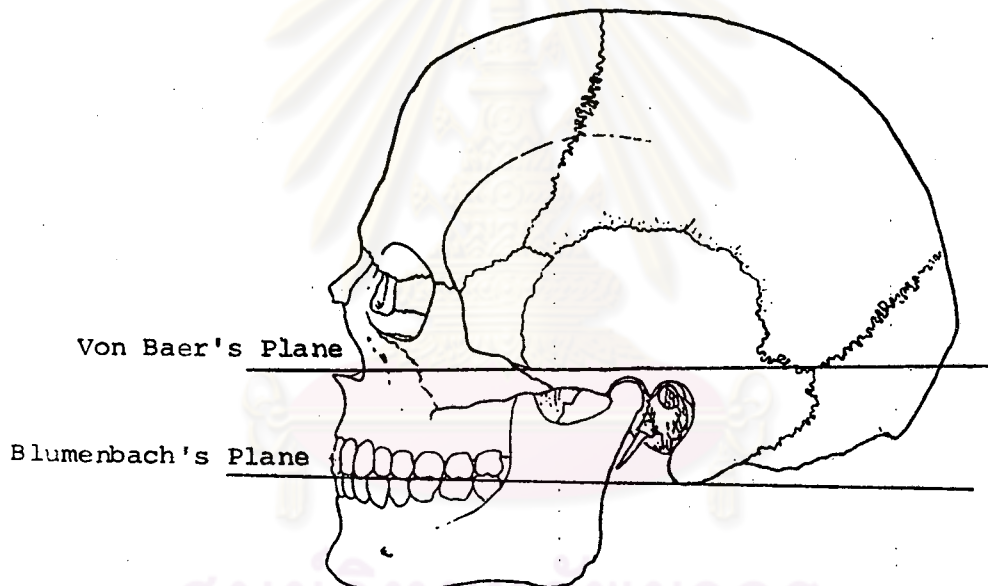


รูปที่ 9 แสดง Flower's gnathic index

ระนาบอ้างอิงและระนาบที่ใช้ในการจัดตำแหน่งของกะโหลกศีรษะซึ่งบางระนาบนำมาใช้ในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะในการวินิจฉัยและการบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

Blumenbach's plane (2, 19) คือระนาบที่ incisal edge ของฟันหน้าบน และ occipital condyle หรือ mastoid process สัมผัสกับพื้นราบเมื่อนำกะโหลกศีรษะแห้งที่มีเฉพาะขากรรไกรบนมาวางบนพื้นราบ

Von Baer's plane คือเส้นสัมผัสขอบบนสุดของ zygomatic arch มักขนานกับ Blumenbach's plane โดยประมาณ ใช้ในการวัดที่กะโหลกศีรษะนั้นไม่มีฟัน



รูปที่ 10 แสดง Von Baer's plane และ Blumenbach's plane

Broca's plane (French plane) คือเส้นที่ลากผ่านจุดต่ำสุดของ alveolar crest ระหว่างฟันหน้าบนทั้งสองซี่ ไปยังจุดต่ำสุดของ occipital condyle เมื่อกะโหลกศีรษะวางอยู่บนพื้นราบ วัดขนาดการมาจาก Blumenbach's plane Broca เป็นผู้เสนอระนาบนี้ และเสนอวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของกะโหลกศีรษะระหว่างเชื้อชาติ โดยการวัดกะโหลกศีรษะพร้อมทั้งประดิษฐ์ craniostat ในการจับกะโหลกศีรษะ

His plane คือเส้นที่ลากผ่าน anterior nasal spine และ Opisthion

Martin plane คือเส้นที่ลากผ่าน Nasion และ Inion (จุดนูนสุดของ occipital protuberance) ในแนวกึ่งกลางศีรษะ (mid sagittal)

Huxley's plane คือเส้นที่ลากผ่าน Nasion และ Basion

Hamy's plane คือเส้นที่ลากผ่าน Glabella และ Lambda (จุดตัดของ sagittal และ lambdoidal sutures ในแนวกึ่งกลางศีรษะ)

Von Ihring's plane คือเส้นที่ลากผ่าน Orbitale และจุดศูนย์กลางของ รูhd้านนอก เป็นระนาบที่ใกล้กับ FH plane มากที่สุด

Pycraft's plane คือเส้นที่ลากผ่าน Nasion และจุดศูนย์กลางของรูhd้านนอก

Montagu's plane คือเส้นที่ลากผ่าน Nasion และ Porion

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frankfort Horizontal Plane (FH plane)

FH plane เป็นระนาบอ้างอิงที่มีกำเนิดมาจากการประชุมของนักมานุษยวิทยาในประเทศเยอรมัน เมื่อปี ค.ศ. 1884 โดยยอมรับว่าใกล้เคียงกับแนวระดับตามธรรมชาติของศีรษะมากที่สุด (horizontal plane of natural head position) ขณะจ้องตาตัวเองในกระจกหรือตามองไปข้างหน้าในแนวระดับ



รูปที่ 11 แสดง Orbitale, Porion และ FH plane ในกะโหลกศีรษะแห้ง และคน

ในการประชุมครั้งนั้นได้มีข้อตกลงว่า FH plane คือเส้นที่ลากผ่าน Porion ขวาและซ้าย ซึ่งทับกันสนิท ไปยัง Orbitale ซ้าย (2, 19) จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะ Porion ขวาและซ้ายซ้อนทับกันได้ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีลำแสงรังสีส่วนกลางผ่านพอดี จึงไม่มีการขยายของภาพ ขณะเดียวกัน Orbitale ซ้ายเป็นบริเวณที่อยู่ชัดฟิล์มมากที่สุด มีกำลังขยายของภาพน้อยกว่าด้านขวามือและเห็นได้ชัดเจนกว่า (2) Ricketts (15) เสนอว่าในทางปฏิบัติการจัดตำแหน่งของผู้ป่วยเพื่อถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะในแต่ละครั้งย่อมมีความคลาดเคลื่อน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเจริญเติบโต จึงเสนอให้ใช้ตำแหน่งเฉลี่ยซ้ายขวาในกรณีที่เป็น

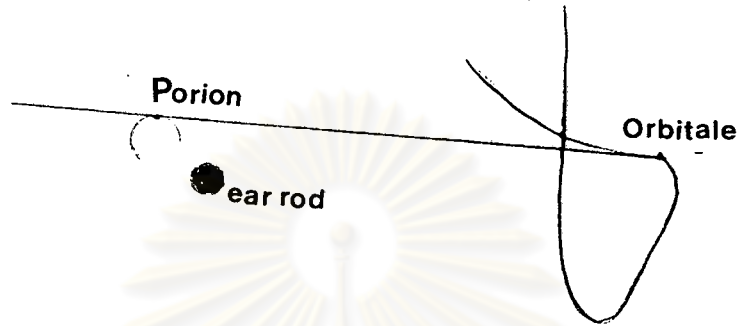
อวัยวะคู่ และไม่อาจจัดตำแหน่งให้อวัยวะทั้งสองทับกันได้สนิทสอดคล้องกับแนวความคิดของ Tweed⁽¹⁴⁾ Koski และ Virolainen⁽²⁷⁾ Thurow⁽²⁸⁾ ซึ่งกล่าวถึงความไม่สมดุลของอวัยวะซ้ายและขวาประกอบกับการจัดตำแหน่ง ในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะไม่ถูกต้อง ทำให้ Orbitale ซ้ายขวาไม่ซ้อนทับกันสนิทมีความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง จึงเสนอให้ใช้ตำแหน่งเฉลี่ยของ Orbitale ซ้ายและขวา

สำหรับตำแหน่งของ Porion ที่ปรากฏในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะของคนมักไม่ชัดเจนเหมือนในกะโหลกศีรษะแห้ง เนื่องจากลักษณะทางกายวิภาค^(4, 5, 6) ที่ซับซ้อน ความหนาของ soft tissue และตำแหน่ง cephalostat มักบังตำแหน่งรูหู

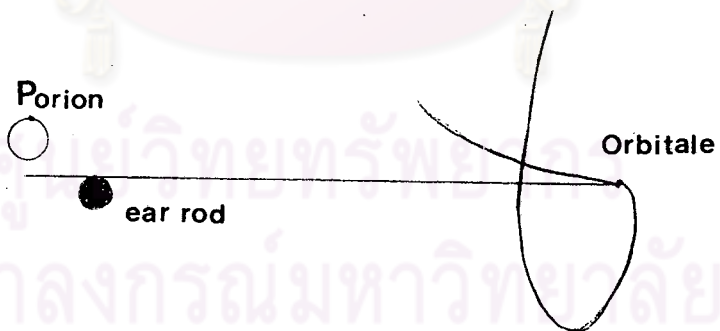
FH plane ซึ่งศึกษาจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะ จำแนกตามลักษณะของจุดอ้างอิงที่ใช้ (Orbitale และ Porion) เป็น 2 ลักษณะคือ

Anthropological FH plane คือ เส้นที่ลากผ่านจุดสูงสุดของรูหูด้านนอกไปยัง Orbitale สอดคล้องกับการกำหนดของนักมานุษยวิทยาในกะโหลกศีรษะแห้ง จุด Porion ซึ่งปรากฏในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะอาจเรียก Craniometric Porion ซึ่งตรงกับคำว่า true Porion ของ Ricketts⁽¹⁵⁾ Anthropological FH plane นี้ไม่อยู่ในแนวระดับที่แท้จริง มีลักษณะเอียงลาดลงไปทางด้านหน้าเล็กน้อย เนื่องจาก ear rod ไม่สามารถสอดเข้าไปในรูหูด้านนอกอย่างแท้จริง⁽²⁾

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



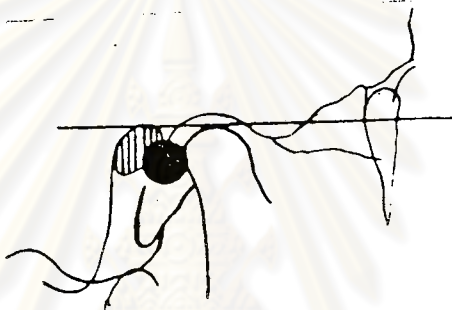
รูปที่ 12 Anthropological FH plane



รูปที่ 13 Cephalometric FH plane

Ricketts⁽²⁹⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของ true Porion และตำแหน่งของหัว condyle จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะของผู้ป่วย 100 คน พบว่า

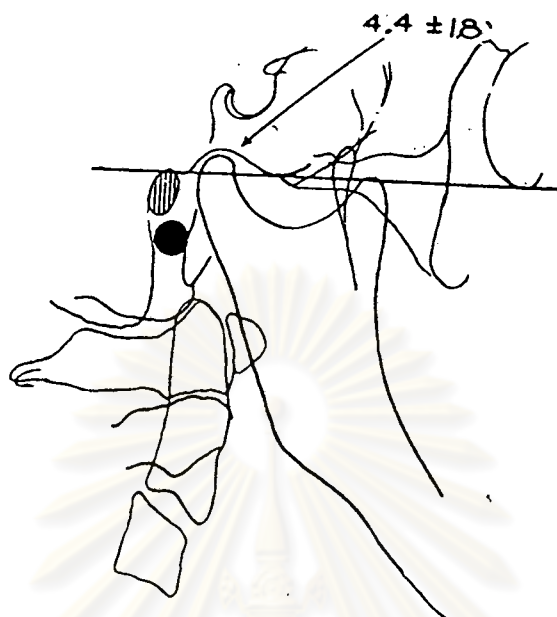
ในผู้ป่วย Class I malocclusion จุดสูงสุดของ condyle จะอยู่ใกล้หรืออยู่ระดับเดียวกับ true Porion (รูปที่ 14) true Porion อยู่ต่ำกว่าจุดลึกสุดของ glenoid fossa ประมาณ 2.48 ± 1.3 มม.



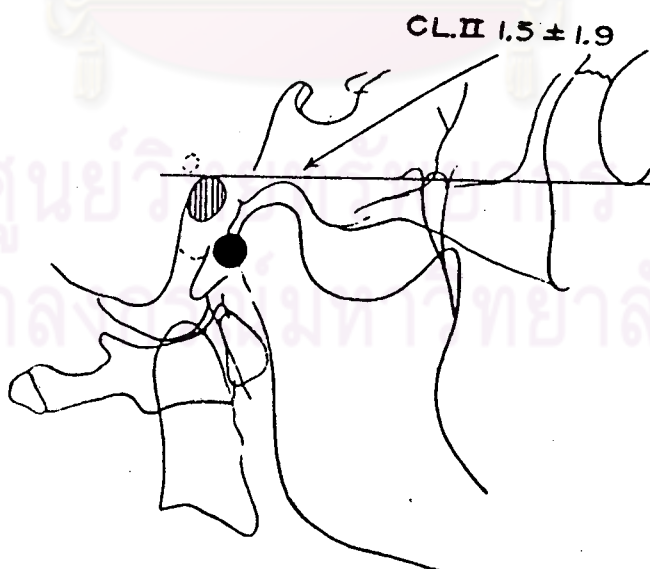
รูปที่ 14 แสดงตำแหน่งของ true Porion และ condyle ในคนปกติ

ในผู้ป่วย Class III malocclusion จุดสูงสุดของหัว condyle อยู่เหนือ FH plane true Porion อยู่ต่ำกว่าจุดลึกสุดของ glenoid fossa ประมาณ 4.4 ± 1.8 มม. (รูปที่ 15)

ในผู้ป่วย Class II division 2 malocclusion และ Class II division 1 malocclusion ส่วนหนึ่ง จุดสูงสุดของหัว condyle อยู่ต่ำกว่า FH plane true Porion อยู่เหนือจุดลึกสุดของ glenoid fossa ประมาณ 1.5 ± 1.9 มม. (รูปที่ 16)



รูปที่ 15 แสดงตำแหน่ง true Porion, condyle, glenoid fossa ในผู้ป่วย
Class III malocclusion



รูปที่ 16 แสดงตำแหน่ง true Porion condyle glenoid fossa ในผู้ป่วย
Class II division 2

Cephalometric FH plane (soft tissue FH plane) เป็นเส้นที่ลากผ่านจุด Porion ซึ่งเกิดจากการกำหนดโดยเกณฑ์ต่าง ๆ กัน เรียกว่า Cephalometric Porion ไปยัง Orbitale วิธีกำหนด Cephalometric Porion มีดังนี้

Blair⁽³⁰⁾ ใช้จุดสูงสุดของขอบกระดูกอ่อนของรูหูด้านนอก (cartilaginous Porion)

Higley⁽³¹⁾ ใช้จุดสูงสุดของ soft tissue ที่ปกคลุมรูหูด้านนอก

Broadbent⁽⁷⁾ Brodie⁽⁸⁾ William⁽⁹⁾ Downs⁽¹⁰⁾ ฯลฯ

ใช้จุดสูงสุดของ ear rod

Moorrees และ Kean⁽¹¹⁾ ใช้จุดบนสุดของหัว condyle

Moorrees⁽¹²⁾ ใช้จุดศูนย์กลางของ ear rod

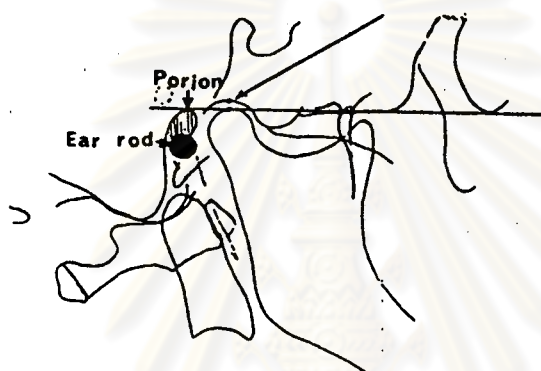
Salzmann⁽¹³⁾ ใช้จุดซึ่งอยู่ห่างจุดศูนย์กลางของ ear rod ขึ้นไปด้านบน

3 มม.

Tweed⁽¹⁴⁾ ใช้จุดซึ่งอยู่ห่างจุดศูนย์กลางของ ear rod ไปด้านบน 4.5 มม.

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ricketts (29) พบว่า การใช้ Cephalometric Porion แทน true Porion มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการจัดตำแหน่งของคนไข้ และตำแหน่ง ear rod ที่สอดเข้าไปในรูหู ซึ่งเป็นบริเวณ soft tissue กล่าวคือ ในคนปกติจุดสูงสุดของ ear rod จะอยู่ต่ำกว่า true Porion 10 มม. (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 แสดงตำแหน่ง ear rod ในคนปกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ของ FH plane FH plane เป็นระนาบอ้างอิงซึ่งยอมรับกันว่าใกล้เคียงกับแนวระดับตามธรรมชาติมากที่สุดระนาบหนึ่ง จึงนำมาใช้ประโยชน์ในกรณีต่อไปนี้

1. ระนาบในการจัดตำแหน่งศีรษะ (Plane of Orientation)
2. เป็นหลักในการสร้างระนาบซ้อนทับภาพ (Plane of Superimposition)
3. ระนาบอ้างอิง (Plane of Reference)

ระนาบในการจัดตำแหน่งศีรษะ

การถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะต้องจัดให้ตำแหน่งของศีรษะในแนวตั้ง ซึ่งสังเกตุจากเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางศีรษะขนานกับ cassette และตั้งฉากกับลำแสงรังสีส่วนกลาง ขณะเดียวกันต้องจัดตำแหน่งของศีรษะในแนวระดับให้ถูกต้อง ซึ่งยากกว่าการจัดตำแหน่งในแนวตั้ง ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการจัดตำแหน่งของศีรษะในแนวระดับแตกต่างกัน เช่น

Krogman และ Sassouni⁽²⁾ แสดงผลงานวิจัยของ Phelps ซึ่งเปรียบเทียบผลของการใช้ Broca's plane และ FH plane เป็นระนาบอ้างอิงในการจัดตำแหน่งของศีรษะในแนวระดับ โดยกำหนดให้ Porion และส่วนล่างของ condyle ซึ่งเป็นจุดอ้างอิงทางด้านหลังของ FH plane และ Broca's plane ตามลำดับ เป็นจุดคงที่ ในขณะที่ Orbitale และ Prosthion ซึ่งเป็นจุดอ้างอิงทางด้านหน้าของระนาบทั้งสองเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้มีตำแหน่งที่ถูกต้องในแนวตั้งพบว่า FH plane มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า Broca's plane ในแต่ละบุคคล เหมาะที่จะใช้เป็นแนวทางในการจัดตำแหน่งของศีรษะในแนวระดับ Perz และ Beauvieux กล่าวว่า แนวแกนของ Lateral semicircular canal เกี่ยวข้องกับการทรงตัวของร่างกาย Beauvieux, Austisier, Beltrami และคณะ⁽³²⁾ พบว่า Lateral semicircular canal ขนานไปกับ Nasion-Opisthion plane ดังนั้นสามารถใช้ Nasion-Opisthion plane เป็นระนาบอ้างอิงในการจัดตำแหน่งของศีรษะ



ในคนตำแหน่งของ Lateral semicircular canal ขึ้นกับการทำหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย⁽³³⁾ เมื่อศีรษะและสายตอยู่ในแนวระดับตามธรรมชาติ Lateral semicircular canal จะเอียงลงล่างไปข้างหลังทำมุม 30° กับ FH plane จากความรู้ที่นำมาจัดตำแหน่งศีรษะคนไข้โดยให้สายตอยู่ในแนวระดับ มองตรงไปข้างหน้าระยะทางไกลหรือจ้องตาตนเองในกระจกที่วางในแนวตั้งมีระยะห่าง 5 ฟุต

Broadbent⁽³⁴⁾ พบว่า FH plane มีทิศทางค่อนข้างตั้งฉากกับเส้นสมมุติในแนวตั้งตามธรรมชาติ ซึ่งเริ่มต้นจาก Coronal suture เส้นสมมุตินี้จะผ่านส่วนหน้าของ Ptm และ antegonial notch ด้วย ดังนั้นจึงควรพิจารณาใช้ FH plane เป็นแนวแกน X

Krogman และ Sassouni⁽²⁾ กล่าวว่า FH plane เป็นระนาบที่นำมาช่วยจัดตำแหน่งในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ได้อย่างกว้างขวาง เพราะใกล้เคียงกับแนวระดับตามธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งตรงกับข้อคิดเห็นของ Ricketts⁽¹⁵⁾ Downs^(25, 35)

Ricketts⁽¹⁵⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง FH plane, SN plane และ Ba-N plane กับแนวระดับตามธรรมชาติพบว่ามุมที่แนวระดับทำกับ

$$\text{FH plane} = 86.5^\circ \pm 2.8^\circ$$

$$\text{S-N plane} = 78^\circ \pm 3.7^\circ$$

$$\text{Ba-N plane} = 60^\circ \pm 3.8^\circ$$

FH plane เหมาะสมที่จะใช้เป็นระนาบในการจัดตำแหน่งกะโหลกศีรษะ

Downs⁽³⁵⁾ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ Facial angle ซึ่งเกิดจาก Facial plane ทำกับระนาบต่าง ๆ กัน ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดี พบว่ามุมที่เกิดจาก Facial plane ทำกับ FH plane, S-N plane และ Bolton plane มี range ใกล้เคียงกัน จึงสรุปให้เลือกใช้ FH plane

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการใช้ FH plane เป็นระนาบในการจัดตำแหน่งศีรษะ

Downs⁽³⁵⁾ Graber⁽³⁶⁾ Steiner⁽³⁷⁾ กล่าวว่า Porion เป็นจุดที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ขึ้นกับตำแหน่งผู้ป่วย

Downs⁽³⁵⁾ แสดงการใช้ FH plane เป็นระนาบอ้างอิงในการจำแนกโครงสร้างใบหน้า การแปลผลอาจคลาดเคลื่อนได้ในกรณีที่ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยไม่ถูกต้องหน้าก้มหรือเงยมากเกินไป



รูปที่ 18 แสดงตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยซึ่งทำให้ FH plane คลาดเคลื่อน

ต่อมา Downs ได้ศึกษาความคลาดเคลื่อนของ FH plane เมื่อทดลองถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะในผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน 100 คน ซึ่งจัดตำแหน่งศีรษะตามวิธีของ De Beer⁽³³⁾ พบว่า FH plane เบี่ยงเบนไปจากแนวระดับได้ถึง 10°

มีนักวิจัยหลายท่านพยายามแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนของ FH plane ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

Ricketts (29, 38) เสนอการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วย โดยอาศัยเส้นสมมุติซึ่งลากขนานกับแนวระดับและอยู่สูงจากขอบบนของ ear rod ขึ้นไป 15 มม. ขณะถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะต้องจัดให้ระดับหางตาอยู่ในเส้นขนานนี้



รูปที่ 19 แสดงการจัดตำแหน่งผู้ป่วยของ Ricketts

Krogman และ Sassouni⁽²⁾ เสนอวิธีแก้ไขความคลาดเคลื่อนการกำหนดจุด Porion โดยพยายามปรับตำแหน่งของ Porion และ ear rod ให้ทับกันพอดี สามารถกำหนดจุด Porion จากตำแหน่งของ ear rod ซึ่งสังเกตได้ชัดเจนกว่า โดยวิธีปรับตำแหน่งของศีรษะในแนวตั้งให้ลดต่ำ ภายหลังจาก ear rod ได้สอดเข้าไปอยู่ในรูหูเรียบร้อยแล้ว

Thurow⁽²⁸⁾ ให้ข้อเสนอมในการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย เพื่อช่วยให้ตำแหน่ง Porion ถูกต้องยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

1. ให้ผู้ป่วยนั่งตัวตรงศีรษะอยู่ระหว่าง ear rod วางมือทั้งสองบนตัก ไหล่ทั้งสองพักตามสบาย หลังไม่โค้งงอ ปรับระดับเก้าอี้จนหูของผู้ป่วยอยู่ระดับเดียวกับ ear rod โดยศีรษะอยู่ในท่าสบายที่สุด
2. ตรวจสอบด้วยตาและใช้มือคลำหูทั้งสองข้างอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ค่อย ๆ เลื่อน ear rod ให้ชิดหูทั้งสอง โดยระวังแรงกดจาก ear rod ไม่ให้แน่นจนเกินไป
3. จัดให้ผู้ป่วยก้มหรือเงยหน้าจนกระทั่งศีรษะอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการคือ FH plane ขนานกับแนวระดับ โดย Nasion positioning rod ช่วยควบคุมตำแหน่งของศีรษะให้อยู่คงที่
4. ขยับ ear rod เป็นครั้งสุดท้าย เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวของศีรษะ

Nielsen และ Solow⁽³⁹⁾ แนะนำว่าในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ ผู้ถ่ายไม่ควรจับศีรษะของผู้ป่วยเคลื่อนไปมา เพราะจะทำให้ตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติคลาดเคลื่อนได้

Solow และ Tallgren⁽⁴⁰⁾ Nielsen และ Solow⁽³⁹⁾ แนะนำให้ใช้ตำแหน่งศีรษะในแนวระดับตามธรรมชาติ (natural head position) เข้าร่วมในการจัดตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยก่อนถ่ายภาพรังสีเอกซ์ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก นำมาใช้ประเมินความสวยงามใบหน้าด้านข้าง การวินิจฉัยและวางแผนบำบัดรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ศึกษาตำแหน่งของขากรรไกรล่าง⁽⁴¹⁾ 咽喉พัก และ oropharyngeal structure^(42, 43)

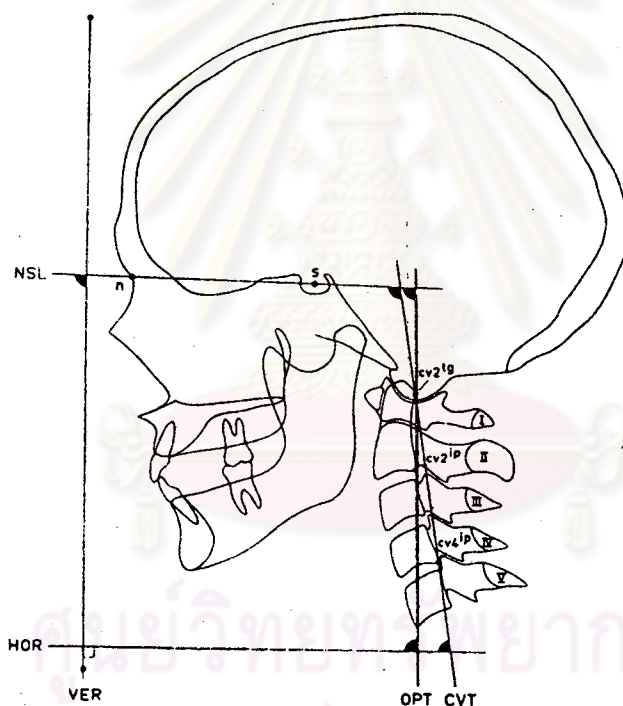
Neilsen และ Solow (39) ทดลองผลของการใช้ตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติ ในการจัดตำแหน่งผู้ป่วยก่อนถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ จากกลุ่มตัวอย่างอายุ 6 - 15 ปี 30 คน โดยถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ 2 ครั้ง ห่างกัน 35 วัน ได้ผลสรุปว่า

ตำแหน่งศีรษะต่อแนวตั้ง (มุม NSL/VER) มีความคลาดเคลื่อน 2.3°

ความชันของกระดูกคอ (มุม OPT/HOR) มีความคลาดเคลื่อน 3.1°

Cranio-cervical angulation (มุม NSL/OPT) มีความคลาดเคลื่อน

3.4° ค่ามุมที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงแนะนำให้ใช้ตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติในการจัดตำแหน่งผู้ป่วยก่อนถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ได้



รูปที่ 20 แสดงการวัดมุมการจัดตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติ

CV_2^{tg}	จุดสัมผัส OPT บน odontoid process
CV_2^{ip}	จุดต่ำสุดของกระดูกคอชั้นที่ 2 บน corpus
CV_4^{ip}	จุดต่ำสุดของกระดูกคอชั้นที่ 4 บน corpus
OPT	CV_2^{tg} CV_2^{ip}
CVT	CV_4^{ip} CV_2^{tg}
VER	แนวตั้ง
HOR	แนวระนาบลากตั้งฉากกับ VER

Solow และ Tallgren⁽⁴⁰⁾ พบว่าตำแหน่งศีรษะมีความสัมพันธ์กับรูปร่างของกะโหลกศีรษะและใบหน้า ตลอดจน dento alveolar morphology

Vig และคณะ⁽⁴⁴⁾ Showfety⁽⁴⁵⁾ กล่าวว่าในคนที่มีศีรษะเงย เมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกคอและแนวคิงมี

1. ใบหน้าส่วนหน้ายาวและใบหน้าที่ส่วนหลังสั้น
2. กะโหลกศีรษะและใบหน้าที่มีขนาดเล็กในแนวหน้าหลัง
3. ขากรรไกรถอยไปทางด้านหลัง ขากรรไกรล่างชัน
4. ฐานกะโหลกส่วนหน้าชัน และสูงกว่าปกติ
5. Nasopharyngeal space แคบ

ในคนที่มีศีรษะก้มจะพบลักษณะตรงข้าม

Björk⁽⁴⁶⁾ สังเกตว่าในคนที่ขากรรไกรล่างถอยไปทางด้านหลังมักมีฐานกะโหลกแบน จะพยายามตั้งศีรษะให้ตรงโดยศีรษะส่วนหน้าเงยไปข้างหลัง คางยื่นมาข้างหน้าเมื่อขดเขยกับตำแหน่งของลูกคางที่ถอยไปทางด้านหลัง ในทางตรงข้ามคนที่ขากรรไกรล่างยื่นจะมีฐานกะโหลกโค้ง ศีรษะและใบหน้าที่ก้มต่ำ สอดคล้องกับข้อคิดเห็น Lundstrom⁽⁴⁷⁾ และ Marcotte⁽⁴⁸⁾

Fromur และ Lundburg⁽⁴⁹⁾ พบว่าในคนที่มีขากรรไกรล่างยื่น เมื่อผ่าตัดขากรรไกรล่างแล้วใบหน้าจะเงยขึ้นประมาณ 2.7° ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Marcotte⁽⁴⁸⁾ ว่าตำแหน่งของศีรษะสัมพันธ์กับตำแหน่งคางและอายุ

Vig และคณะ⁽⁴⁴⁾ กล่าวว่า การควบคุมตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติขึ้นกับ

1. แรงต้านต่อแรงดึงดูดของโลก
2. การหายใจ
3. การกลืน

4. การมองเห็น
5. การทรงตัว
6. การได้ยิน

ตำแหน่งศีรษะจะไวต่อสิ่งเร้าจากภายนอกมากกว่าแรงต้านต่อแรงดึงดูของโลก การหายใจมีผลต่อตำแหน่งศีรษะมากกว่าการมองเห็น

Aronson⁽⁵⁰⁾ และ Solow และ Greve⁽⁵¹⁾ พบว่าตำแหน่งศีรษะเกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจ ภายหลังตัด adenoid tonsil เพื่อแก้ไขการหายใจทางปาก ตำแหน่งศีรษะจะก้มต่ำลง $2.6^{\circ} - 3.6^{\circ}$

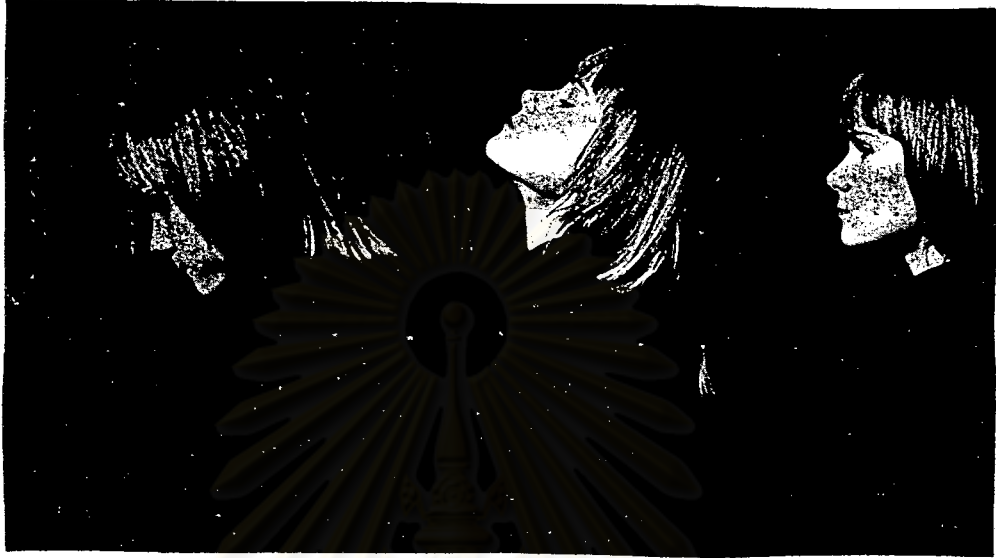
Lunstrom⁽⁴⁷⁾ กล่าวว่า การจัดตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติกระทำได้ดังต่อไปนี้ ยืนในท่าสบาย สายตามองตรงไปข้างหน้าอยู่ในแนวระดับ หรือจ้องตาตนเองในกระจก ซึ่งสอดคล้องกับวิธีของ De Beer⁽³³⁾ และ Broca⁽⁵²⁾

Neilsen และ Solow⁽³⁹⁾ กล่าถึง การปรับตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติมี 2 วิธี

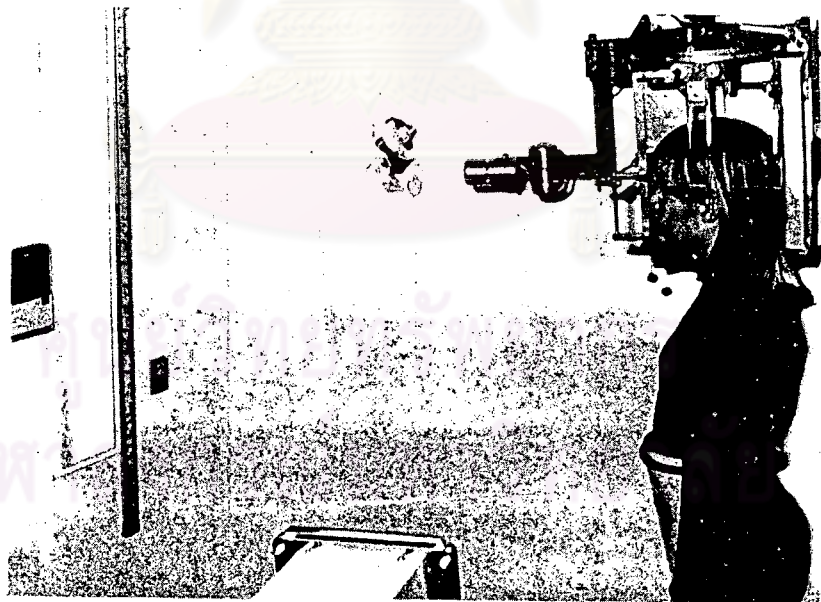
1. ปรับด้วยตัวเอง โดยอาศัยความรู้สึกของผู้ป่วยจาก proprioceptive information ของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น

แนะนำผู้ป่วยค่อย ๆ ก้มศีรษะและเงยศีรษะซ้ำ ๆ ดังรูป (รูปที่ 21) จนได้ตำแหน่งที่สบายที่สุด

2. ปรับด้วยสายตา อาศัยสิ่งอ้างอิงจากภายนอก เช่น การจ้องตาตัวเองในกระจก หรือ เครื่องมือที่วางอยู่ในแนวระดับข้างหน้า (รูปที่ 22)



รูปที่ 21 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติตามความรู้สึกตัวเอง

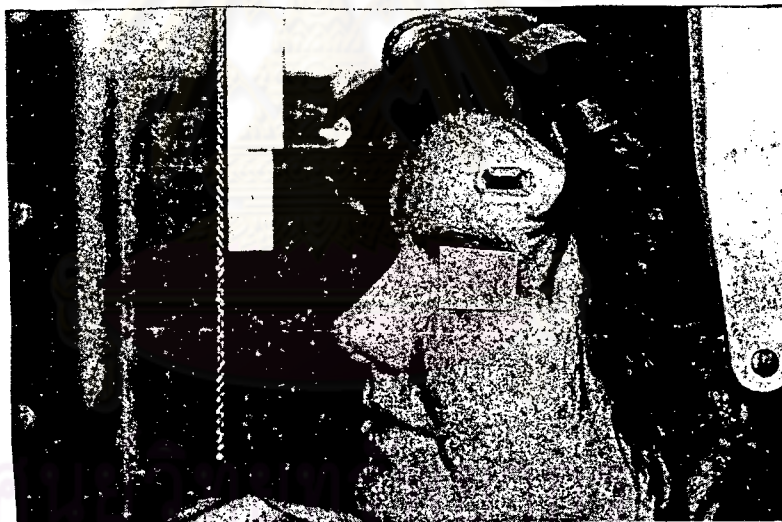


รูปที่ 22 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติโดยการจ้องตาตัวเองในกระจก

Solow และ Tallgren⁽⁴⁰⁾ ทำการทดลองพบว่าตำแหน่งศีรษะขณะจ้องตาตนเองในกระจกจะเงยขึ้นมามากกว่าตำแหน่งศีรษะที่จัดด้วยความรู้สึกของตนเอง 3°

Aronson⁽⁵³⁾ จัดตำแหน่งศีรษะก่อนถ่ายภาพรังสีเอกซ์ ให้ผู้ป่วยยืนให้สบายนอก cephalometer แล้วเอาดินสอขีดไว้ในแนวระดับบนแก้ม จากนั้นถ่ายภาพรังสีเอกซ์ใช้ลำแสงตั้งฉากกับรอยดินสอและซ้อนทับกันสนิท

Showfety⁽⁴⁵⁾ ประดิษฐ์เครื่องมือตรวจสอบแนวระดับโดยสังเกตจากเครื่องมือระดับน้ำ เพื่อช่วยในการจัดตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติ โดยเครื่องมือชิ้นนี้จะติดไว้บริเวณขมับของผู้ป่วย ก่อนถ่ายภาพรังสีเอกซ์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 23 เครื่องมือที่ปรับระดับน้ำติดไว้บริเวณขมับ เพื่อช่วยการจัดตำแหน่งศีรษะ

พบว่า มุมที่เกิดจาก S-N plane ทำกับแนวตั้ง ซึ่งหาได้จากการใช้เส้นลวดโลหะแขวนจาก cephalostat ในแนวตั้งผ่านแนวกึ่งกลางศีรษะ แล้วถ่ายภาพรังสีเอกซ์ มีค่าประมาณ $89.75^{\circ} \pm 0.25^{\circ}$ สรุปว่าเครื่องมือนี้ใช้เป็นตัวบ่งชี้ตำแหน่งของศีรษะในแนวระดับได้

Callahan⁽⁵⁴⁾ พบว่า ในผู้ป่วยที่มีทางเดินหายใจอุดตัน ค่าเฉลี่ยของมุม = $90.57^{\circ} \pm 0.08^{\circ}$ เมื่อทดลองถ่ายภาพรังสีเอกซ์ 2 ครั้งห่างกัน พบว่ามุมที่วัดได้แต่ละครั้งไม่แตกต่างกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

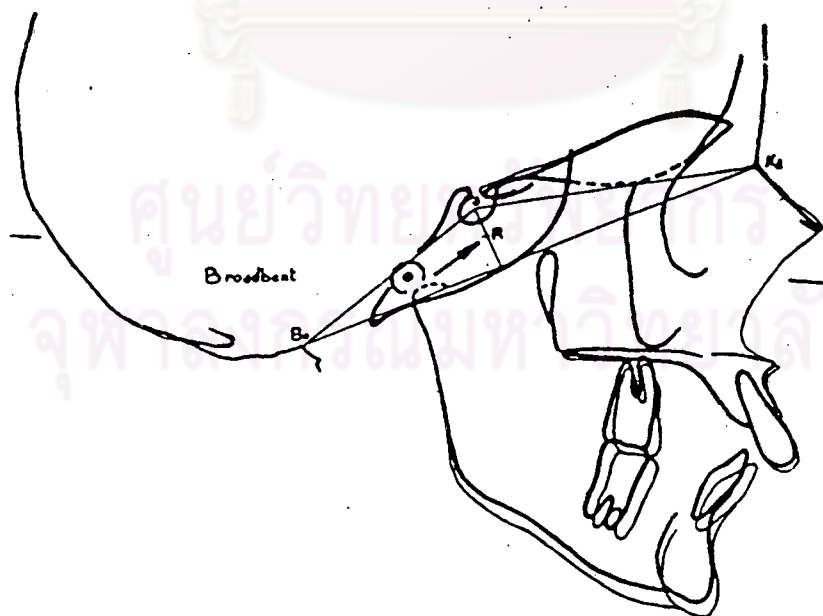
Plane of Superimposition

เป็นระนาบที่ใช้ซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ ซึ่งถ่ายในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ของบุคคลเดียวกัน แบบต่อเนื่อง (longitudinal study) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างใบหน้าตามธรรมชาติหรือผลของการบำบัดรักษา ในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ โดยใช้ระนาบดังกล่าวต้องมีจุดหนึ่งซึ่งคงที่ แทนด้วยสัญลักษณ์ R (Registration) (2)

Plane of Superimposition มีลักษณะและวิธีใช้แตกต่างกันดังนี้

1. การประเมินผลทั้งใบหน้า Plane of Superimposition ควรอยู่บริเวณฐานกะโหลก เนื่องจากมีการเจริญเติบโตเต็มที่ตั้งแต่อายุ 6 - 8 ปี ระนาบเหล่านี้มักไม่อยู่ในแนวระดับ ดังนั้นในการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์จึงพิจารณาเลือกใช้จุด R ซึ่งเป็นจุดปลายสุด หรือจุดกึ่งกลางของระนาบที่กำหนดขึ้น เช่น

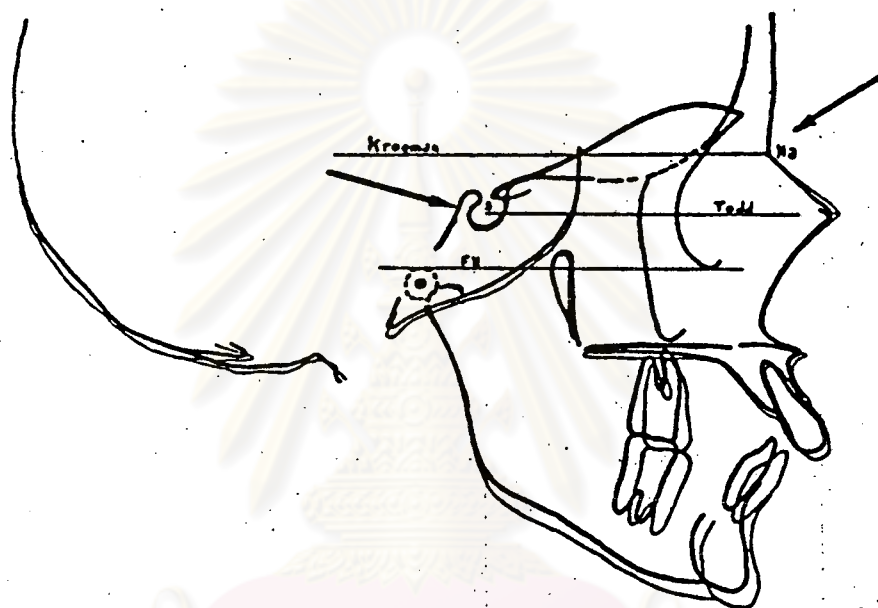
Broadbent (34) ใช้ N-Bo plane เป็นระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ โดย R เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากจากจุด S มาตั้งฉากกับ N-Bo plane



รูปที่ 24 แสดงระนาบในการซ้อนทับภาพของ Broadbent

Krogman⁽⁵⁵⁾ ใช้ระนาบที่ลากผ่านจุด N และขนานกับ FH plane เป็นระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ ณ จุด N

Krogman และ Sassouni⁽²⁾ กล่าวถึงการใช้ระนาบที่ลากผ่านจุด S และขนานกับ FH plane เป็นระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ ณ จุด S ของ Todd ดังรูป

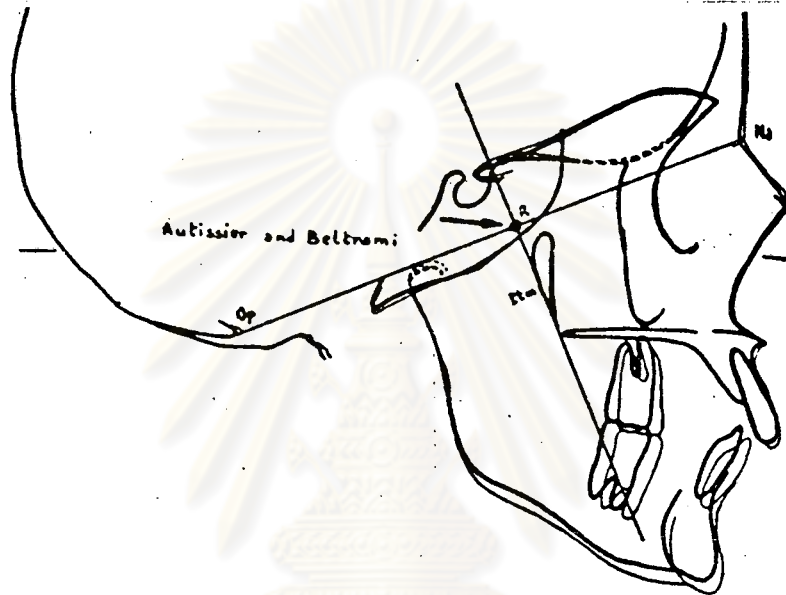


รูปที่ 25 แสดงระนาบซ้อนทับภาพของ Krogman และ Todd

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



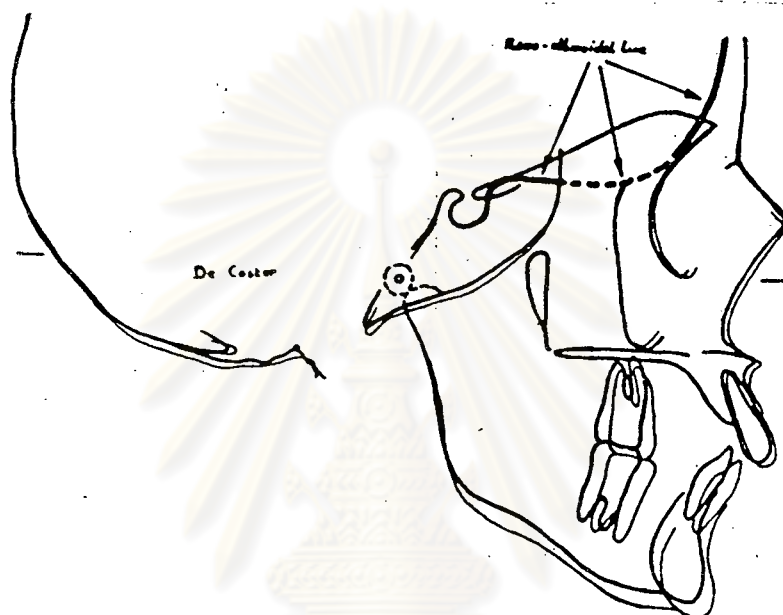
Autissier และ Beltrami⁽⁵⁶⁾ ใช้ N-Op plane เป็นระนาบในการ
ซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ โดยกล่าวว่าระนาบนี้อยู่ในแนวเดียวกับ Horizontal
semicircular canal จุด R เป็นจุดตัดของเส้นที่ลากผ่านขอบหลังของ Ptm และ
ตั้งฉากกับ N-Op plane



รูปที่ 26 แสดงระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของ Autissier
และ Beltrami

ศูนย์วิทยุทันตกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

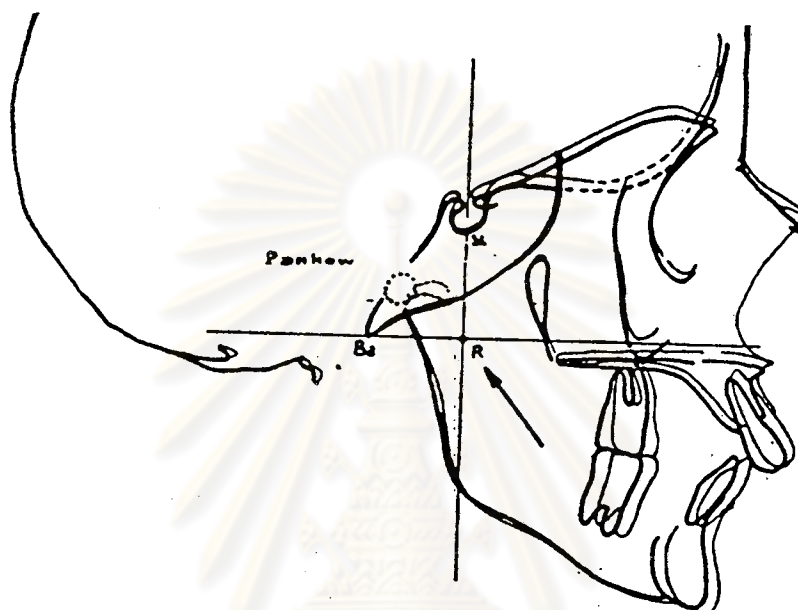
De Coster (57, 58) ใช้ Plano-ethmoidal plane ซึ่งลากผ่านความโค้งส่วนหน้าของกระดูกอนม้าตุรกี, roof of cribriform plate และ internal plate ของกระดูก frontal โดยกล่าวว่าระนาบนี้คงที่ภายหลังอายุ 7 ปี



รูปที่ 27 แสดงระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของ De Coster

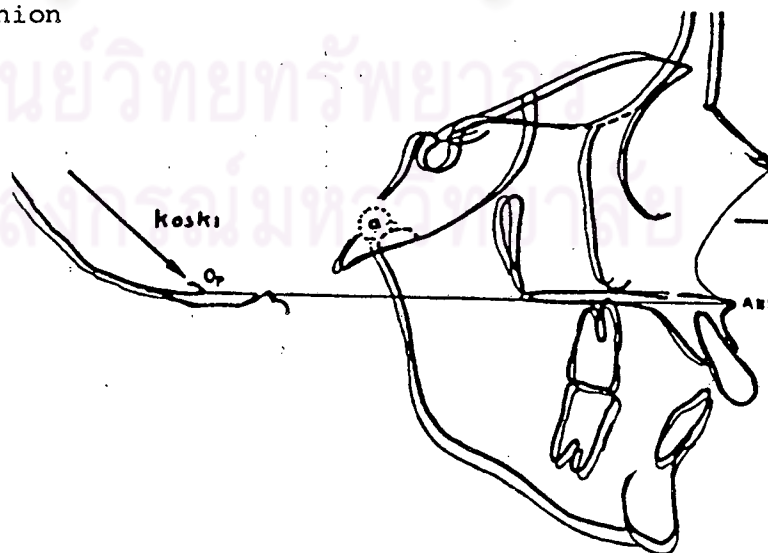
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Pankow (59) ใช้เส้นที่ลากผ่านจุด Basion ขนานกับ FH plane เป็น
 ระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ R คือจุดตัดของเส้นที่ลากผ่านจุด S และตั้งฉาก
 กับระนาบนี้



รูปที่ 28 แสดงระนาบการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ของ Pankow

Koski (60) ใช้ plane of His เป็นระนาบในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสี-
 เอกซ์ ณ Opisthion



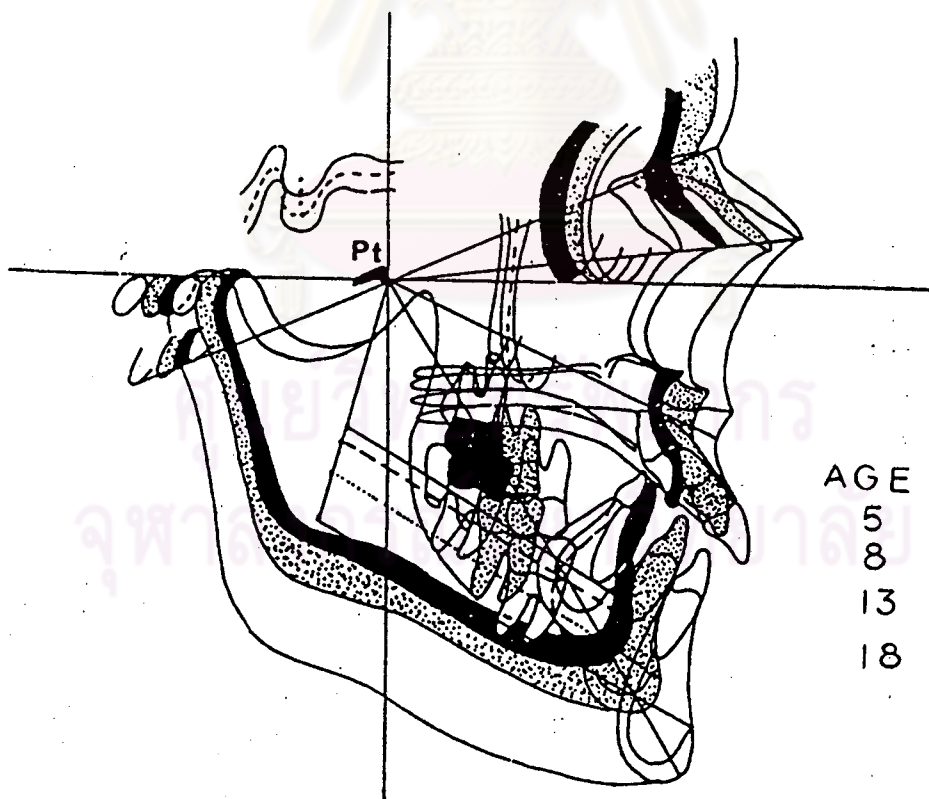
รูปที่ 29 แสดงระนาบการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ของ Koski

วัดนะ มธุรสชัย (61) ช้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณฐานกะโหลกศีรษะที่เส้น "De Coster" ไปตามแนวของกระดูกอานม้าตริก กระดูก ethomid และกระดูกหน้าผากด้านใน ตามเกณฑ์ของ Sassouni เพื่อที่จะดูการเปลี่ยนแปลงบริเวณ

ก. เพดาน พบว่า PNS จะอยู่ตำแหน่งเดิมในแนวระดับ ขณะเดียวกัน ANS เจริญมาทางด้านหน้าและเฉียงลงล่าง

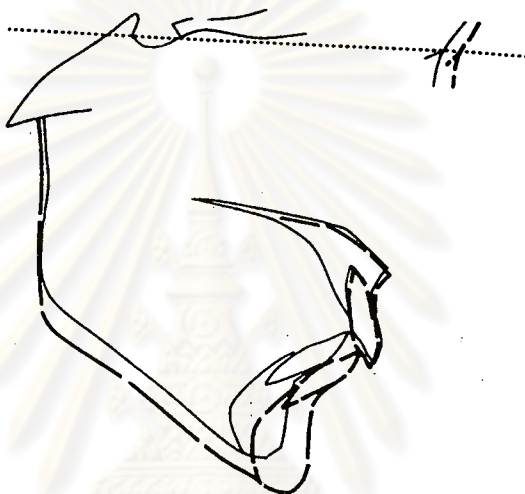
ข. ขากรรไกรล่างสังเกตการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างในแนวตั้งและแนวระดับ

Ricketts (29) กล่าวว่า บริเวณ Pterygoid axis เป็นจุดศูนย์กลางการเจริญเติบโตของใบหน้า โดยส่วนประกอบต่าง ๆ ของใบหน้าและขากรรไกรเคลื่อนที่ออกจากจุดศูนย์กลาง ในลักษณะ arc ของวงกลม Ricketts ใช้บริเวณ Pterygoid axis ช้อนทับภาพรังสีเอกซ์



รูปที่ 30 แสดงการช้อนทับภาพรังสีเอกซ์ เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

Hasund (62) ซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ไปตาม S-N plane เนื่องจาก Nasion มีการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้ง จึงซ้อนทับภาพ ณ จุด S วางฟิล์มแผ่นที่ 2 ให้บริเวณฐานกะโหลกด้านหน้า ขอบด้านหน้าส่วนบนของ Pterygo palatine fossa ซ้อนกับฟิล์มแผ่นที่ 1 มากที่สุด Nasion อาจอยู่ในตำแหน่งเดียวกันหรือแตกต่างกัน



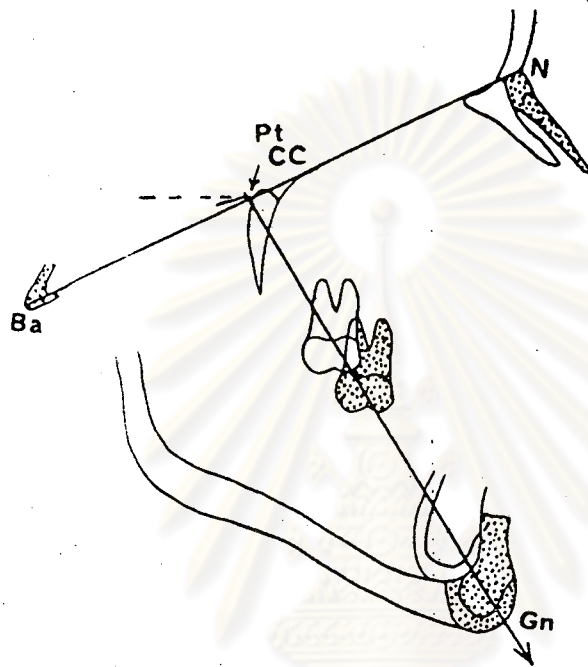
รูปที่ 31 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ของ Hasund ณ จุด S

2. การประเมินผลเฉพาะที่ (regional of the face)

Ricketts (29, 63) กำหนดบริเวณซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ เพื่อจุดผลเฉพาะที่

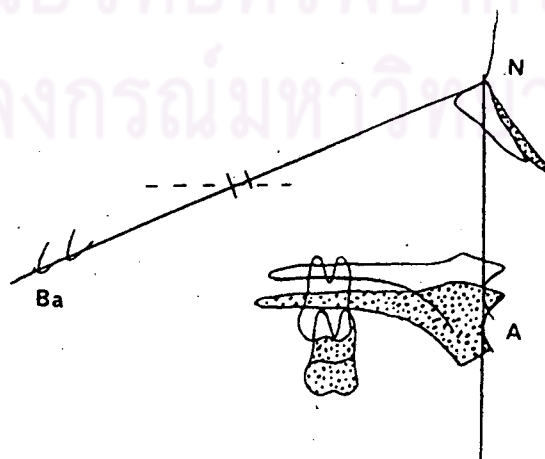
ดังต่อไปนี้

1. ข้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณฐานกะโหลกศีรษะที่ Ba-N ณ จุด cc ซึ่งเป็นจุดตัดของ Facial axis (Pt-Gn) กับ Ba-N เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของลูกคาง ณ จุด Gn และฟันกรามบนซี่ที่ 1 พบว่า อวัยวะทั้งสองเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงตามแกนของ Facial axis



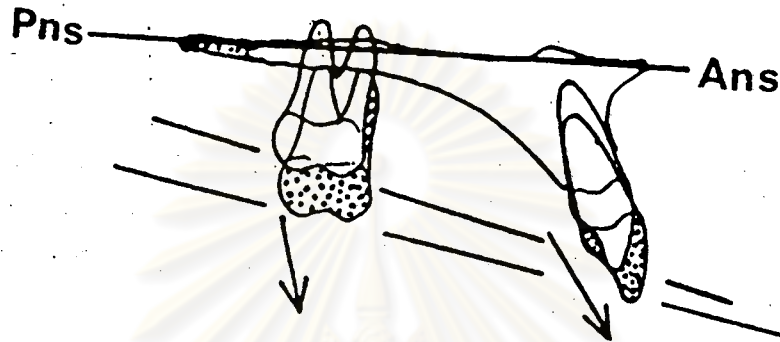
รูปที่ 32 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีบริเวณฐานกะโหลกศีรษะของ Ricketts

2. ข้อนทับภาพรังสีเอกซ์บนระนาบ Ba-Na ที่จุด Na เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรบน ณ จุด A (รูปที่ 33) มีประโยชน์ในการประเมินผลการบำบัดรักษาด้วย head gear



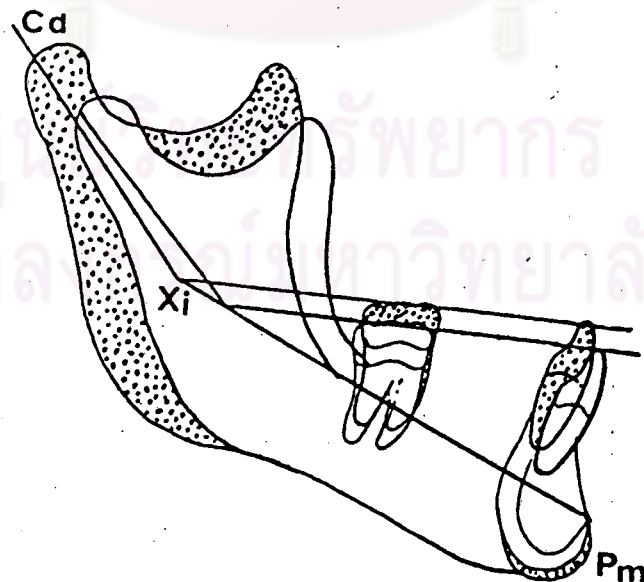
รูปที่ 33 แสดงการซ้อนทับภาพ Ba-Na ที่จุด Na

3. ซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บน Palatal plane ที่จุด ANS เพื่อประเมินผล การเปลี่ยนแปลงฟันกรามบนและฟันหน้าบน โดยปกติฟันกรามบนจะเคลื่อนที่ลงมากกว่า ฟันหน้าบน



รูปที่ 34 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บน Palatal plane ที่ ANS

4. ซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ corpus axis ที่จุด Pm เพื่อประเมินผล การเปลี่ยนแปลงของฟันกรามล่างและฟันหน้าล่าง ปกติ Occlusal plane จะเคลื่อนที่ ขึ้นบนในทิศทางขนานกับ Occlusal plane. เดิม และฟันหน้าล่างเคลื่อนที่มาทางด้าน หลังเล็กน้อย Xi point จะเคลื่อนที่มาด้านหลังมากกว่าการเคลื่อนที่ของ condyle



รูปที่ 35 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ corpus axis ที่ Pm

5. ซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ Esthetic plane ที่จุดตัดระหว่าง Esthetic plane กับ Occlusal plane เพื่อประเมินผลลักษณะของ soft tissue profile ในการเจริญเติบโตตามปกติ soft tissue profile มี convexity ลดลง

Superimposition Area
(esthetic plane at the
crossing of the occlusal plane)



รูปที่ 36 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ E plane ที่จุดตัดกับ Occlusal plane

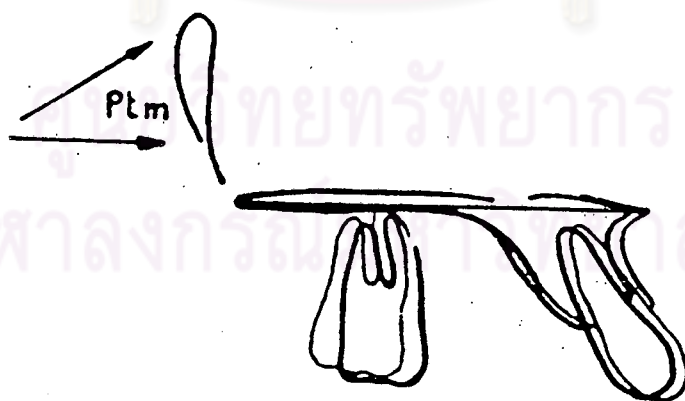
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้ยังซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บน Palatal plane ที่ ANS
สังเกตการเปลี่ยนแปลงบริเวณ Pterygo maxillary fissure และการเคลื่อนที่
ของฟันกรามบน การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของขากรรไกรล่างซึ่งสัมพันธ์กับขากรรไกร
บน (2)



รูปที่ 37 แสดงการซ้อนทับภาพที่ Palatal plane ณ จุด ANS

และซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บน Palatal plane ที่จุด PNS เมื่อสังเกตการ
เคลื่อนที่ของขากรรไกรบน และฟันหน้าบนทั้งหมด



รูปที่ 38 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ที่ Palatal plane ณ จุด PNS

วัฒน์ มธุราลัย⁽⁶¹⁾ และ Hasund⁽⁶²⁾ กล่าวถึงการซ้อนทับภาพ
รังสีเอกซ์ของ Björk เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรล่าง 4 บริเวณคือ

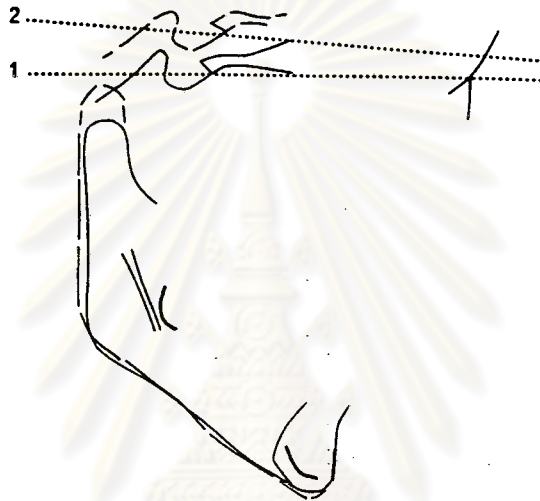
- ก. บริเวณ Pog ตรงขอบนอกของ cortical bone
- ข. ด้านล่างของ symphysis ตรงบริเวณขอบด้านในของ cortical bone
- ค. บริเวณ mandibular canal
- ง. ขอบล่างของท่อหินกรามซี่สุดท้าย



รูปที่ 39 แสดงตำแหน่งการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ของ Björk

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในทางปฏิบัติ Hasund⁽⁶²⁾ แนะนำว่าให้ซ้อนทับภาพฟิล์มที่สองกับฟิล์มแรก โดยให้บริเวณดังกล่าวข้างต้นนี้ซ้อนทับกันมากที่สุด มุมระหว่าง S-N plane ของฟิล์มที่ 2 ต่อฟิล์มที่ 1 แสดงถึงการหมุนของขากรรไกรล่าง ถ้าค่ามุมเปิดทางด้านหลังแสดงถึงขากรรไกรล่างหมุนมาทางด้านหน้า ถ้ามุมเปิดทางด้านหน้าแสดงถึงขากรรไกรหมุนมาทางด้านหลัง



รูปที่ 40 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์แผ่นฟิล์มที่ 2 ต่อแผ่นฟิล์มที่ 1 ดูการหมุนของขากรรไกรล่าง

Hasund แนะนำว่าควรซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ Pog และ Mandibular plane เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฟันล่าง



รูปที่ 41 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ Pog และ Mandibular plane

Krogman และ Sassouni (2) แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ symphysis เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตทางค้ำหลังของ ramus, condyle



รูปที่ 42 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ symphysis

การซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ Gonial angle ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ condyle, symphysis และพื้นหน้าล่าง



รูปที่ 43 แสดงการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์บริเวณ Gonial angle

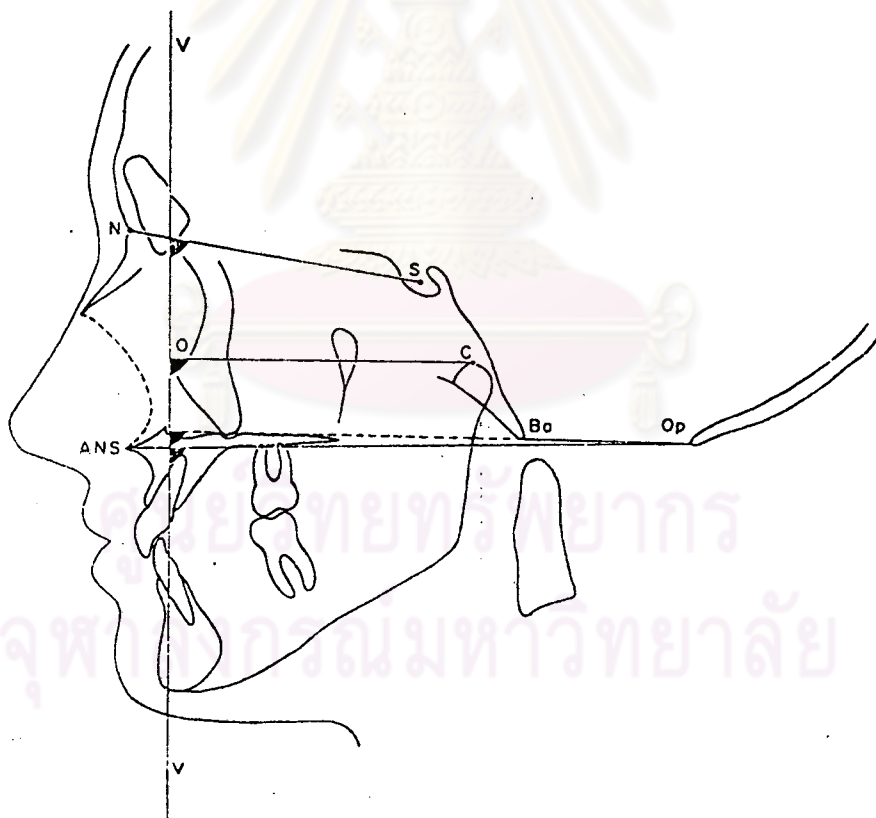
ระนาบอ้างอิง (Reference plane)

เป็นระนาบที่ใช้เปรียบเทียบการวัดขนาดของใบหน้าและกะโหลกศีรษะในลักษณะของระยะทางหรือมุม เพื่อวินิจฉัยลักษณะโครงสร้างใบหน้าตลอดจนความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าและกะโหลกศีรษะโดยศึกษาในระยะสั้น (cross-sectional study) หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้ระนาบอ้างอิงแตกต่างกันดังต่อไปนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

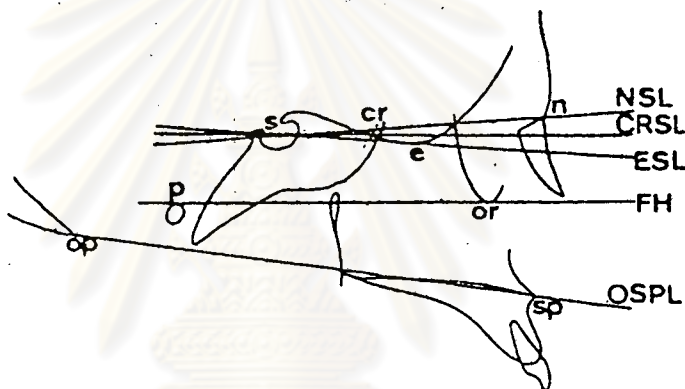
Moorrees และ Kean⁽¹¹⁾ ศึกษาตำแหน่งศีรษะในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ ด้านข้างกะโหลกศีรษะจากกลุ่มตัวอย่าง 61 คน โดยถ่ายภาพรังสีเอกซ์ 2 ครั้ง ในระยะเวลา 1 อาทิตย์ ระบุว่าอ้างอิงในแนวตั้งอยู่ภายนอกกะโหลกศีรษะหาได้จากการใช้เส้นลวดตรงแขวนไว้กับ cephalostat ในแนวเดียวกับเส้นกึ่งกลางศีรษะ ซึ่งจะปรากฏเป็นเส้นสีขาวในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ จัดตำแหน่งผู้ป่วยให้ระดับสายตาอยู่ในแนวระดับ พบว่าระนาบอ้างอิงในแนวตั้งไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อทดสอบระนาบอ้างอิงในกะโหลกศีรษะได้แก่ S-N plane, FH plane, His plane และ Ba-Op (รูปที่ 44) เปรียบเทียบกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้งพบว่าระนาบอ้างอิงภายในกะโหลกศีรษะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าระนาบอ้างอิงภายนอก เนื่องจากความลาดเอียงของฐานกะโหลก จึงแนะนำให้ใช้ระนาบในแนวตั้งเป็นระนาบอ้างอิง



รูปที่ 44 แสดงการวัดระนาบอ้างอิงภายในกะโหลกศีรษะ โดยวัดค่ามุมทำกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้งภายนอกกะโหลกศีรษะ

Bjerin⁽⁶⁴⁾ พบว่า FH plane และ S-N plane มีความคลาดเคลื่อน
ในแนวระดับพอ ๆ กัน แนะนำให้ใช้แนวระดับที่แท้จริงเป็นระนาบอ้างอิง

Wei⁽⁶⁵⁾ ทดลองวัดค่ามุมจากระนาบต่าง ๆ ในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้าง
กะโหลกศีรษะของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน สรุปว่าระนาบมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
NSL plane รองลงมาได้แก่ FH plane, ESL plane, OSPL plane, CRSL plane
ตามลำดับ



รูปที่ 45 แสดงการเปรียบเทียบระนาบอ้างอิง ของ Wei

NSL = Nasion Sella line

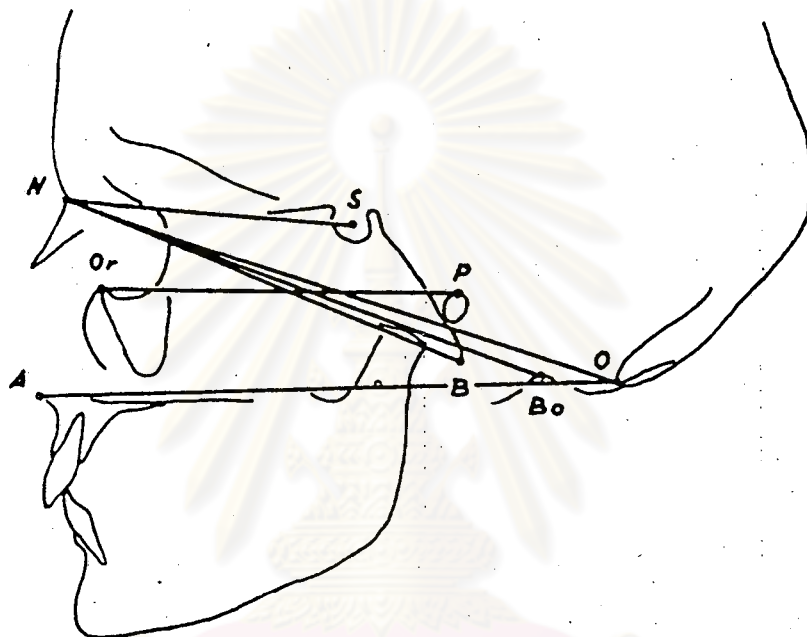
CRSL = Cranial base registration point Sella line

ESL = Ethmoidale Sella line

FH = Frankfort Horizontal plane

OSPL = Acanthion Opisthion (line of His)

Koski และ Virolainen⁽²⁷⁾ ทดลองทำนองเดียวกับ Wei ในกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ได้ผลสรุปว่าระนาบที่มีความคลาดเคลื่อนในการกำหนด (systemic error) ได้แก่ N-Bo plane และ FH plane ดังนั้น Koski จึงแนะนำให้ใช้ His plane แทน



รูปที่ 46 แสดงการศึกษาเปรียบเทียบระนาบอ้างอิงของ Koski

Krogman และ Sassouni⁽²⁸⁾ กล่าวถึงการทดลองของ Broadbent เกี่ยวกับการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะในกลุ่มตัวอย่างผิวขาว ชาย 50 คน หญิง 50 คน พบว่า N-Bo plane (Bolton plane) มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด การนำมาใช้เป็นระนาบอ้างอิงด้วยเหตุผลว่าระนาบนี้คลุมฐานกะโหลกศีรษะทั้งหมด ไม่แนะนำให้ใช้ N-Ba plane เนื่องจากจุด Basion เห็นไม่ชัดเจน มักถูกบังด้วย cephalostat ในเด็กมี Tympanic ring ชักร่วมด้วย

(66)
Broadbent: ... เปรียบเทียบความคงที่ของระนาบอ้างอิงต่อไปนี้
N-Ba plane, S-N plane และ N-Po plane สรุปว่า N-Po plane คงที่มากที่สุด

Björk⁽⁶⁷⁾ ทดสอบความแม่นยำของจุดต่าง ๆ ซึ่งประกอบเป็นระนาบอ้างอิงที่นิยมใช้ทั่วไป โดยการวัดมุม 55 ค่า ระยะต่าง ๆ 31 ค่า ด้วยผู้วิจัย 2 คน วัด 2 ครั้ง พบว่า S-N plane เป็นระนาบอ้างอิงที่ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะการกำหนดจุด S และ N มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ Richardson⁽⁶⁸⁾

พร้อมทั้งกล่าวว่า Porion และ Bolton point มีความคลาดเคลื่อน จึงไม่เห็นด้วยกับการใช้ FH plane และ Bolton plane เป็นระนาบอ้างอิง Björk ทดลองใช้ S-N plane เป็นระนาบอ้างอิงและจัดตำแหน่ง พบว่า S-N plane และแนวระดับไม่สัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ S-N plane ในการจัดตำแหน่ง แต่ใช้เป็นระนาบอ้างอิงได้ สอดคล้องกับ Reidel⁽⁶⁹⁾ Steiner⁽³⁷⁾ Koski และ Virolainen⁽²⁷⁾

Steiner⁽³⁷⁾ ให้ข้อคิดเห็นต่อไปว่า FH plane เหมาะสมกับนักมานุษยวิทยา ที่นำมาใช้เพราะการกำหนดตำแหน่งในกะโหลกศีรษะแห้งชัดเจน แต่ไม่เหมาะสมกับทันตแพทย์จัดฟัน ซึ่งใช้ในคนที่มีชีวิต แต่แนะนำให้ใช้ S-N plane เนื่องจากกำหนดได้แม่นยำ เป็นระนาบซึ่งอยู่ในแนวกึ่งกลางศีรษะ มีความคลาดเคลื่อนน้อยเมื่อศีรษะไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

De Coster⁽⁷⁰⁾ ไม่เห็นด้วยกับการใช้ S-N plane เนื่องจาก apposition growth บริเวณ Nasion แนะนำให้ใช้ endocranial outline ของ anterior cranial fossa แทน โดยให้เหตุผลว่าบริเวณนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ภายหลังอายุ 7 ปี ทั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Mills และคณะ⁽⁷¹⁾ ซึ่งแนะนำให้ใช้ บริเวณขอบล่างของความโค้งด้านหน้าของ sella turcica และ cribriform plate ของ ethmoid bone เป็นระนาบในการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์



Ricketts (72) ให้ข้อเปรียบเทียบการเลือกระนาบอ้างอิงจาก S-N plane, FH plane และ Ba-N plane ดังต่อไปนี้

1. ทางปฏิบัติ FH plane เป็นระนาบที่เห็นได้ชัดเจนในการจัดตำแหน่งผู้ป่วย เนื่องจาก Porion และ Orbitale สอดคล้องกับตำแหน่งของคิงซูและกระบอกตามองเห็นชัดเจน ทั้งในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะและด้านหน้า แต่ S-N plane, Ba-N plane อยู่ภายในฐานกะโหลกมองไม่เห็นจากภายนอก

2. Ricketts ไม่สนับสนุนให้ใช้ S-N plane ด้วยเหตุผลที่ว่าแม่ Nasion จะมีความสำคัญทางกายวิภาคศาสตร์ต่อใบหน้า แต่มีตำแหน่งไม่คงที่ คือมีการพอกพูนกระดูก, และ Sella เป็นที่อยู่ของ pituitary gland ไม่เกี่ยวกับใบหน้าและขากรรไกร

FH plane เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของ vital sign โดยมีขอบกระบอกตาเจริญลงข้างล่าง แต่ยังคงมีขนาดคงที่ Porion เป็นจุดกำหนดบน temporal bone โดยจะอยู่ชิดกับ semicircular canal ซึ่งเป็นอวัยวะรับความรู้สึกเกี่ยวกับการได้ยินและป้องกันอวัยวะที่สำคัญเช่น carotid canal, cranial nerve 7th, 8th และ jugular foramen

3. ความแม่นยำในการวัด Ricketts ทำการทดสอบดังนี้ จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะ 7 ภาพ ลุ่มตัวอย่างมา 4 ภาพ มีผู้วัดซึ่งผ่านการฝึกหัดมาแล้ว 4 คน แต่ละฟิล์มทำเครื่องหมายไว้ที่มุมทั้ง 4 คน ต่างกำหนดจุด Sella, Nasion, Porion, Orbitale และ Basion โดยให้ tracing ของผู้ทำการวัดคนหนึ่งเป็นตัวเปรียบเทียบ (base line) พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้แตกต่างกันน้อยมากดังต่อไปนี้ S-N plane $\pm 0.66^\circ$, FH plane $\pm 0.7^\circ$ และ Ba-N $\pm 0.72^\circ$

4. การใช้สรุปผล (application in description) ถ้าระนาบอ้างอิงอันใดใช้ได้ดีในการสรุปผล ค่าความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างการวัดซากกรไกรบน, ซากกรไกรล่าง ต่อระนาบอ้างอิงจะมีค่าน้อย พบว่า SNA, SNB มีค่าความสัมพันธ์มากกว่าค่าที่วัดได้จาก N-Pog ต่อ FH plane และ N-Ba plane ต่อ FH plane อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Ricketts ให้เหตุผลว่าอาจเนื่องจากจุดอ้างอิง N-Ba plane, FH plane อยู่ห่างกันมากกว่า S-N plane จึงทำให้มีช่วงกว้างในการเปลี่ยนแปลงโดยไม่มีนัยสำคัญในการแปลผล

5. การใช้เกี่ยวกับการเจริญเติบโต (application in growth forecasting)

S-N plane เป็นระนาบในฐานกะโหลกไม่มีความสัมพันธ์กับ glenoid fossa จึงไม่มีความสัมพันธ์กับซากกรไกรล่าง

สรุป Ricketts ได้กล่าวไว้ว่า FH plane ที่ใช้เป็นระนาบอ้างอิงตลอดจนระนาบซ้อนทับภาพถ่ายรังสีเอกซ์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะและใบหน้าแบบต่อเนื่อง ควรเป็น Anthropological FH plane มิฉะนั้นแล้วการวิเคราะห์นั้นอาจผิดพลาดได้

Sassouni และ Nanda⁽⁷³⁾ กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ระนาบอ้างอิงดังต่อไปนี้

1. ระนาบอ้างอิงควรกำหนดจากการทรงตัวของศีรษะตามธรรมชาติ โดยยกตัวอย่างระนาบอ้างอิงของ Moorrees และ Kean⁽¹¹⁾ และ Bjérin⁽⁶⁴⁾
2. ระนาบอ้างอิงกำหนดจากทางสถิติ ตัวอย่างระนาบอ้างอิงของ Koski และ Virolainen⁽²⁷⁾
3. ระนาบอ้างอิงกำหนดจากตำแหน่งเห็นชัดและแม่นยำ ตัวอย่างระนาบอ้างอิงของ Björk⁽⁶⁷⁾
4. ระนาบอ้างอิงกำหนดจากค่าคงที่ ตัวอย่างระนาบอ้างอิงของ Broadbent⁽⁶⁶⁾

ต่อมา Krogman และ Sassouni⁽²⁾ เสนอหลักในการเลือกระนาบ

อ้างอิง

1. ระนาบที่มีความยาวมากจะมีการเปลี่ยนแปลง (variation) เกี่ยวกับตำแหน่งน้อย
2. ระนาบที่อยู่กึ่งกลางศีรษะมีความผิดพลาดน้อยในการขยายของภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระนาบที่มีขวาและซ้าย
3. ระนาบที่อยู่ในแนวระดับจะดีในการประเมินผลด้านหน้าและหลัง (antero-posterior) ระนาบในแนวตั้งดีในการประเมินผลแนวตั้ง (vertical) ระนาบในแนวเฉียง (oblique) ดีในการประเมินผลทั้งแนวตั้งและแนวหน้าหลัง
4. ระนาบที่กำหนดบนกระดูก (bony plane) จะดีกว่าระนาบที่มาจากคำนิยามใน 2 จุด ที่ไม่สัมพันธ์กัน

พร้อมทั้งยกตัวอย่างระนาบดังต่อไปนี้

FH plane

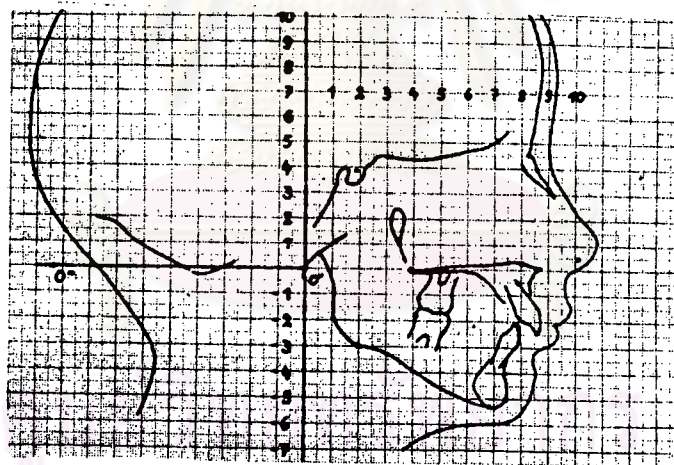
Bolton plane โดย Broadbent

S-N plane โดย Schuller

Supraorbital plane โดย Sassouni

ในด้านการวินิจฉัยลักษณะใบหน้า Sassouni และ Nanda⁽⁷³⁾ กล่าวถึง คนที่มีรูปหน้าด้านข้างใกล้เคียงกัน มี Sella อยู่สูงหรือต่ำเกินไป โดยตำแหน่ง N, A ใกล้เคียงกัน ทำให้มุม SNA ที่วัดได้แตกต่างกัน สอดคล้องกับข้อคิดเห็นของ Jacobson และ Kipatrick⁽⁷⁴⁾ Sassouni และ Nanda จึงเสนอว่าในการวินิจฉัยผู้ป่วย คนหนึ่ง ๆ ควรจะมีการแปลผลโดยอาศัยการวิเคราะห์หลายวิธี ซึ่งจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ระนาบอ้างอิง

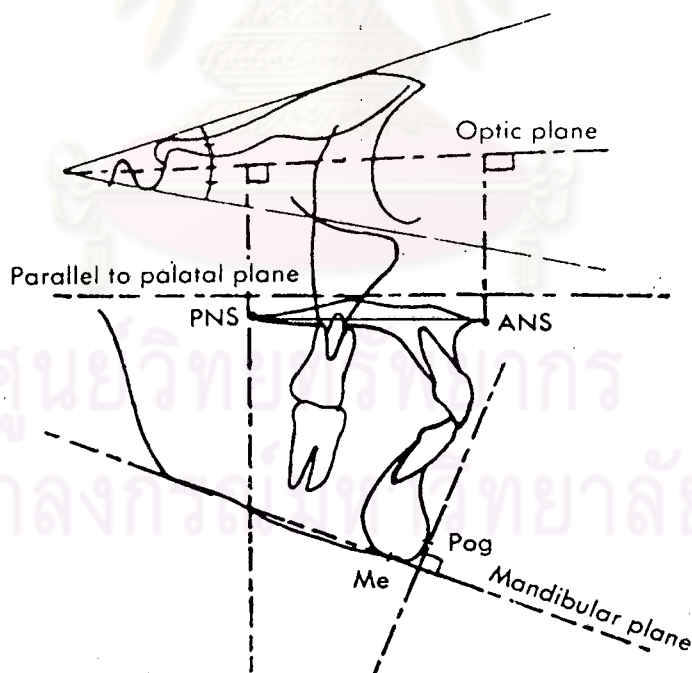
Frankel (75) เสนอให้ใช้ส่วนของกระดูก occipital เป็นระนาบอ้างอิง โดยให้เหตุผลว่าจุดอ้างอิงที่กำหนดใกล้กับแนวกึ่งกลางศีรษะ เห็นได้ชัดในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ บริเวณที่อ้างอิงนี้เป็นกระดูกชั้นเดียว ซึ่งจะมีการ ossify ในปีที่ 3 และปีที่ 4 ต่างจากบริเวณฐานกะโหลกศีรษะส่วนหน้า ซึ่งประกอบด้วยกระดูกหลายชั้นมีการเจริญที่แตกต่างกัน ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงในเด็กจนถึงอายุ 12 ปี กล่าวว่ารยะที่ใช้ในการอ้างอิงเพิ่มไม่เกิน 1 มม. ในช่วงอายุ 7 - 15 ปี จุดอ้างอิงที่ใช้จุดแรกเป็นขอบโค้งทางด้านล่าง ส่วนปลายของกระดูก occipital อยู่หน้าต่อ foramen magnum โดยใช้จุดตัดของส่วนโค้งดังกล่าวนี้กับส่วนหน้าของ occipital condyle เป็นจุดสังเกต (O') ซึ่งจะอยู่ใกล้กับ Basion จุดที่สองคือตำแหน่ง Internal occipital ridge ซึ่งอยู่ด้านหลังต่อ foramen magnum (O'')



รูปที่ 47 แสดงระนาบอ้างอิงของ Frankel

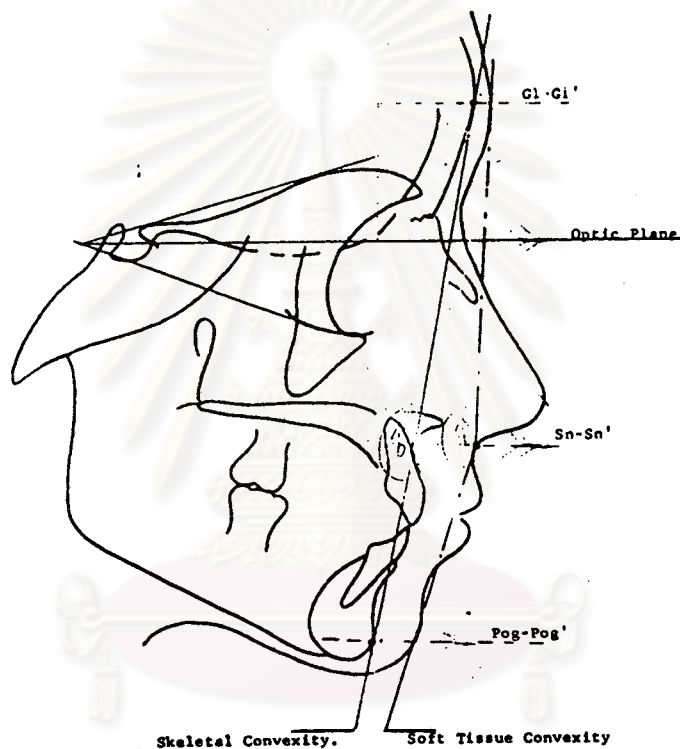
ระนาบออปติก (Optic plane)

Optic plane^(76, 77) (OP plane) คือเส้นแบ่งครึ่งมุมที่เกิดจาก Supraorbital plane (SO plane) ทำกับ Infraorbital plane (IO plane) โดยที่ SO plane คือเส้นซึ่งลากผ่านจุดสูงสุดของ anterior clinoid process และส่วนบนสุดของหลังคาเบ้าตา IO plane คือเส้นที่ลากผ่านจุดต่ำสุดของกระดูกอานม้าตุรกีไปยังพื้นหลังสุดของกระบอกตา Sassouni กล่าวว่า OP plane ขนานกับ FH plane โดยที่ OP plane มีความแม่นยำในการกำหนดจุดซึ่งประกอบเป็นระนาบมากกว่า เนื่องจากจุดอ้างอิงเหล่านี้อยู่บนกระดูก โครงสร้างใบหน้าเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ อีกประการหนึ่ง OP plane อยู่ในแนวเดียวกับทางผ่านของ Optic nerve ซึ่งถือว่ามีความสำคัญในการจัดตำแหน่งศีรษะ



รูปที่ 48 แสดงการสร้างระนาบออปติกจาก SO plane และ IO plane

Mauchamp และ Sassouni⁽⁷⁸⁾ ใช้ OP plane เป็นระนาบอ้างอิง
 ในการศึกษาการเจริญเติบโต และทำนายการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างใบหน้าและ
 รูปหน้าด้านข้าง ในกลุ่มตัวอย่าง 51 คน จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะ
 แล้ววัดค่าระยะทางและมุม 6 ค่า



รูปที่ 49 แสดงการใช้ OP plane เป็นระนาบอ้างอิง

ความสัมพันธ์ระหว่าง FH plane กับระนาบอ้างอิงอื่น ๆ

1. Maxillary plane

Ballard⁽⁷⁹⁾ แนะนำให้ใช้ Maxillary plane แทน FH plane

Bell⁽⁸⁰⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Maxillary plane และ FH plane จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ด้านข้างของกะโหลกศีรษะ กลุ่มตัวอย่าง 100 คน ชาย 45 คน หญิง 55 คน อายุ 8 - 19 ปี โดยการวัดค้ำมุมซึ่งเกิดจาก FH plane ทำกับ Mandibular plane และมุมซึ่งเกิดจาก Maxillary plane ทำกับ Mandibular plane พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของมุมทั้งสองมีค่า = 0.77 อนุมานได้ว่า Maxillary plane สัมพันธ์กับ FH plane และนำที่จะใช้แทนกันได้

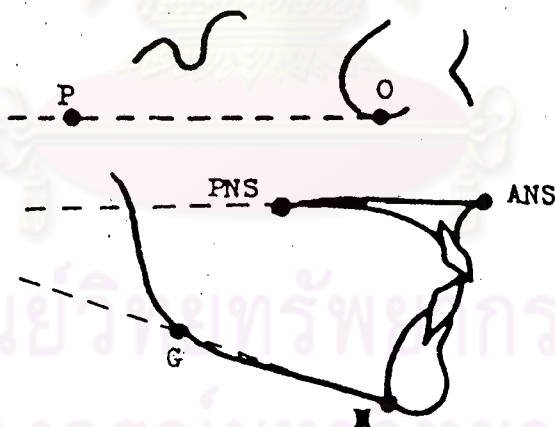


Fig. 1

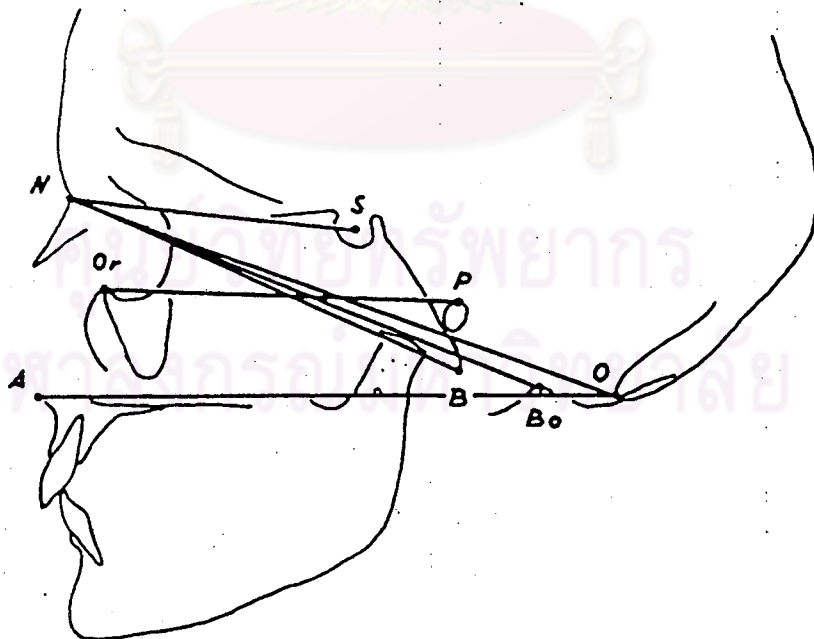
รูปที่ 50 แสดงการศึกษาความสัมพันธ์ระนาบแฟรงค์ฟอร์ตและ Maxillary plane

Ricketts⁽⁸¹⁾ กล่าวว่า ในคนที่มีโครงสร้างใบหน้าปกติ Maxillary plane ค่อนข้างขนานกับ FH plane มุมระหว่างระนาบทั้งสองมีค่า $= 1^{\circ} + 3.5^{\circ}$ สอดคล้องกับความคิดเห็นของ Broadbent⁽⁶⁶⁾

Sassouni และ Nanda⁽⁸²⁾ Nahoum⁽⁸³⁾ พบว่า ในคนที่มีโครงสร้างใบหน้าเป็น skeletal open bite Maxillary plane เปลี่ยนแปลงได้โดยระนาบนี้มีลักษณะยกตัวสูงขึ้นทางด้านหน้าและลาดต่ำลงทางด้านหลัง

2. His plane

Koski และ Virolainen⁽²⁷⁾ ทดลองถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะในกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ชาย 50 คน หญิง 50 คน ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระนาบต่อไปนี้ FH plane, S-N plane, Bolton plane, N-Ba plane, N-Op plane และ His plane พบว่า ระนาบที่มีความผิดพลาดในการกำหนดได้แก่ N-Bo plane และ FH plane แนะนำให้ใช้ His plane เป็นระนาบอ้างอิง



รูปที่ 51 แสดงการศึกษาเปรียบเทียบระนาบอ้างอิงของ Koski และ Virolainen



ในการสร้าง FH plane กำหนดจุด Orbitale ให้สอดคล้องกับ Orbitale ซึ่งกำหนดโดยนักมานุษยวิทยา พร้อมทั้งวางลวดชั้นเล็ก ๆ ไว้บริเวณ soft tissue ตรงตำแหน่ง Orbitale ก่อนถ่ายภาพรังสีเอกซ์

ตำแหน่งของ Porion ที่ใช้กำหนดจากจุดที่เห็นโดยตรงในภาพถ่ายรังสีเอกซ์ แต่ยังคงมีความผิดพลาดเนื่องจากเงากลมรูปไข่ที่ปรากฏในฟิล์ม เป็นรูปหน้าตัดของส่วนรูหูด้านใน

Schmidt พบว่า Gottingen plane มีความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกับ His plane แต่ดีกว่า His plane เนื่องจากเป็นระนาบที่ขนานกับระนาบขนานทางสรีรวิทยาของศีรษะมากกว่า

His แนะนำให้ใช้ His plane เนื่องจากระนาบนี้ผ่านไปตามความยาวของฐานกะโหลกนำมาใช้ประกอบการวัดความสูงของกะโหลกศีรษะได้ และสามารถแบ่งใบหน้าได้เป็น 2 ส่วน ในทางปฏิบัติ His plane ขนานกับ Gottingen plane

Koski และ Virolainen กล่าวว่า เนื่องจากความคลาดเคลื่อน FH plane จึงควรใช้ His plane แทน จะมีความสัมพันธ์ซึ่งคงที่ต่อพื้นจมูก ในระหว่างการเจริญเติบโตระนาบนี้จะอยู่ในแนวขนาน เนื่องจากเป็นระนาบที่ลากจากส่วนของใบหน้าและส่วนของกะโหลกศีรษะที่ยึดติดกับกระดูกไขสันหลัง จึงมีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของใบหน้าและกะโหลกศีรษะ จากการศึกษาพบว่า FH plane และ His plane ทำมุมกันประมาณ 0.8° จึงแนะนำให้ใช้แทนกัน ในทางปฏิบัติ

3. S-N plane

Lundstrom⁽⁴⁷⁾ กล่าวว่า ความลาดเอียงของ S-N plane ขึ้นกับลักษณะทางกายวิภาค ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ S-N plane มีลักษณะยกสูงขึ้นทางด้านหน้า อีกชนิดหนึ่งลาดต่ำลงทางด้านหน้า ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

Jacobson และ Kipatrick⁽⁷⁴⁾ กล่าวว่า Na มีการละลายตัว
ด้านในมีการพอกพูนที่ผิวด้านนอก ดังนั้น ตำแหน่งของ Nasion ไม่คงที่ในช่วงการ
เจริญเติบโต

Goose และ Appleton⁽⁸⁴⁾ พบว่า ในช่วงที่มีการเจริญเติบโต
จุด S จะเคลื่อนที่ไปข้างหลังและลงล่าง

Bushra⁽⁸⁵⁾ ทำการทดลองวัดมุมระหว่าง S-N plane
FH plane พบว่ามีค่า $6.5^\circ \pm 3.73^\circ$ (ระหว่าง $6^\circ - 14^\circ$) แนะนำว่า
ในผู้ป่วยมีค่ามุมนี้สูงกว่าปกติ แสดงถึงความแตกต่างของระนาบทั้งสอง S-N plane
หรือ FH plane หรือทั้งสองระนาบแยกห่างจากกัน ควรเลือกใช้ระนาบใดระนาบหนึ่ง
เพียงระนาบเดียว พร้อมทั้งใช้ระนาบอื่นอีก 3 - 4 ระนาบ เพื่อตรวจสอบความ
ถูกต้อง

Brodie⁽⁸⁶⁾ แนะนำให้กำหนด FH plane จาก S-N plane
เพราะเห็นชัดเจนกว่า จากการวิจัยพบว่าระนาบทั้งสองทำมุมกัน 7° สอดคล้องกับ
แนวความคิดของ Rain และ Nanda⁽⁸⁷⁾

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง OP plane และ FH plane

Sassouni (76, 77) แนะนำให้ใช้ OP plane แทน FH plane

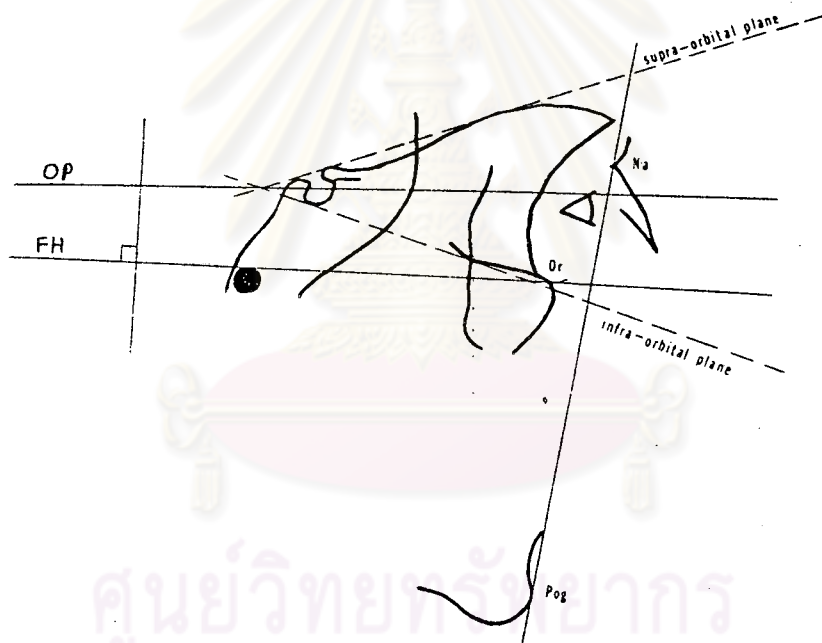
เนื่องจากผลวิจัยในกลุ่มตัวอย่างชาย 31 คน อายุระหว่าง 12 - 14 ปี พบค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างระนาบทั้งสอง = $0.63^{\circ} \pm 2.33^{\circ}$ จึงอนุมานว่าระนาบทั้งสองขนานกัน แม้ OP plane ยกตัวสูงขึ้นทางด้านหน้าเล็กน้อย

Tremont (16) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง OP plane และ FH plane

ในกะโหลกศีรษะแห้ง และในคน เพื่อพิสูจน์ว่า FH plane ขนานกับ OP plane โดย FH plane ที่ใช้ศึกษาในกะโหลกศีรษะแห้งคือ Anthropological FH plane ในคนเป็น Cephalometric FH plane ซึ่งใช้จุดบนสุดของ ear rod เป็นจุด Porion การกำหนด Orbitale ในกะโหลกศีรษะแห้งใช้ metallic marker เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มม. ติดไว้ที่ตำแหน่ง Orbitale จัดกะโหลกศีรษะแห้งให้ส่วนบนสุดของ ear rod สัมผัสกับรูหูด้านนอกของกะโหลกศีรษะแห้ง ในสภาพเช่นนี้ Tremont กล่าวว่า Anthropological FH plane จะเป็นระนาบเดียวกับ Cephalometric FH plane

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ่ายภาพรังสีเอกซ์ด้านข้างกะโหลกศีรษะในกลุ่มตัวอย่าง 50 คน (ชาย 18 คน หญิง 32 คน) ระหว่างอายุ 9.6 ปี ถึง 25 ปี อายุเฉลี่ย 14.9 ปี แล้ว ล้อมตัวอย่างมาศึกษาประเภทละ 10 ราย แล้วลากเส้นตั้งฉากกับ FH plane ผ่านไป ถึง OP plane วัดค่ามุมที่เกิดจาก OP plane ทำกับเส้นตั้งฉาก ลบออกจาก 90° จะเป็นค่ามุมที่ OP plane ทำกับ FH plane โดยค่าบวกจะแสดงถึงมุมที่วัดได้จะถ่างออกทางด้านหน้า ค่าลบแสดงถึงมุมถ่างออกทางด้านหลัง พร้อมกับวัดมุมที่เกิดจาก N-Pog plane ทำกับ OP plane และ FH plane ตามลำดับ



รูปที่ 52 แสดงการวัดมุมต่าง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระนาบแฟรงค์ฟอร์ด และระนาบอ็อปติก

Summary of data

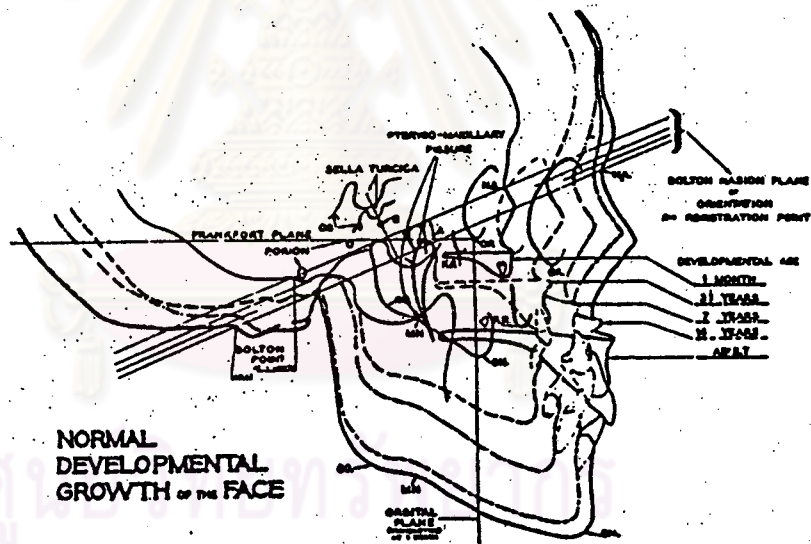
	N	Mean (degree)	Range (degree)	Variance (degree)	Standard deviation (degree)
Patient	50				
Optic/Frankfort degree difference		-0.94	-9.0 to +8.0	12.96	\pm 3.60
Optic/plane facial angle		85.14	75.5 to 94.0	14.56	\pm 3.82
Frankfort plane facial angle		84.44	75.5 to 92.0	11.55	\pm 3.40
Dry skulls	50				
Optic/Frankfort degree difference		+3.64	-5.5 to +8.5	8.57	\pm 2.93

ตารางที่ 1 แสดงค่ามุมระหว่าง FH plane ทำกับ OP plane และ Facial angle ในคน และมุมระหว่าง FH plane ทำกับ OP plane ในกะโหลกศีรษะแห้ง

Tremont สรุปว่า FH plane ขนานกับ OP plane ในคน แต่ไม่ขนานกันในกะโหลกศีรษะแห้ง นั่นคือ Cephalometric FH plane เท่านั้นที่ขนานกับ OP plane

การเจริญเติบโตของกระบอกตา รูข และฐานกะโหลก

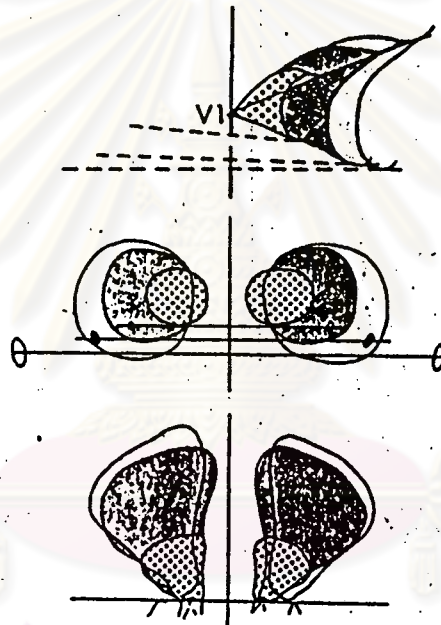
Broadbent⁽⁶⁶⁾ ศึกษาการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะและใบหน้าแบบต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิดจนเจริญเติบโตเต็มที่ด้วยภาพถ่ายรังสีเอกซ์ จำนวน 4,000 ภาพ ลักษณะโครงสร้างใบหน้าที่อายุเฉลี่ยต่างกัน ปรากฏดังรูปที่ 53 พบว่า ภายหลังพ้นน้ำนมขึ้น เรียบร้อยแล้วการเจริญเติบโตของใบหน้าแต่ละบริเวณจะเป็นสัดส่วนซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Brodie⁽⁸⁸⁾ จากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ ด้านข้างกะโหลกศีรษะในเด็กผิวขาวเพศชายจำนวน 21 คน แบบต่อเนื่องตั้งแต่อายุ 3 เดือน ถึง 8 ปี พบว่า ภายหลังอายุ 3 เดือนไปแล้ว สัดส่วนการเจริญเติบโตของใบหน้าไม่เปลี่ยนแปลง



Normal developmental growth of the face from the Bolton Study records. A—Angle of Frankfort 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 notch.

รูปที่ 53 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของใบหน้าและกะโหลกศีรษะจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ ในช่วงอายุต่าง ๆ กัน

Broadbent⁽⁶⁶⁾ กล่าวว่า Orbitale จะเคลื่อนลงล่างไปข้างหน้า
 ในขณะที่ Porion เคลื่อนลงล่างและไปทางด้านหลัง สอดคล้องกับการศึกษาของ
 Salzman⁽¹³⁾ Ricketts^(6, 15) โดย Ricketts กล่าวว่า ฟันขอบ
 กระบอกตาเคลื่อนลงล่าง ในขณะที่หลังคาเบ้าตาเจริญขึ้นบน และจะหนุนหลังคา
 กระโหลก (cranial vault) ให้อยู่สูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ Orbitale จึงเป็นจุด
 อ้างอิงที่คงที่



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 54 แสดงการเจริญเติบโตของกระบอกตา

Björk (89) กล่าวว่า ขนาด, รูปร่างของใบหน้าขึ้นกับการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะและขากรรไกรล่างตลอดช่วงการเจริญเติบโต วัยเด็กระหว่างอายุ 1 - 10 ปี cranial base มีการเจริญเติบโตทุกส่วนเท่า ๆ กัน ในวัยหนุ่มสาว การเจริญเติบโตของฐานกะโหลกส่วนหน้าสมบูรณ์แล้วยังคงมีการเจริญเฉพาะ Glabella ไปทางด้านหน้า และการเจริญฐานกะโหลกส่วนกลางและส่วนหลังในทิศทางลงล่างไปทางด้านหลัง การเจริญเติบโตฐานกะโหลกบริเวณนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ด้านข้างฐานกะโหลกและส่วนกลางฐานกะโหลก

การเจริญทางด้านข้าง เกิดการเคลื่อนไปทางหลังและลดต่ำลงของ temporal bone พร้อมกับ articular fossa ถ้าฐานกะโหลกมีการเจริญเติบโตไปทางด้านหลังมากกว่าการเจริญลงล่าง ฐานกะโหลกจะมีลักษณะแบน (flattened out)

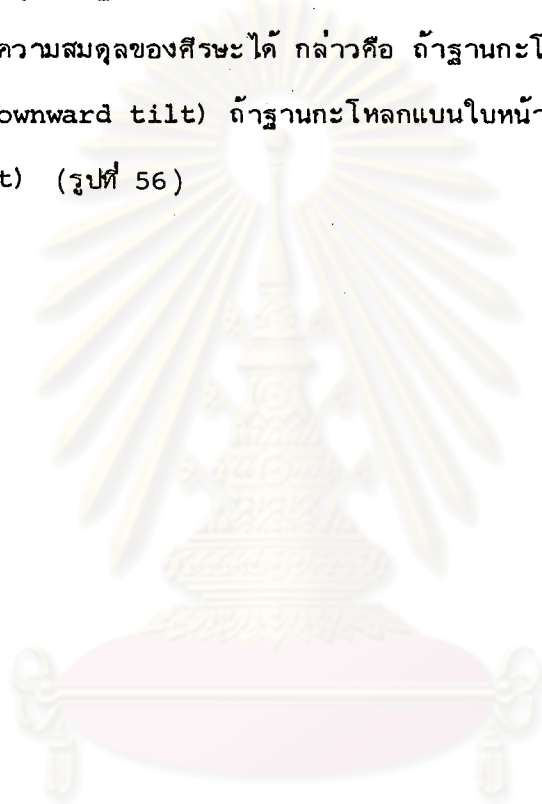
ในทางตรงข้ามถ้ามีการเคลื่อนที่ต่ำลงมากกว่าปกติ ด้านข้างของฐานกะโหลกจะโค้งงอ การโค้งงอนี้จะแสดงในรูปของมุม N-S-Cd ในทางปฏิบัติ แนะนำให้ใช้ N-S-Ar

สอดคล้องกับการเจริญด้านข้างของฐานกะโหลก จะมีการเจริญเติบโต (elongation) ของฐานกะโหลกส่วนกลาง โดยเฉพาะบริเวณ Spheno-occipital synchondrosis ทำให้ฐานกะโหลกส่วนกลางแบนหรือโค้งงอ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสองบริเวณเกิดพร้อม ๆ กัน ความโค้งงอของส่วนกลางฐานกะโหลก จะแสดงในมุม N-S-Ba

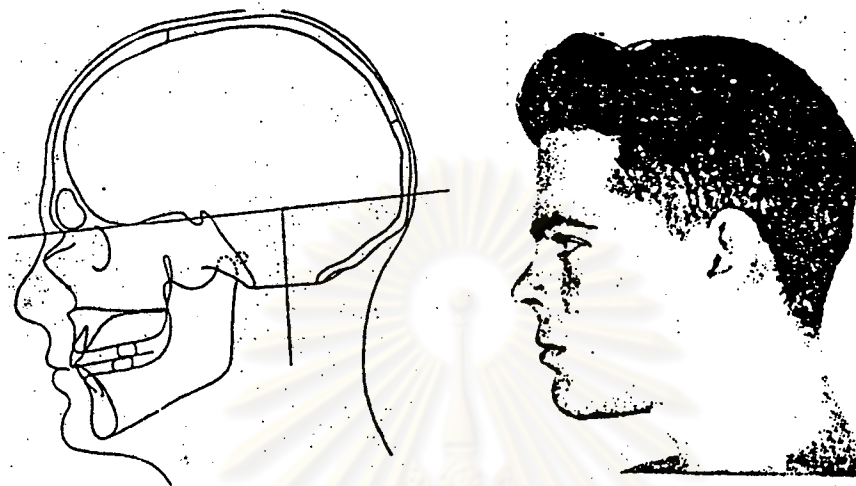
ในกรณีที่ฐานกะโหลกโค้งงอ ขากรรไกรบนและล่างจะเคลื่อนที่มาข้างหน้า เมื่อเทียบกับฐานกะโหลกส่วนหน้า เนื่องจากการเคลื่อนมาข้างหน้าและลดต่ำลงของ temporal bone ดังนั้น รูปใบหน้าด้านข้างทั้งบนและล่างจะยื่นมากกว่าปกติ การโค้งงอของฐานกะโหลกจะทำให้เกิด anterior rotation ของใบหน้า (รูป 55)

กรณีที่ฐานกะโหลกแบนจะเกิดผลตรงข้าม โดยมีขากรรไกรบนและล่าง อยู่ก่อนไปข้างหลัง (retrognathism) เกิด posterior rotation ของ ใบหน้า

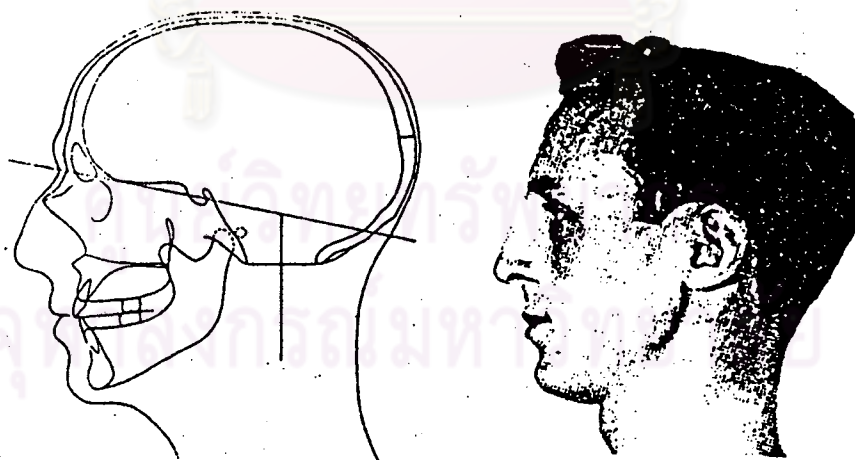
ดังนั้นรูปร่างฐานกะโหลก สามารถบ่งชี้ตำแหน่งของ Occipital condyle และความสมดุลของศีรษะได้ กล่าวคือ ถ้าฐานกะโหลกโค้งงอใบหน้าจะ ถูกดึงต่ำลง (downward tilt) ถ้าฐานกะโหลกแบนใบหน้าจะถูกดึงให้ตั้งขึ้น (upward tilt) (รูปที่ 56)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 55 แสดงฐานกะโหลกที่โค้งงอ ใบหน้าจะถูกดึงต่ำลง



รูปที่ 56 แสดงฐานกะโหลกที่แบน ใบหน้าจะถูกยกขึ้น

Krogman และ Sassouni (2) กล่าวถึงการศึกษาค่ามุมและระยะทางที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฐานกะโหลกในระหว่างการเจริญเติบโตของนักวิจัยต่อไปนี้

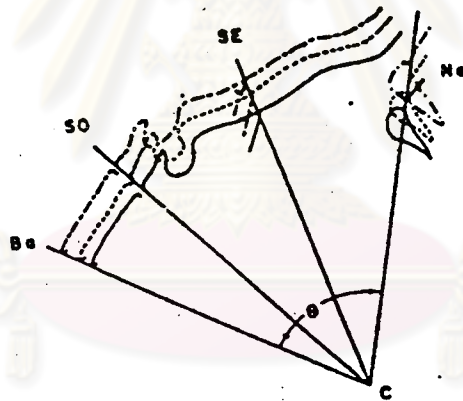
Welker	วัดมุม Nasion-Sphenodale-Basion Senneville และคณะ พบว่ามุมนี้จะคงที่เมื่อ ทารกอยู่ในครรภ์เดือนที่ 3 จนกระทั่งคลอด โดยมีระยะ $Na-Sph = Sph-Ba$
Schuller	วัดมุม Basion-center Sella-Nasion
Keith & Campion	วัดระยะทาง Plano-Ethmoidal line
Martin	วัดระยะทาง Basion-Nasion
Korkhaus	วัดมุม $Na-Sph-Tr$
Brodie	วัดมุม $Na-S-Bo$
Decourt & Pankow	วัดค่า Clivo-Sphenoidal Angle (Planum ไปยัง Clivus) Clivo-Clenoid angle (Clivus-ant. ไปยัง Clinoid)

พบว่า ตั้งแต่เดือนที่ 4 ในครรภ์จนคลอด มุมเหล่านี้มีค่าเพิ่มขึ้น และลดลงภายหลังคลอดแล้ว

Zuckerman	วัดมุม 4 มุม คือ	1) $Op-Ba-Se$
		2) $Ba-Se-Na$
		3) $Ba-Se-Pr$
		4) $Ba-Sph-Na$

ในกะโหลกศีรษะแห้งของชาวยุโรป 190 คน ตั้งแต่อายุ 1 ปี ถึงวัยชรา พบว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างมีการเจริญเติบโตในแนวหน้าหลังสมบูรณ์ ระหว่างอายุ 8 ปี พบว่า กระดูก basioccipital, basisphenoid, presphenoid และ ethmoid จะเจริญเติบโตในแนวหน้าหลัง ระหว่างวัยหนุ่มสาว โดยมี sphen-ethmoid angle ลดลงตลอดช่วงการเจริญเติบโต

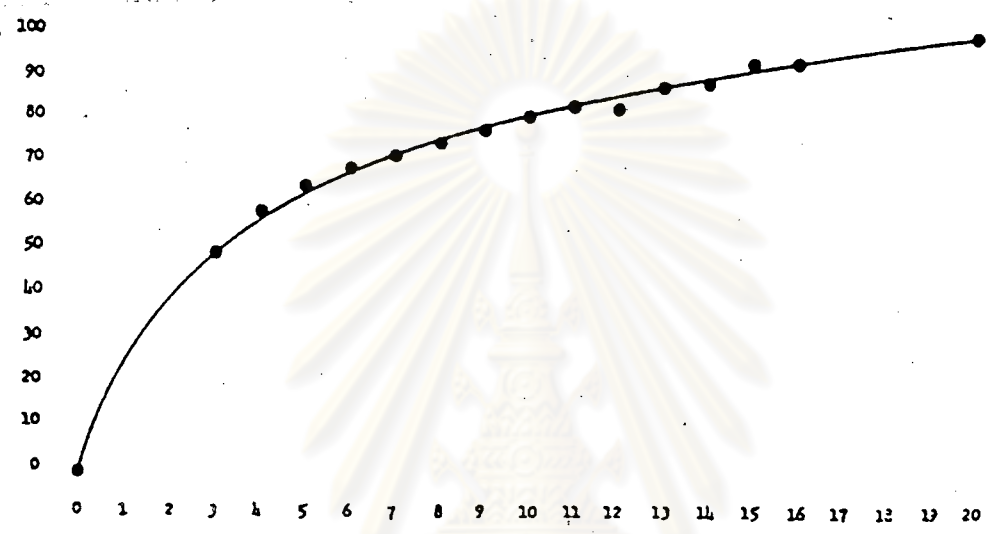
Brodie ศึกษาการเจริญเติบโตบริเวณฐานกะโหลกแบบต่อเนื่องตั้งแต่อายุ 3 - 20 ปี พบว่า การเจริญเติบโตในแต่ละบุคคลมีค่าคงที่ในบริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 57 แสดงการเจริญเติบโตของฐานกะโหลก 5, 8 11 ปี ตามลำดับ

ส่วนหลัง	(Ba-So)	= 25 %	ของการเจริญเติบโตทั้งหมด
ส่วนกลาง	(So-Se)	= 37 %	ของการเจริญเติบโตทั้งหมด
ส่วนหน้า	(Se-Na)	= 38 %	ของการเจริญเติบโตทั้งหมด

สรุปว่า ฐานกะโหลกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วตั้งแต่คลอดจนถึงปีที่ 5 หลังจากนั้นการเจริญเติบโตลดลงระหว่างอายุ 5 - 12 ปี และการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นอีกครั้งในวัยหนุ่มสาว หลังจากนั้นจะลดลง



Percentage attainment of cranial base length at successive age stages from birth to 20th year.

รูปที่ 58 แสดงการเจริญเติบโตฐานกะโหลกตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 20 ปี

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า FH plane เป็นระนาบอ้างอิงซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในทางทันตกรรมจัดฟันค่อนข้างกว้างขวาง กล่าวคือนำมาใช้เป็นระนาบจัดตำแหน่งศีรษะก่อนถ่ายภาพรังสีเอกซ์ เป็นระนาบที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีเอกซ์ และระนาบอ้างอิงในการวินิจฉัยทางทันตกรรมจัดฟัน เนื่องจากเป็นระนาบที่ใกล้เคียงกับแนวอนมากที่สุด Porion และ Orbitale ซึ่งเป็นส่วนประกอบของระนาบนี้ ก็มีการเจริญในลักษณะ relative stable

ขณะเดียวกัน FH plane ก็มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการกำหนดตำแหน่ง Porion ทั้งชนิด Anthropological Porion และ Cephalometric Porion มีข้อผิดพลาดมาก

นักวิจัยหลายท่านพยายามนำระนาบอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับ FH plane มาใช้ทดแทนกัน เช่น His plane, Maxillary plane และ Optic plane เป็นต้น

สำหรับ Optic plane มีการวิจัยพบขนานกับ FH plane การกำหนดระนาบอ้างอิงทำได้แม่นยำและขึ้นกับจุดอ้างอิงถึง 4 จุด ความผิดพลาดจึงน้อยกว่า FH plane



ศูนย์วิทยุทันตวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย