



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

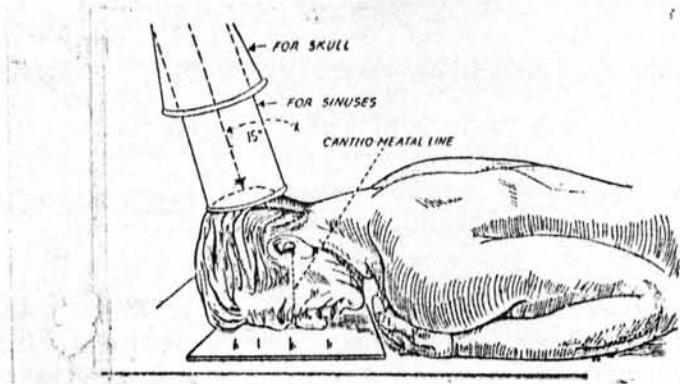
Margolis (9) กล่าวว่า การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะให้ได้มาตรฐานมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงคือ ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วย ตำแหน่งฟิล์ม และตำแหน่งของรังสีส่วนกลาง (Central Ray) นอกจากนี้รายละเอียดอื่น ๆ ที่ควรให้ความสนใจได้แก่ เวลาการถ่ายภาพรังสี (Exposure time) , กระแสไฟฟ้า (milliAmpere) , ความต่างศักย์สูงสุด (kiloVolt peak) ตลอดจนวิธีล้างฟิล์มที่ถูกต้อง

McCall และ Wald (13) อธิบายถึงภาพถ่ายรังสีด้านหลังหน้า (Postero-anterior Film) สำหรับจมูก, กระดูก turbinates, กระดูก ethmoid, frontal sinus และบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรล่างและขากรรไกรบน โดยวางฟิล์มบนโต๊ะในแนวราบหันด้านรับแสงเข้าหาผู้ป่วย โบน้าผู้ป่วยอยู่กลางฟิล์ม ให้จมูกและหน้าผากสัมผัสฟิล์ม ปากปิดสนิท ลำแสงส่วนกลางผ่านเข้าเหนือปลายจมูกไปตั้งฉากกับฟิล์ม ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 24-30 นิ้ว เวลาการถ่ายภาพรังสีโดยเฉลี่ยเมื่อใช้ฉากรับแสงชนิดไว (Ultra-speed Screens) ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ 3-5 วินาที, ความต่างศักย์สูงสุด 65 kVp และกระแสไฟฟ้า 10 mA ในเด็ก 2-3 วินาที, ความต่างศักย์สูงสุด 65 kVp และกระแสไฟฟ้า 10 mA

Ennis, Berry และ Phillips (14) ได้กล่าวถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ในลักษณะให้ผู้ป่วยวางหน้าผากสัมผัสฟิล์ม โดยใช้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 40 นิ้ว ความต่างศักย์สูงสุด 65 kVp และกระแสไฟฟ้า 20 mA

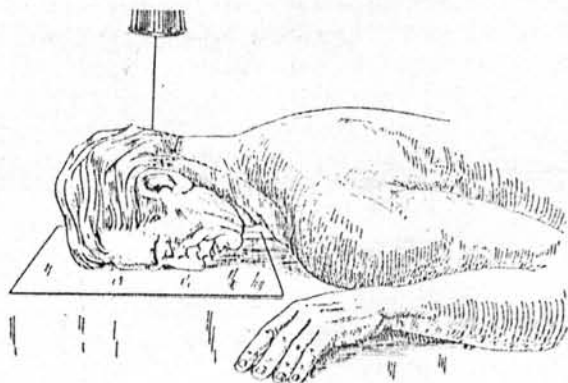
Meschan (15) กล่าวถึงการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า 2 แบบคือ
แบบที่ 1 การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า แบบหัวหลอดรังสีทำมุมลงล่าง 15 องศา (Postero-anterior View with a 15 Degree Tilt of the Tube Caudally หรือ Caldwell's Projection) ให้ผู้ป่วยนอนคว่ำหน้าสัมผัสฟิล์ม ระนาบกึ่งกลาง

ไบหน้า (Midsagittal plane) ตั้งฉากกับหัวโต๊ะ เส้นลากต่อระหว่างทางตากับดั้งหู (Canthomeatal Line) ตั้งฉากกับระนาบฟิล์ม ผู้ป่วยหนุนคางด้วยกำมือ หรือใช้ผ้าพับลงใต้คาง รังสีส่วนกลางผ่านเข้าบริเวณ glabella โดยทำมุม 15 องศา กับเส้นลากต่อระหว่างทางตากับดั้งหู (รูปที่ 4) จะได้ภาพ lesser wing และ greater wing ของกระดูก sphenoid ในกระดูกเบ้าตาอย่างชัดเจน แต่ petrous ridge จะซ้อนทับกับส่วนประกอบของเบ้าตา



รูปที่ 4 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า แบบหัวหลอดรังสีทำมุมลงล่าง 15 องศา (15)

แบบที่ 2 การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าแบบตรง (Straight Postero-anterior View of the Skull) ให้ผู้ป่วยนอนคว่ำหน้าสัมผัสฟิล์ม ระนาบกึ่งกลางไบหน้า และเส้นลากต่อระหว่างทางตากับดั้งหูตั้งฉากกับระนาบฟิล์ม รังสีส่วนกลางผ่านเส้นลากต่อระหว่างทางตากับดั้งหู และตั้งฉากกับฟิล์ม (รูปที่ 5) ใช้สำรวจสภาพของกระดูกกะโหลกศีรษะ เพราะสามารถเห็นกระดูกได้อย่างชัดเจน และไม่บิดเบี้ยว (Distortion) แต่พบว่า petrous ridge และ sphenoid ridge จะซ้อนทับกับส่วนประกอบของเบ้าตา



รูปที่ 5 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าแบบตรง (15)

Frommer (16) กล่าวว่าภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ใช้สำหรับบริเวณ ด้านหน้า ด้านหลัง ส่วนกลาง และด้านข้างของกะโหลกศีรษะ ในทางพันธุกรรมใช้ตรวจหารอยหัก และการเคลื่อนที่ของกระดูก ตรวจดูเนื้องอก และบริเวณพยาธิสภาพที่มีขนาดใหญ่ แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการศึกษา maxillary sinus เพราะมีการซ้อนทับกันของโครงสร้างอื่น ๆ ของกะโหลกศีรษะ ขนาดฟิล์มที่ใช้ 8 x 10 นิ้ว ใช้ร่วมกับแผ่นเพิ่มแสง (Intensifying Screen) ใช้ที่ยึดดลับฟิล์ม หรือให้ผู้ป่วยถือด้วยตัวเอง ให้ส่วนหน้าผากและจมูกสัมผัสฟิล์ม รังสี ส่วนกลางผ่านเข้าบริเวณ external occipital protuberance ไปตั้งฉากกับฟิล์ม ระยะ ระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม (Focus-film Distance) 36 นิ้ว

Wuehrmann และ Manson-Hing (17) ได้อธิบายถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านหลังหน้า โดยให้ฟิล์มตั้งฉากกับระนาบกึ่งกลางใบหน้า ผู้ป่วยวางหน้าผากสัมผัสฟิล์ม และ เส้นลากต่อระหว่างทางตาทั้งสองในระดับตั้งจมูก (Bridge of Nose) ตั้งฉากกับฟิล์ม ในกรณี ไม่มีที่ยึดดลับฟิล์ม อาจใช้นิ้วหัวแม่มือรองขอบล่างของดลับฟิล์ม นิ้วชี้กดดลับฟิล์มให้พียงผามงแทนได้ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 36 นิ้ว เวลาการถ่ายภาพรังสี 1 วินาที ภาพที่ได้จะ แสดงด้านบน ด้านล่าง ส่วนกลาง และด้านข้างของกะโหลกศีรษะได้ชัดเจน แต่พบว่า mandibular symphysis จะบังทับกับ vertebral column

Manson-Hing (18) ได้กล่าวถึงการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าทำให้ภาพ ในลักษณะคล้ายคลึงของ Wuehrman และ Manson-Hing (17) ให้ประโยชน์ในการตรวจหา พยาธิสภาพของกะโหลกศีรษะได้เหมือนการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง โดยวางดลับฟิล์ม ตั้งฉากกับระนาบกึ่งกลางใบหน้า หน้าผากสัมผัสฟิล์ม เส้นลากต่อระหว่างทางตาทั้งสองตั้งฉาก กับฟิล์ม ใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีชนิดหัวสั้น (Short Cone) ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 36 นิ้ว ฟิล์มชนิดความเร็วปานกลาง (Medium Speed Film) กระแสไฟฟ้า 10 mA, ความต่างศักย์สูงสุด 65 kVp เวลาการถ่ายภาพรังสี $\frac{4}{5}$ วินาที

Clark (19) กล่าวว่าภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะเพื่อตรวจดู paranasal sinuses) จำเป็นต้องอาศัยเส้นและระนาบอ้างอิงดังนี้คือ

1. ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Median-sagittal Plane) แบ่งใบหน้าออกเป็น 2 ข้าง เท่า ๆ กัน ในการถ่ายภาพรังสีด้านหลังหน้าและด้านหน้าหลัง (Postero-anterior and Antero-posterior Projection) ต้องจัดให้ระนาบกึ่งกลางใบหน้าตั้งฉากกับฟิล์ม (รูปที่ 6ก)

2. เส้นลากต่อระหว่างรูม่านตา (Interorbital Line หรือ Interpupillary Line) เป็นเส้นตรงที่ลากระหว่างตาหรือรูม่านตาทั้งสองข้าง ตั้งฉากกับระนาบกึ่งกลางใบหน้า (รูปที่ 6ก)

3. เส้นลากต่อระหว่างทางตากับรูหูชั้นนอก (Orbito-meatal Base Line, OMBL) หรือเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี (Radiographic Base Line, RBL) เป็นเส้นอ้างอิงในการกำหนดมุมของศีรษะทำกับฟิล์ม ทำให้เกิดความเที่ยงตรงในการถ่ายภาพรังสี (รูปที่ 6ข)



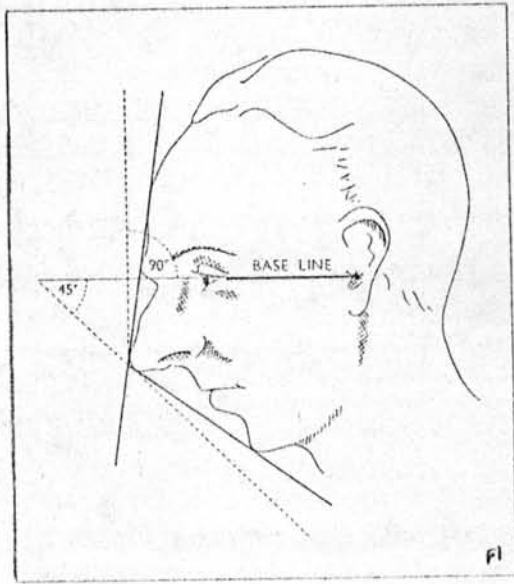
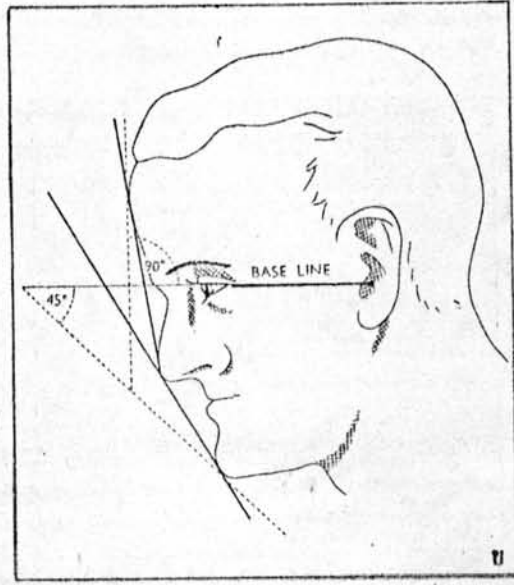
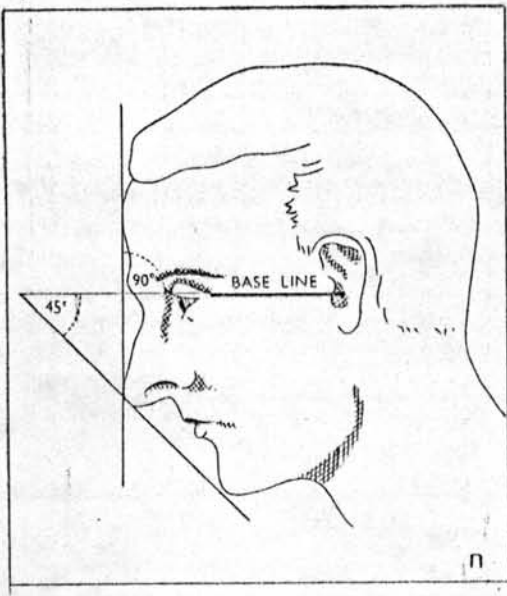
รูปที่ 6 ก แสดงระนาบกึ่งกลางใบหน้าและเส้นลากต่อระหว่างรูม่านตา
ข แสดงเส้นลากต่อระหว่างทางตากับรูหูชั้นนอก (19)

ใบหน้า 3 ชนิด ที่มีผลต่อการวางฟิล์ม เพื่อให้เส้นอ้างอิงหลักทางรังสีตั้งฉากกับฟิล์ม
แบ่งเป็น

1. ใบหน้าชนิดปกติ เมื่อจัดให้เส้นลากต่อระหว่างจมูกกับหน้าผาก (Nose-forehead Line) ขนานกับฟิล์ม เส้นอ้างอิงหลักทางรังสีจะตั้งฉากกับฟิล์ม และเมื่อจัดให้เส้นลากต่อระหว่างจมูกกับคาง (Nose-chin Line) ขนานกับฟิล์ม เส้นดังกล่าวนี้จะทำมุม 45 องศา กับฟิล์ม (รูปที่ 7ก)

2. โบน้าชนิดแบน ส่วนหน้าผาก จมูก และคาง เกือบเป็นเส้นตรง เพื่อให้
เส้นอ้างอิงหลักทางรังสีตั้งฉากกับฟิล์ม จมูกต้องห่างจากฟิล์ม (รูปที่ 7ข)

3. โบน้าชนิดค่อม ในกรณีจมูกยื่นมาก เพื่อให้เส้นอ้างอิงหลักทางรังสีตั้งฉากกับฟิล์ม
ทั้งหน้าผากและคางต้องห่างจากฟิล์ม (รูปที่ 7ค)

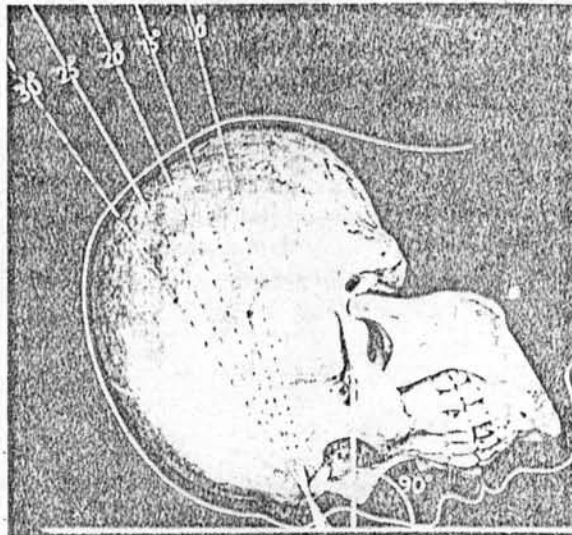


- รูปที่ 7 ก แสดงโบน้าปกติ
- ข แสดงโบน้าชนิดแบน
- ค แสดงโบน้าชนิดค่อม

เส้นประใบไม้ แสดงการวางฟิล์ม เพื่อให้เส้นอ้างอิงหลักทางรังสี

หอสมุดกลาง สำนักวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

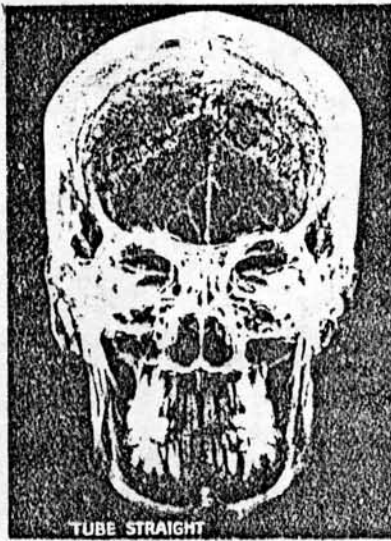
ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะแบบรังสีผ่านเข้าตรงท้ายทอยไปยังหน้าผาก (Occipito-frontal View) ให้ผู้ป่วยวางหน้าผากและจมูกสัมผัสฟิล์ม และจัดเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี ให้ตั้งฉากกับฟิล์ม ถ้าให้รังสีส่วนกลางทำมุมต่าง ๆ กันกับเส้นอ้างอิงหลัก จาก 0 องศา ถึง 30 องศา (รูปที่ 8) พบว่าภาพถ่ายรังสีที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างมาก พบการเปลี่ยนตำแหน่งของ frontal sinus, ขอบเบ้าตา, lesser wing ของกระดูก sphenoid และกระดูก petrous ในส่วนของเบ้าตา (รูปที่ 9) แต่การถ่ายภาพรังสีในกรณีให้ลำแสงส่วนกลางขนานกับเส้นอ้างอิงหลัก และเปลี่ยนตำแหน่งจุดรังสีผ่านเข้าให้แตกต่างกันไป พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในภาพถ่ายรังสี (รูปที่ 10 และ 11)



รูปที่ 8 แสดงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะแบบรังสีผ่านเข้าจากท้ายทอยไปยังหน้าผาก โดยให้รังสีส่วนกลางทำมุมกับ เส้นอ้างอิงหลักทางรังสีต่าง ๆ กัน จาก 0 องศา ถึง 30 องศา

เส้นประ แสดงรังสีส่วนกลาง

เส้นทึบ แสดงเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี (19)



0°



10°



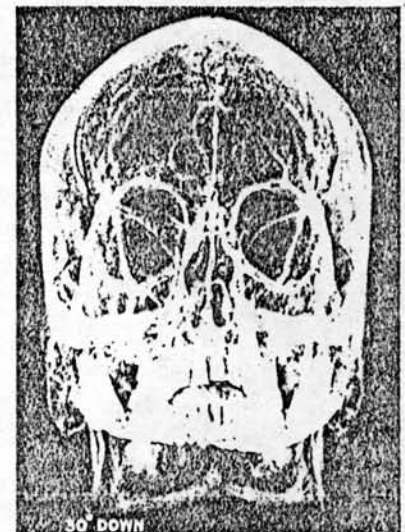
15°



20°

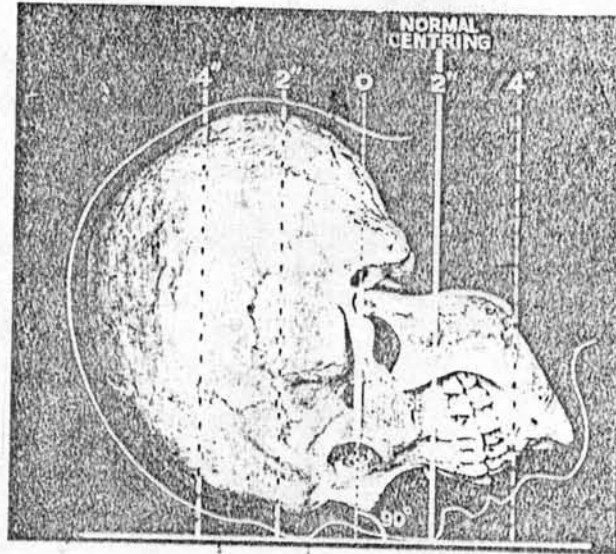


25°



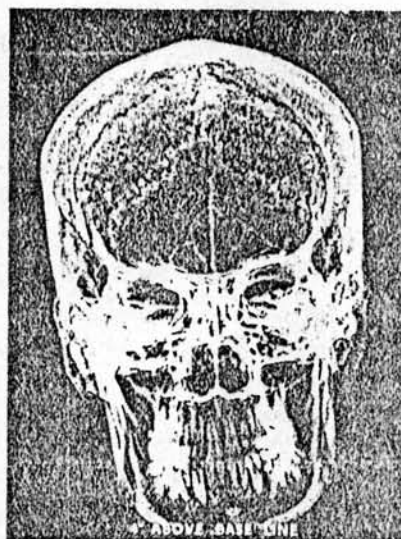
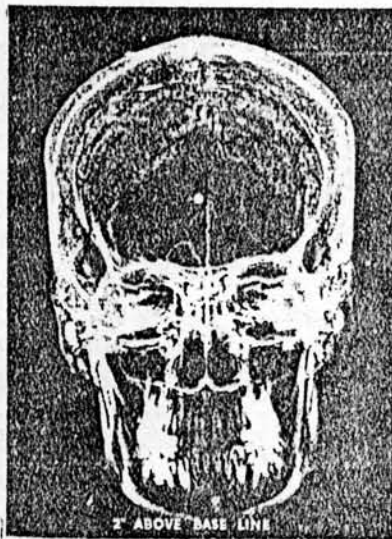
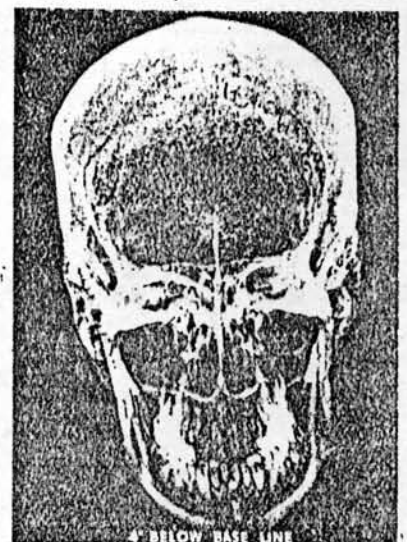
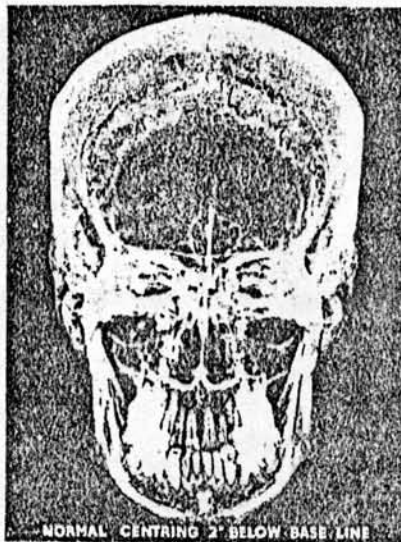
30°

รูปที่ 9 แสดงภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะแบบต่าง ๆ ที่ได้จากการถ่ายภาพรังสี โดยให้รังสี
 ส่วนกลาง ทำมุมกับเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี 0°, 10°, 15°, 20°, 25° และ 30°
 ตามลำดับ (19)



รูปที่ 10 แสดงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะแบบรังสีผ่านเข้าจากท้ายทอยไปยังหน้าผาก โดยให้รังสีส่วนกลางขนานเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี แต่เปลี่ยนตำแหน่งจุดรังสีผ่านเข้าที่ระดับแตกต่างกันดังนี้คือ

1. ที่ระดับ 0 ขนานกับเส้นอ้างอิงหลัก
2. ที่ระดับ 2 นิ้ว ต่ำจากเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี ซึ่งถือเป็นจุดรังสีผ่านเข้าปกติ (Normal Centering)
3. ที่ระดับ 4 นิ้ว ต่ำจากเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี
4. ที่ระดับ 2 นิ้ว เหนือเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี
5. ที่ระดับ 4 นิ้ว เหนือเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี (19)



รูปที่ 11 แสดงภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะแบบต่าง ๆ ที่ได้จากการถ่ายภาพรังสี โดยให้รังสี ส่วนกลางขนานเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี แต่เปลี่ยนตำแหน่งรังสีผ่านเข้าเป็น 5 ระดับ คือ ที่ระดับ 0, ที่ระดับ 2 นิ้ว และที่ระดับ 4 นิ้ว ต่ำจากเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี, ที่ระดับ 2 นิ้ว และที่ระดับ 4 นิ้ว เหนือเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี ตามลำดับ (19)

Smith (20) กล่าวถึงเหตุผลในการใช้เส้นลากต่อระหว่างทางตาต้านนอกกับดั้งหู (Outer Canthus of the Eye to the Tragus of the Ear) เป็นเส้นอ้างอิงหลักทางรังสี (Radiographic Base Line) เพื่อจัดตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยว่ามองเห็นได้ง่าย และใกล้เคียงกับ Frankfort plane ในกะโหลกศีรษะ และได้นำเส้นอ้างอิงหลักนั้นมาใช้จัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วย ในการถ่ายภาพรังสีขากรรไกรล่างด้านหลังหน้า (Postero-anterior Projection of Mandible) สำหรับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ใช้การถ่ายในที่ยึดศีรษะ ซึ่งสามารถหมุนได้ 90 องศา โดยจัดให้พื้นด้านล่างของช่องจมูก (Nasal Floor) ขนานกับพื้น เพื่อใช้ภาพถ่ายรังสีดังกล่าวในการหาตำแหน่งของฟันเขี้ยวแท้ที่ยังไม่ขึ้น ร่วมกับภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ด้วยวิธีถ่ายภาพรังสี 2 फिल्म ตั้งฉากซึ่งกันและกัน (Two film at Right Angle)

Mason (21) ได้อธิบายถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีด้านหลังหน้า (Postero-anterior Technique) ที่สามารถให้ความชัดเจน ในส่วนของขากรรไกรล่างและขากรรไกรบน โดยให้ผู้ป่วยหันหน้าเข้าหาฟิล์ม เส้นลากต่อระหว่างทางตาต้านนอกกับดั้งหู หรือเส้น โอ เอ็ม (O.M. Line) ขนานกับ ระนาบกึ่งกลางใบหน้าอยู่ในแนวตั้ง ลำแสงเอกซเรย์ (X-ray Beam) ขนานกับพื้น จุดรังสีผ่านเข้า (Point of Entry) บริเวณกึ่งกลางศีรษะต่ำกว่า occipital protuberance ที่ระดับ angle of mandible กำหนดระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม เท่ากับ 36-40 นิ้ว

Broadbent (1) เป็นผู้ริเริ่มประดิษฐ์ที่ยึดศีรษะ ในปี ค.ศ. 1931 และได้นำมาใช้ ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ที่ยึดศีรษะยึดติดกับเก้าอี้ทำฟัน ที่ดัดแปลง นำที่พิงศีรษะ (Head Rest) ออก ศีรษะผู้ป่วยอยู่ในส่วนกลางของที่ยึดศีรษะ เลื่อนเก้าอี้ขึ้นลง จนขอบรูหูด้านบนสัมผัสกับแท่งยึดหู (Ear Rod) จัดใบหน้ากับหรือเงยจนที่ชี้ขอบกระบอกตา (Orbital Marker) อยู่ตรงระดับต่ำสุดของขอบตาล่างด้านซ้าย ปรับที่ยึดตรงรอยต่อของกระดูกหน้าผากกับจมูก (Nasion Rest) ขึ้นลงในแนวตั้ง และมาด้านหน้าหรือด้านหลังในแนวราบ ให้ศีรษะอยู่กับที่ จัด Frankfort horizontal plane ให้ขนานกับแนวราบ

จากการศึกษาในกะโหลกแห้งของ Broadbent พบว่า ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Sagittal Plane) จะตั้งฉากกับ Frankfort horizontal plane และระนาบด้านหน้าตรง (Frontal Plane) และพบว่าระนาบด้านหน้าตรงตั้งฉากกับ Frankfort horizontal plane ด้วย เนื่องจากผู้ป่วยอยู่ในที่ยึดศีรษะ ไม่สามารถหันหน้า 90 องศา จากตำแหน่งเดิม จึงออกแบบให้มี

หัวหลอดรังสีสองอันตั้งฉากกันและกัน และห่างจากจุดกึ่งกลางที่ยึดศีรษะ 5 ฟุต ทำให้สามารถถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าทีละครั้ง โดยไม่จำเป็นต้องปรับตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยใหม่

ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม (Object-film Distance) เปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้รับกับขนาดของศีรษะตามอายุผู้ป่วย รังสีส่วนกลางจะทับกันสนิทกับ porion axis

Broadbent (1) กล่าวว่าในกรณีที่ยึดศีรษะปรับหมุนได้ 90 องศา ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้านั้น ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ไม่ให้ศีรษะเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม เพราะจะทำให้การเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าทำได้ยาก

Margolis (3) ได้เสนอให้มีมาตรฐานของเทคนิคการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะพร้อมที่ยึดศีรษะ เพื่อสามารถเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีในแต่ละครั้งได้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มาตรฐานในการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วย Margolis กล่าวว่า การใช้ที่ยึดศีรษะชนิดปรับได้ (Adjustable Cephalometer) ซึ่งสามารถหมุนได้รอบ 360 องศา ทำให้สามารถเลือกตำแหน่งสำหรับการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้าง, ด้านหลังหน้า และภาพถ่ายรังสีขากรรไกรด้านข้าง (Lateral Jaw X-ray) โดยใช้หัวหลอดเพียงอันเดียว การใช้หัวหลอดรังสีสองอัน มีข้อจำกัดในการติดตั้ง และการวางตำแหน่งรังสีส่วนกลางให้เหมือนกัน ในทั้งสองหัวหลอดรังสีทำได้ยาก แต่การหมุนที่ยึดศีรษะให้ความสะดวกมากกว่า รวมทั้งใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในการเปลี่ยนตำแหน่งศีรษะผู้ป่วย แม้มีความคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนตำแหน่งอยู่บ้าง แต่ก็สามารถจัดเข้าสู่ตำแหน่งใหม่ให้เหมือนเดิมก่อนการหมุนได้

เมื่อต้องการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า จำเป็นต้องหมุนที่ยึดศีรษะ 90 องศา ในผู้ป่วยเด็กบางคนจำเป็นต้องเลื่อนแท่งยึดหูด้านหนึ่งให้หลวมก่อน แล้วจึงจัดใหม่อีกครั้งก่อนถ่ายครั้งต่อไป

ก่อนการจัดตำแหน่งศีรษะ ให้วัดระยะระหว่างหู (Intra-acoustic Distance) ของผู้ป่วยด้วยแคลิเปอร์ (Caliper) ใช้ดินสอดำเครื่องหมายบริเวณจุดต่ำสุดของขอบตาล่างด้านซ้าย ผู้ป่วยนั่งในท่าที่สบาย วางแท่งยึดหูด้านหนึ่งในรูหู แล้วปรับอีกข้างหนึ่งให้ระยะระหว่างหูทั้งสองข้างเท่ากับระยะที่วัดในตอนแรก ปรับให้แน่น ก้มหรือเงยศีรษะจนที่ขี้นขอบกระบอกตา อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ปรับที่วางคาง (Chin Rest) และยึดศีรษะด้านบนให้แน่นอย่างรวดเร็ว ก่อนการถ่ายภาพรังสี

2. มาตรฐานในการจัดตำแหน่งรังสีส่วนกลาง หัวหลอดรังสีจะถูกยึดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และเหมือนเดิมทุกครั้งก่อนถ่าย ปรับรังสีส่วนกลางให้ผ่านแนวแกนกลางของรูหูชั้นนอก (Central Axis of External Auditory Meatus) ไปตั้งฉากกับฟิล์ม ซึ่งสามารถตรวจได้จากเงาลำแสงที่ผ่านช่องรูพวงกลมสองช่อง ซ้อนทับกันเป็นรูพวงกลม บนฟิล์มที่ใช้ทดสอบ นอกจากนี้ Margolis ได้สรุปว่าการจัดจุดกำเนิดรังสีระนาบกึ่งกลางใบหน้าและฟิล์มให้สัมพันธ์กัน และอยู่ในตำแหน่งเดิมทุกครั้งที่ย้าย จะทำให้การขยายที่ระนาบกึ่งกลางใบหน้า เท่ากับทุกครั้งที่ย้าย

Strang และ Thompson (22) กล่าวสนับสนุนการใช้ที่ยึดศีรษะแบบของ Broadbent ว่ามีประโยชน์อย่างมากในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า เนื่องจากไม่มีการขยับเขยื้อนตัวของผู้ป่วย การจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยควรทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีที่ดี ผู้ถ่ายควรจัดให้รังสีส่วนกลางผ่านแกนระหว่างรูหูทั้งสองข้าง (Biporionic Axis) ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์มควรห่างกัน 5 ฟุต หรือมากกว่า เพื่อลดความบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสี ควรใช้ฟิล์มชนิดความเร็วสูง (High Speed Film) ขนาด 8 x 10 นิ้ว ร่วมกับแผ่นเพิ่มแสง องค์ประกอบในการถ่ายภาพรังสีมีดังนี้ ความต่างศักย์สูงสุด 90 kVp กระแสไฟฟ้า 15 mA เวลาในการถ่ายภาพรังสี 1 - $1\frac{1}{2}$ วินาที สำหรับภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และ 2 วินาที สำหรับภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

McCall and Wald (13) อธิบายถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยให้หน้าผากและจมูกสัมผัสฟิล์ม ยึดศีรษะให้แน่นด้วยที่ยึดศีรษะ จุดรังสีผ่านเข้าตรงบริเวณ frontonasal suture ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 5 ฟุต เวลาในการถ่ายภาพรังสี 4-7 วินาที ในผู้ใหญ่ และ 3-5 วินาที ในเด็ก ความต่างศักย์สูงสุด 65 kVp และกระแสไฟฟ้า 15 mA

Poyton และ Blackman (23) กล่าวว่า ทุกครั้งที่ทำการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม, ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับที่ยึดศีรษะ ควรคงที่ จุดรังสีผ่านเข้าไม่ควรแตกต่างกัน

ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ควรจัด Frankfort horizontal plane ให้อยู่ในแนวราบ รังสีส่วนกลางตั้งฉากกับฟิล์ม ผ่านแนวแกนระหว่างหูชั้นนอกทั้งสองข้าง โดยปรับความต่างศักย์สูงสุด และกระแสไฟฟ้าตามอายุและรูปร่างของผู้ป่วย สำหรับวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า สามารถถ่ายภาพได้จากการหมุนที่ยึดศีรษะชนิดปรับได้

หรืออาจถ่ายได้โดยเครื่องถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะชนิด 2 ระนาบ (Bi-plane Cephalometric Apparatus) ซึ่งประกอบด้วยหัวหลอดรังสี 2 อัน วางตั้งฉากซึ่งกันและกัน ในระยะ 6 ฟุต จากที่ยึดศีรษะ ทำให้สามารถถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ฟิล์มที่ใช้ชนิดความไวสูง ขนาด 10 x 12 นิ้ว และใช้ที่ดูดกลืนรังสี กระจัดกระจาย (Grid) ชนิด Potter-Bucky

Salzman(24) กล่าวว่า ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ให้หมุนที่ยึดศีรษะ จนด้านหลังของศีรษะหันเข้ารับรังสี วางฟิล์มสัมผัสฉาก จัดตำแหน่งผู้ป่วยดังนี้

1. ให้ระนาบแนวตั้งขนานกับฟิล์ม
2. ให้รังสีส่วนกลางอยู่ในระดับที่ใส่หู หรือในระดับ porion plane

และตั้งฉากกับฟิล์ม

ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 5 ฟุต ใช้ฉากเพิ่มแสง เพื่อลดเวลาการถ่ายภาพรังสี แต่ความคมชัดของภาพจะลดลง ที่ดูดกลืนรังสีชนิด Lisholm และต้องเพิ่มเวลาถ่ายภาพรังสี ความต่างศักย์สูงสุด 60 kVp, กระแสไฟฟ้า 60-100 mA

Mulick (4) กล่าวว่า สิ่งสำคัญในการศึกษาภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าคือ ความเที่ยงตรง (Accuracy) ในการถ่ายภาพรังสี ผู้ป่วยควรงั่งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมจนกว่าจะหมดเวลาฉายแสง ความผิดพลาดต่าง ๆ จะเกิดเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ ถ้าจัดศีรษะไม่ถูกต้อง และต้องให้ผู้ป่วยอยู่ในตำแหน่งเดิม เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ การหมุนที่ยึดศีรษะหรือการวางฟิล์มใหม่ถ้าทำด้วยความระมัดระวัง ความผิดพลาดอาจลดน้อยลง ปัจจัยการถ่ายภาพแปรเปลี่ยนตามความกว้างในแนวหน้าหลังของศีรษะ หรือน้ำหนักของร่างกาย ซึ่งความกว้างของศีรษะในแนวดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงได้มาก

ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ใช้ฉากรับแสงชนิดความไวสูง ที่ดูดกลืนรังสีกระจัดกระจาย ชนิดเส้นละเอียด (Micro-line) 80 เส้นต่อนิ้ว ความต่างศักย์สูงสุด 90 kVp กระแสไฟฟ้า 15 mA

Langland และ Sippy (25) กล่าวว่า การใช้ที่ยึดศีรษะทำให้ผู้ถ่ายสามารถจัดศีรษะผู้ป่วยให้อยู่ในตำแหน่งเหมือนเดิมทุกครั้งที่ได้ถ่าย ซึ่งใช้สำหรับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า และได้อธิบายถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดย

โดยให้ผู้ป่วยหันหน้าเข้าหาฟิล์ม ศีรษะถูกยึดด้วยที่ยึดศีรษะ ซึ่งประกอบด้วยที่ยึดตรงรอยต่อของกระดูกหน้าผากกับจมูก ที่ขี้นขอบกระดูกตาด้านล่าง และแท่งยึดหู ให้ระนาบกึ่งกลางใบหน้าตั้งฉากกับฟิล์ม รังสีส่วนกลางตั้งฉากกับฟิล์ม และผ่านเข้าตรงบริเวณ frontonasal suture

ขนาดฟิล์ม 10 x 12 นิ้ว และใช้แผ่นเพิ่มแสงชนิดความเร็วสูง (High Speed Screen) และที่ดูดกลืนรังสีกระจัดกระจายแบบนิ่ง (Stationary Grid) ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 5 ฟุต ความต่างศักย์สูงสุด 80 kVp, กระแสไฟฟ้า 100 mA เวลาการถ่ายภาพรังสี 0.5 วินาที

Hunter (26) กล่าวว่า ในการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ให้หมุนศีรษะ 90 องศา จากตำแหน่งการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เพื่อให้รังสีส่วนกลางแม่งครึ่งแกนระหว่างรูทั้งสองข้าง (Transmeatal Axis) การจัดตำแหน่งศีรษะในแนวราบให้ได้มาตรฐานเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการเอียงของศีรษะ ทำให้เกิดความบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสี และการวัดระยะในแนวตั้งไม่แน่นอน

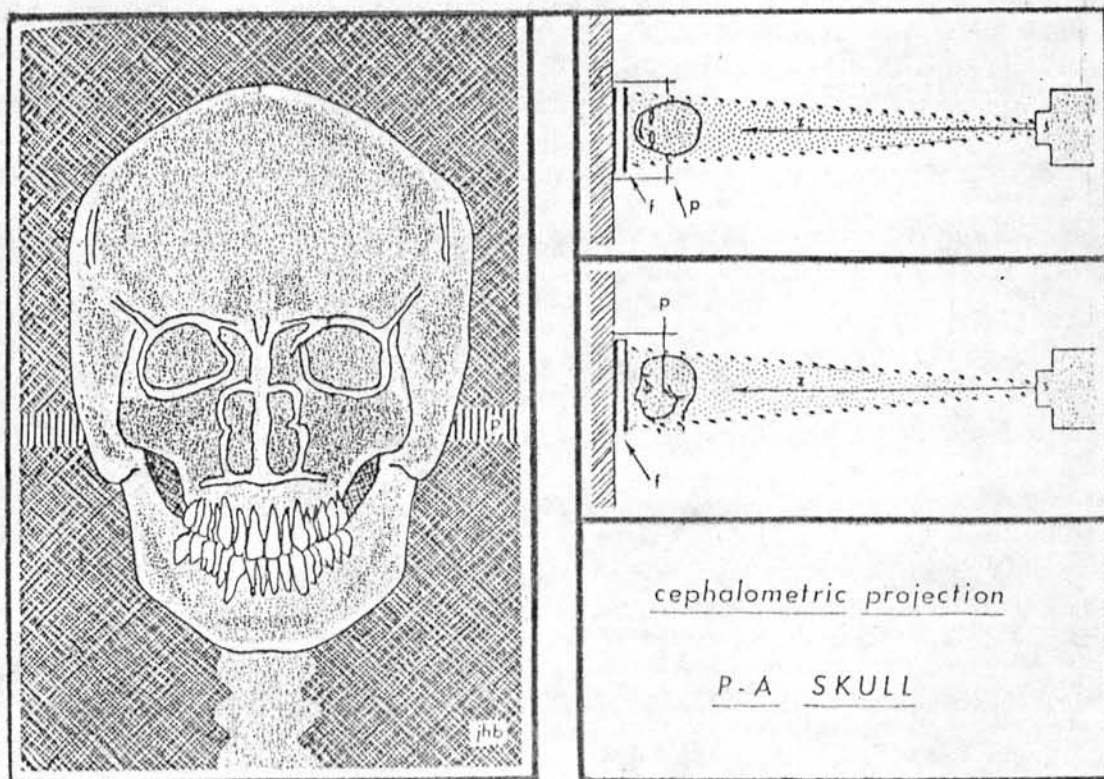
วิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าโดยใช้ที่ยึดศีรษะแบบปรับได้ของ Higley (12) ให้ความสะดวกสบายและความคล่องตัวมากกว่าวิธีการถ่ายด้วยหัวหลอดรังสี 2 อันของ Broadbent แต่ให้ความแน่นน้อยกว่า เพราะตำแหน่งศีรษะอาจเคลื่อนในระหว่างการจัดตำแหน่งใหม่ แต่อย่างไรก็ตามที่ยึดศีรษะแบบใหม่ที่ผลิตออกมาเกือบทุกแบบ มักเป็นแบบหมุนได้

ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างจัดให้ Frankfort horizontal plane ขนานพื้น รังสีส่วนกลางทับกับแกนระหว่างรูทั้งสองข้าง ระยะระหว่างระนาบกึ่งกลางศีรษะกับฟิล์ม คงที่เป็นระยะ 18 ซม. เพื่อสะดวกต่อการชดเชยการขยายของภาพรังสี และระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับระนาบกึ่งกลางใบหน้าคงที่ 5 ฟุต แท่งยึดหูไม่ควรใหญ่หรือแน่นเกินไป เพราะจะมีผลคลาดเคลื่อนต่อการแปลความหมายในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านเฉียง

เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีที่ชัดเจน แหล่งกำเนิดรังสีต้องมีขนาดเล็ก ความต่างศักย์สูงสุด 90 kVp และใช้แผ่นเพิ่มแสง เพื่อลดเวลาการถ่ายภาพรังสี และที่ดูดกลืนรังสีกระจัดกระจายรังสี (Grid) เพื่อป้องกันการกระจายรังสีทุติยภูมิ (Secondary Radiation) ซึ่งทำให้ภาพถ่ายรังสีมีัวไม่ชัดเจน

Langland (27) ได้กล่าวถึงวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยใช้ที่ยึดศีรษะ ให้ผู้ป่วยหันหน้าเข้าหาฟิล์ม จัดระนาบกึ่งกลางใบหน้าให้ตั้งฉากกับฟิล์ม รังสีส่วนกลางผ่านเข้าบริเวณเหนือตึงจมูก หรือ frontonasal suture ไปตั้งฉากกับฟิล์ม ขนาดฟิล์มใช้ 10 x 12 นิ้ว ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 60 นิ้ว หรือ 5 ฟุต ปัจจัยการถ่ายภาพรังสี ความต่างศักย์สูงสุดที่ 80 kVp, กระแสไฟฟ้า 50 mA ใช้เวลา 0.5 วินาที ในเด็ก และ ความต่างศักย์สูงสุดที่ 90 kVp, กระแสไฟฟ้า 50 mA ใช้เวลา 0.5 วินาที ในผู้ใหญ่

Barr และ Stephen (28) ได้แสดงถึงการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ดังในรูปที่ 12 โดยใช้ฟิล์มชนิดความเร็วปกติ (Regular Film Speed) ขนาด 10 x 12 นิ้ว ร่วมกับแผ่นเพิ่มแสงชนิดความเร็วปานกลาง (Medium Speed Intensifying Screen) ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ 60 นิ้ว ความต่างศักย์สูงสุด 70 kVp, กระแสไฟฟ้า 10 mA และเวลาการถ่ายภาพรังสี 2 วินาที



รูปที่ 12 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าตามแบบของ Barr และ Stephen

F แสดงตำแหน่งของฟิล์ม

p แสดงตำแหน่งของที่ยึดศีรษะ

s แสดงแหล่งกำเนิดรังสี

z แสดงตำแหน่งของรังสีส่วนกลาง (28)

อนงค์นาฏ ภักดีวงศ์ (29) ได้อธิบายถึงวิธีการจัดตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยให้แนวตั้ง (Vertical Plane) ของศีรษะขนานกับฟิล์ม และ Frankfort horizontal plane ขนานกับพื้น รังสีส่วนกลางผ่านที่ระดับของ porion หรือระดับของแท่งยึดหู ไปตั้งฉากกับฟิล์ม ศีรษะอยู่ในลักษณะเดียวกับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ให้ผู้ป่วยแตะจมูกกับฟิล์ม และได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการใช้ที่ยึดศีรษะเพื่อยึดให้ศีรษะอยู่กับที่ และมีความสัมพันธ์กับหัวหลอดรังสีและฟิล์มคงที่ ระยะระหว่างหัวหลอดรังสีกับฟิล์มห่างกัน 5 ฟุต ระยะระหว่างระนาบกึ่งกลางใบหน้าของคนไข้กับฟิล์มห่างกันประมาณ 6 นิ้ว

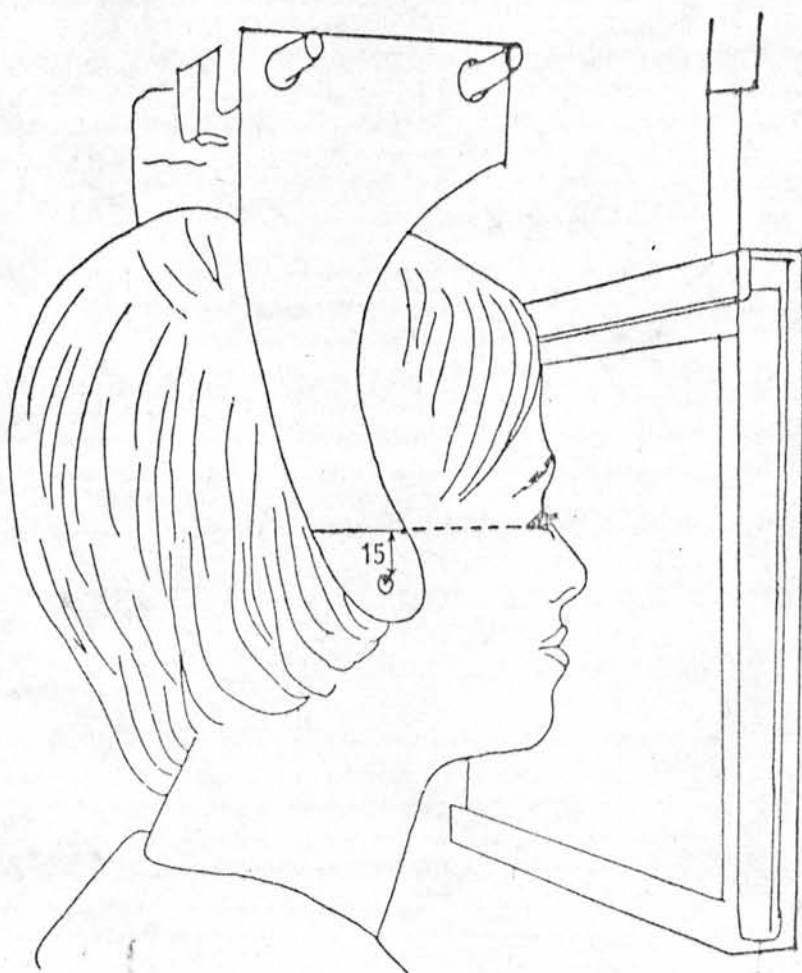
Mason (21) กล่าวว่า การถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้า มีประโยชน์ต่อทันตแพทย์จัดฟันและศัลยแพทย์ช่องปาก ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะที่ดีต้องสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ปัจจัยในการถ่ายภาพรังสีให้มีคุณภาพประกอบด้วย

1. การใช้ที่ยึดศีรษะ
2. ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม เท่ากับ 1.5-1.8 เมตร (5-6 ฟุต) เพื่อให้เกิดลำแสงขนานของรังสีเอกซ์
3. หัวหลอดรังสีต้องอยู่ในตำแหน่งคงที่ เพื่อให้รังสีส่วนกลางผ่าน เข้าที่บริเวณรูหูชั้นนอก และที่ยึดศีรษะ

นอกจากนี้ Mason (21) ยังกล่าวว่า ที่ยึดศีรษะบางอันหมุนได้ 90 องศา ทำให้สามารถถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าได้ โดยจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยให้เหมือนกับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างทุกประการ ปัจจัยการถ่ายภาพรังสี (Exposure Factors) ขึ้นกับเครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซ์, ความไวของฟิล์ม และแผ่นเพิ่มแสง เครื่องถ่ายรังสีที่มีประสิทธิภาพดี นิยมใช้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม 180 ซม. (6 ฟุต) ความต่างศักย์สูงสุด 80 kVp , กระแสไฟฟ้า 30 mA

Ricketts (30, 31) ได้อธิบายถึงวิธีการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยให้ผู้ป่วยนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ที่ปรับได้ในแนวตั้ง หันหน้าเข้าหาฟิล์ม จัดระนาบกึ่งกลางใบหน้า Frankfort plane ตั้งฉากกับฟิล์ม โดยวางแท่งยึดหูสัมผัสขอบบนของรูหู ในลักษณะที่ทำให้

ผู้ป่วยรู้สึกสบาย และจัดให้เส้นที่ลากเหนือที่ใส่หู 15 ซม. กับหางคา (รูปที่ 13) ขนานกับพื้น และตั้งฉากกับฟิล์ม จมูกสัมผัสฟิล์ม รั้งสีส่วนกลางผ่านเข้าบริเวณกึ่งกลางของระยะระหว่างแท่งยึดหู และไปตั้งฉากกับฟิล์ม ขนาดฟิล์มที่ใช้ 8 x 10 นิ้ว กระแสไฟฟ้าเป็นสองเท่าของปริมาณที่ใช้ในการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้าง ตัวอย่างเช่น 80 mA เมื่อความต่างศักย์สูงสุด 75 kVp หรือ 40 mA เมื่อความต่างศักย์สูงสุด 90 kVp



รูปที่ 13 แสดงการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามเทคนิคของ Ricketts (10)

จากความรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น กล่าวสรุปได้ว่าวิธีการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านหลังหน้าในทางทันตรังสีและทันตกรรมจัดฟัน มีความแตกต่างกันดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการถ่ายภาพรังสีแตกต่างกัน ในทางทันตรังสีใช้เพื่อตรวจดูพยาธิสภาพของกระดูกกะโหลกศีรษะ โพรงอากาศ ขากรรไกรบนและล่าง ส่วนในทางทันตกรรมจัดฟัน ใช้เพื่อประกอบในการวินิจฉัยความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าแนวขวาง
2. เทคนิคในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า มีความแตกต่างกันในทางทันตรังสี การจัดศีรษะผู้ป่วย ใช้เส้นลากคอรระหว่างหางตากับดั้งหูเป็นหลัก และไม่ใช้ที่ยึดศีรษะ ส่วนในทางทันตกรรมจัดฟันใช้ Frankfort horizontal plane และที่ยึดศีรษะ เพื่อให้ตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยเป็นลักษณะเดียวกับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง
3. ที่ยึดศีรษะในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ปรับหมุนได้ ทำให้สามารถถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าได้ จากเครื่องถ่ายภาพรังสีเครื่องเดียวกันได้ การปรับและจัดตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยใหม่ ควรทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสี
4. ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า มีความแตกต่างกันไป ระยะใกล้สุดจะให้การขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดระยะดังกล่าวให้คงที่ในการถ่ายทุกครั้ง จะมีประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีในเวลาที่แตกต่างกัน
5. ปัจจัยอื่นในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ได้แก่ เวลาในการถ่ายภาพรังสี ความต่างศักย์สูงสุด กระแสไฟฟ้า ชนิดและขนาดฟิล์ม แผ่นเพิ่มแสง และที่ดูดกลืนรังสีกระจัดกระจายจะแตกต่างกัน ชนิดของเครื่องถ่ายภาพรังสี อายุ และความหนาของเนื้อเยื่อแข็ง และเนื้อเยื่ออ่อน ที่รังสีผ่านทะลุในผู้ป่วยแต่ละราย
6. ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์มในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ในทางทันตรังสีจะน้อยกว่า (36 นิ้ว) การถ่ายภาพรังสีแบบเดียวกันในทางทันตกรรมจัดฟัน คือ 5 ฟุต หรือ 60 นิ้ว

การขยายขนาดและการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

Langland และ Sippy (25) กล่าวถึงคำจำกัดความของการขยายขนาด (magnification) โดยทั่วไปว่า หมายถึงการขยายขนาดของวัตถุตามปกติจากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ ปัจจัยที่มีผลต่อการขยายขนาดของวัตถุตรง เรขาคณิตได้แก่

1. ขนาดของแหล่งกำเนิดรังสี
2. ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม
3. ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม

สูตรในการคำนวณกำลังขยาย

$$\frac{FFD}{FFD - OFD} - 1 \times 100 (1.00) = \text{percentage of magnification}$$

เมื่อ FFD = Focus-film distance

OFD = Object-film distance

ขนาดของแหล่งกำเนิดรังสีถูกกำหนดโดยผู้ผลิต เครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซ์ ส่วนปัจจัยสองอย่างหลังผู้ถ่ายเป็นผู้กำหนด ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์มควรไกลที่สุด ส่วนระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม ควรไกลที่สุด เพื่อให้เกิดการขยายขนาดของภาพน้อยที่สุด

กฎสำหรับการขยาย กล่าวว่า อัตราส่วนของขนาดพื้นจริงกับขนาดของพื้นในภาพถ่ายรังสี เท่ากับอัตราส่วนระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ กับระยะแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม

$$\frac{S1 \text{ (Size of object)}}{S2 \text{ (Size of image)}} = \frac{\text{focus-objective distance}}{\text{focus-film distance}}$$

ส่วนการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสีพื้น เกิดจากความไม่เหมาะสมของการวางตำแหน่งวัตถุ ฟิล์ม และแหล่งกำเนิดรังสี ความบิดเบี้ยวของภาพจะลดลงถ้าวางฟิล์มให้ขนานกับวัตถุ และรังสีส่วนกลางตั้งฉากกับวัตถุและฟิล์ม

โจนซ์ จงรักษ์ (32) ได้ให้ข้อคิดเห็นที่คล้ายคลึงกับของ Langland และ Sippy ว่า ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีถึงฟิล์มควรให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดลำแสงขนานในการถ่ายภาพรังสี และระยะระหว่างวัตถุถึงฟิล์มควรน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีที่มีความคมชัดและขยายน้อย ที่สุด และเพื่อเป็นการป้องกันการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสี รังสีส่วนกลางควรตั้งฉากกับแนวแกนของวัตถุ และระยะของฟิล์มควรขนานกับแนวแกนของวัตถุมากที่สุด

Barr และ Stephen (28) กล่าวว่า ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และด้านหลังหน้าโทได้มาตรฐาน เพื่อวัตถุประสงค์ทางทันตกรรมจัดฟัน ควรใช้ที่ยึดศีรษะ และ ศีรษะควรอยู่ในตำแหน่งคงที่คือรังสีเอกซ์ โดยกำหนดระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม เท่ากับ 1500 ซ.ม. หรือ 60 นิ้ว เพื่อให้อัตราส่วนของระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดรังสี กับวัตถุ กับระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม (SO : OF Distance Ratio) มีค่าสูงพอที่จะทำให้เกิด การขยายขนาดของภาพเป็น 1 : 1

Margolis (3) ได้แสดงถึงอัตราส่วนของการขยายขนาด ณ ระนาบกึ่งกลางใบหน้า ของผู้ป่วย บนภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างไว้เป็นสูตรดังนี้

$$\text{อัตราขยายขนาด} = \frac{b}{a}$$

(Rate of Enlargement)

เมื่อ b = ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม (Anode Negative Distance)

a = ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ (Anode Objective Distance)

เมื่อตำแหน่งของแหล่งกำเนิดรังสี ระนาบกึ่งกลางใบหน้าของผู้ป่วย และฟิล์ม อยู่ใน ตำแหน่งเดิม และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นอัตราส่วนของการขยายขนาด (Ratio of Enlargement) จะคงที่ที่ระนาบกึ่งกลางใบหน้าของผู้ป่วยทุกคน โดยไม่คำนึงถึงขนาดของ ศีรษะ

Salzman (33) กล่าวว่า โครงสร้างใบหน้าด้านที่อยู่ใกล้ฟิล์มจะปรากฏการ ขยายขนาดมากกว่าโครงสร้างใบหน้าด้านที่อยู่ไกลฟิล์ม แหล่งกำเนิดรังสีที่มีขนาด เล็กจะให้ การขยายขนาดน้อย การขยายขนาดระหว่าง 5-8 เปอร์เซ็นต์ บนภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ถือว่าไม่มีความแตกต่างอย่าง เป็นนัยสำคัญ บริเวณใดที่อยู่ใกล้ฟิล์มมากขึ้น ความบิด เบี้ยวของ ภาพถ่ายรังสีจะน้อยลง และถ้าระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีถึงฟิล์มไกลมากขึ้น รังสีส่วนกลาง จะมีแนวทางที่ขนานมากขึ้น การขยายขนาดและความบิด เบี้ยวของภาพถ่ายรังสีจะน้อยลง

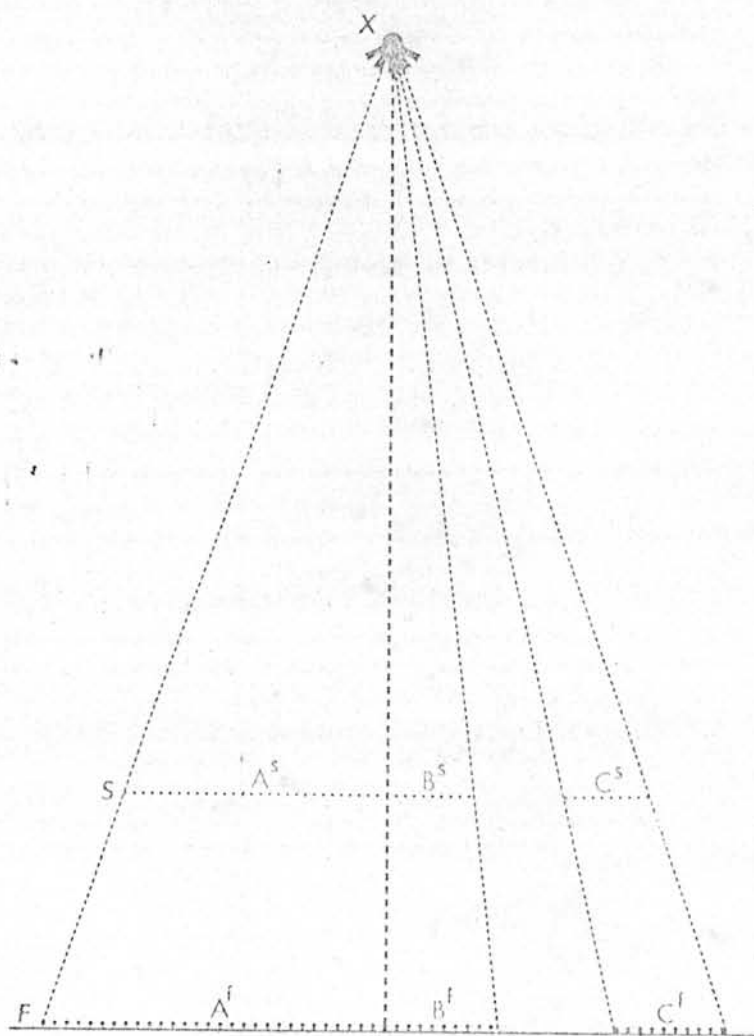
Thurrow (34) กล่าวว่า การบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสีเป็นผลมาจากการขยายขนาดที่ไม่เท่ากัน ภาพถ่ายรังสีที่ได้จะมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุจริงเสมอ ซึ่งคำนวณได้โดยอาศัยกฎทางเรขาคณิตของรูปสามเหลี่ยม 2 รูป ที่มีมุมยอดและด้านประกอบมุมยอด 2 ด้านร่วมกัน ดังรูปที่ 14

$$\frac{XS}{XF} = \frac{A^S}{A^f} = \frac{B^S}{B^f} = \frac{C^S}{C^f}$$

เมื่อ X แทน แหล่งกำเนิดรังสี

S แทน วัตถุ

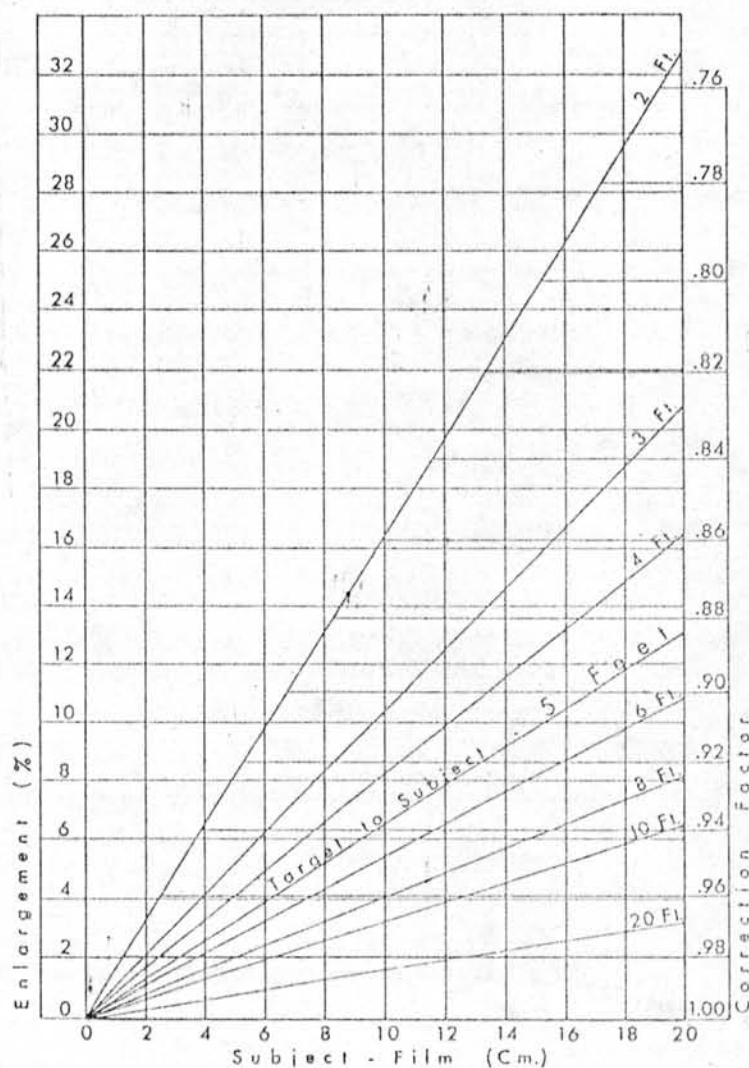
F แทน ฟิล์ม



รูปที่ 14 แสดงการขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีจะ เท่ากันทุกตำแหน่งที่อยู่ในระนาบเดียวกัน
ที่ขนานกับฟิล์ม (34)

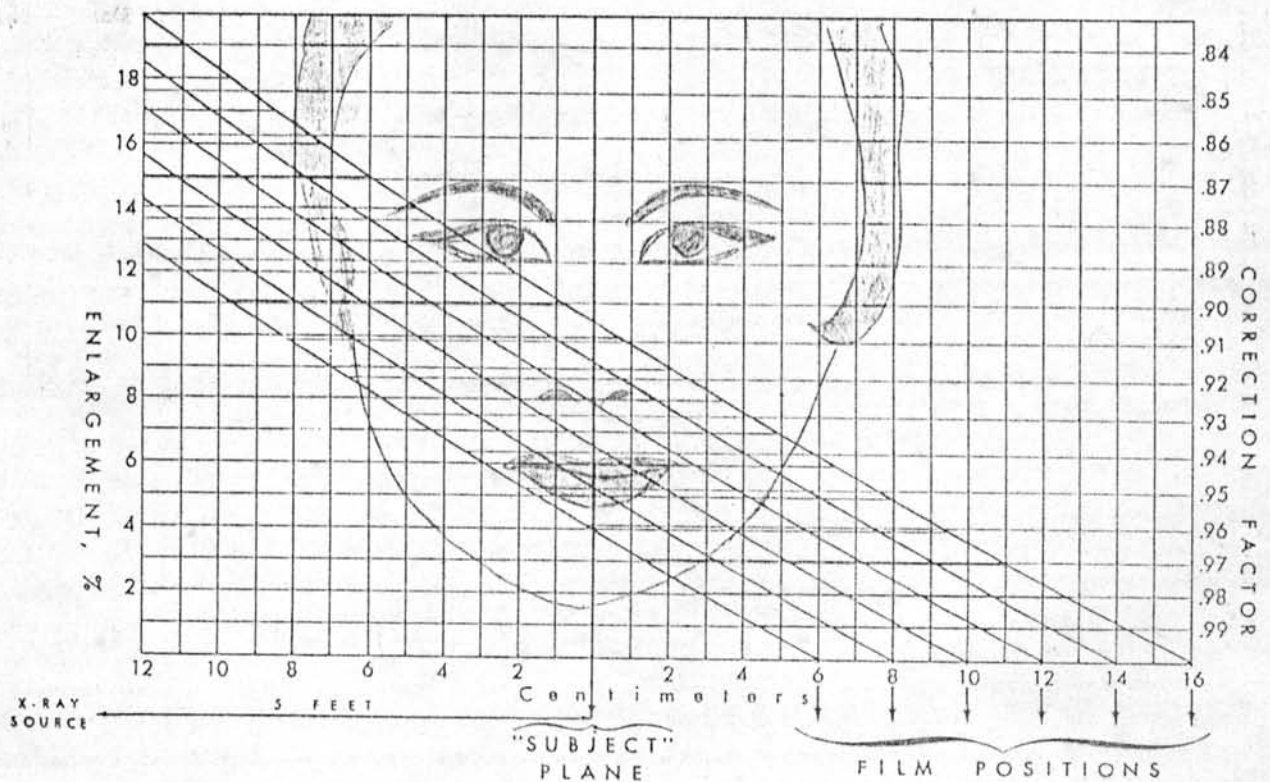
แม้ว่าส่วนต่าง ๆ ของวัตถุจะอยู่ห่างจากรังสีส่วนกลางไม่เท่ากัน แต่ถ้าวัตถุขนานกับฟิล์ม ทุก ๆ จุดในระนาบเดียวกันจะมีการขยายขนาดเท่ากันทุกจุด

ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มมีผลต่อการขยายขนาด ดังรูปที่ 15 เส้นทแยงมุมแสดงระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ สเกลในแนวนอนแสดงระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม สเกลในแนวตั้งด้านซ้ายแสดงเปอร์เซ็นต์ของการขยายขนาด และสเกลในแนวตั้งด้านขวาแสดง correction factor ขนาดจริงของวัตถุ หาได้โดยนำขนาดวัตถุในภาพถ่ายรังสี คูณด้วย correction factor



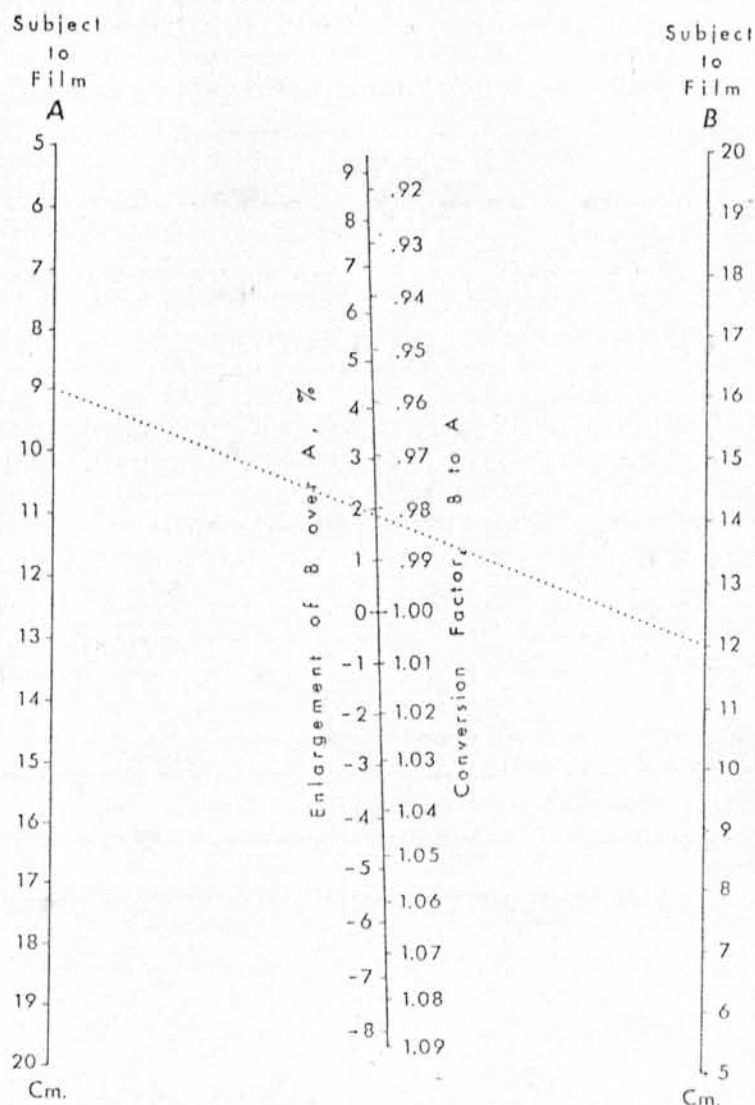
รูปที่ 15 แสดงการขยายขนาดและ correction factor ที่ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ และระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มต่าง ๆ กัน (34)

ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะโดยใช้ที่ยึดศีรษะแบบมาตรฐาน (Standard Cephalometric Radiograph) โดยกำหนดให้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับระนาบกึ่งกลางใบหน้าอยู่ที่ เท่ากับ 5 ฟุต และให้ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มแตกต่างกัน การขยายขนาดของภาพรังสีที่ได้จะแตกต่างกัน และเนื่องจากโครงสร้างทั้งหมดไม่ได้ตั้งอยู่ในระนาบกึ่งกลางใบหน้าที่ตั้งนั้นการขยายขนาดและ correction factor ของโครงสร้างใบหน้าที่อยู่ห่างจากระนาบกึ่งกลางใบหน้าที่ระยะต่างกัน จะมีค่าแตกต่างกัน ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 แสดงการขยายขนาดของการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ โดยใช้ที่ยึดศีรษะแบบมาตรฐาน โดยกำหนดระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุคงที่เท่ากับ 5 ฟุต เส้นทแยงมุมแสดงตำแหน่งที่ฟิล์มห่างจากระนาบกึ่งกลางของวัตถุ (Sagittal Plane of Object หรือ "Subject" Plane) หน่วยเป็นเซนติเมตร สเกลแนวนอนแสดงโครงสร้างใบหน้าในระยะต่าง ๆ ห่างจากระนาบกึ่งกลางของวัตถุ ที่จุดตัดของเส้นในแนวตั้งกับเส้นทแยง จะแสดงเปอร์เซ็นต์ของการขยายขนาดในสเกลแนวตั้งด้านซ้ายมือ และค่า correction factor ในสเกลแนวตั้งด้านขวามือของโครงสร้างใบหน้าในระยะสอดคล้องกับเส้นในแนวตั้ง (34)

ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะ ในกรณีระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุ 5 ฟุต เท่ากัน แต่ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มต่างกัน สามารถใช้ nomogram หากการขยายขนาดสัมพัทธ์ (Relative Enlargement) โดยลากเส้นเชื่อมค่าระหว่างระยะวัตถุกับฟิล์มของทั้ง 2 ฟิล์ม คัดเส้นตรงกลาง และอ่านความแตกต่างของการขยายขนาดทางด้านซ้ายของเส้นตรงกลาง และ conversion factor ทางด้านขวาของเส้นตรงกลาง ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 nomogram สำหรับแก้ไขการขยายขนาดของภาพถ่ายรังสี 2 ฟิล์ม ได้แก่ ฟิล์ม A และ B ซึ่งถ่ายระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มต่างกัน (34)

Krogman และ Sassouni (35) ได้แสดงสูตรของการขยายขนาดที่เหมือนกับของ Langland และ Sippy ดังนี้

$$\text{Percentage of Magnification} = \frac{D}{D-d} - 1 \times 100$$

เมื่อ D = focal-film distance

d = object-film distance

ถ้าระยะระหว่างจุดกำเนิดรังสีกับฟิล์มมาก และระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มน้อย การขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีจะน้อยลง ระยะแรกถูกกำหนดโดยขนาดวัตถุ ส่วนระยะหลัง ถูกกำหนดโดยขนาดของกะโหลกศีรษะ

Krogman และ Sassouni (35) กล่าวถึงความสำคัญของการขยายขนาดว่า

1. การขยายขนาดมีผลต่อค่าระยะทาง และอิทธิพลดังกล่าวจะลดลง ถ้าใช้ค่าสัดส่วนและการวัดมุมแทน
2. ในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต ขนาดที่เพิ่มขึ้นจากการเจริญเติบโตจะรวมกับขนาดที่เพิ่มขึ้นจากผลของการขยายขนาดของภาพถ่าย

เพื่อให้ได้การขยายขนาดคงที่ และน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ควรให้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุมาก และระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มสั้น และคงระยะทั้งสองไว้ ถึงแม้ยังมีการขยายขนาดของภาพ แต่ก็ยังมีเพียงเล็กน้อยและคงที่ ในการหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวของภาพ ระนาบฟิล์มควรตั้งฉากกับรังสีส่วนกลาง และขนานกับระนาบกึ่งกลางใบหน้า สำหรับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง หรือตั้งฉากกับระนาบกึ่งกลางใบหน้า สำหรับการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

Broadbent (5) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้า มาตรฐานของบอลตัน (Bolton Standard Tracings) จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,700 คน อายุระหว่าง 8-18 ปี นำมาถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า โดยใช้ที่ยึดศีรษะ และไม่มีการจัดตำแหน่งใหม่ของศีรษะ จัดให้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุคงที่ เท่ากับ 5 ฟุต และระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อรับกับขนาดศีรษะเล็กหรือใหญ่ ตามอายุของกลุ่มตัวอย่าง ระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มของการถ่ายภาพรังสีทั้ง 2 แบบ ได้ถูกบันทึกด้วยสเกลสำหรับแก้ไขการขยายขนาด (Correctional Scale) ซึ่งคิดตั้งไว้ใน

บริเวณระนาบกึ่งกลางใบหน้า ในขณะที่ถ่ายภาพรังสี ดังนั้นในการเปรียบเทียบภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้ามาตรฐานของบอลตัน กับภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะที่ถ่ายจากที่อื่น จะต้องพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ของการขยายขนาดด้วย ดังตารางที่ 1

BOLTON STANDARDS

Radiographic enlargement*

Age	ML	% enlargement	P+	% enlargement
1	80.0	5.2	—	—
2	80.0	5.2	—	—
3	80.0	5.2	104.0	6.8
4	81.0	5.3	107.0	7.0
5	82.0	5.4	108.0	7.1
6	83.0	5.4	109.0	7.2
7	84.0	5.5	110.0	7.2
8	84.0	5.5	113.0	7.4
9	85.0	5.6	114.0	7.5
10	86.0	5.6	116.0	7.5
11	87.0	5.7	118.0	7.7
12	88.0	5.8	120.0	7.9
13	89.0	5.8	122.0	8.0
14	89.0	5.8	123.0	8.1
15	90.0	5.9	125.0	8.2
16	90.0	5.9	125.0	8.2
17	90.0	5.9	126.0	8.3
18	90.0	5.9	128.0	8.4

*The columns to the right of the chronologic ages are the ML distance of the lateral film with its percentage of enlargement and the P+ distance of the frontal film with its respective percentage of enlargement. The ML and P+ recordings are made at the time that the films are exposed.

ตารางที่ 1 แสดงการขยายขนาดของภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้ามาตรฐานของบอลตัน เริ่มจากคอลัมน์ซ้ายมือ

แถวแรกเป็นต้นไป เป็นอายุตามปีปฏิทินของกลุ่มตัวอย่าง, ML เป็นระยะระหว่างระนาบกึ่งกลางใบหน้ากับฟิล์มด้านข้าง เปอร์เซ็นต์การขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง, P+ เป็นระยะระหว่าง porion axis กับฟิล์มด้านหน้า เปอร์เซ็นต์การขยายของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหน้าตามลำดับ (5)

เนื่องจากพบการขยายขนาดทั้งในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า Broadbent จึงได้เสนอวิธีการลดขนาดของภาพเข้าสู่ปกติก่อนทำการแปลผล โดยกำหนด จุดอ้างอิงใหม่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ด้วยการวางภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะทั้งสองบนแผ่นแสดงทิศทางและการกระจายของรังสี (Orientator)

ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าถูกวางในลักษณะเหมือนมองจากด้านหลังศีรษะของผู้ป่วย ให้ด้านขวาของศีรษะอยู่ทางขวาของแผ่นแสดงทิศทางและการกระจายของรังสี ให้แกนของแท่งยึดหู (Ear Rod Axis) อยู่บนเส้น CR ซึ่งแสดงทิศทางของรังสีส่วนกลาง จุดกึ่งกลางของที่ยึดตรงรอยต่อของกระดูกหน้าผากกับจมูก (Nasion Rest) อยู่ในระนาบ P+ จากด้านขวาของแผ่นแสดงทิศทางและการกระจายของรังสี

วางภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างทางด้านซ้ายมือ หันหน้าเข้าหาระนาบด้านหน้าตรง (Frontal Plane) และจุดกึ่งกลางของแท่งยึดหูในระนาบ ML จากระนาบด้านหน้าตรง ตรวจสอบตำแหน่งจุดอ้างอิงบนภาพถ่ายรังสีทั้งสองให้ตรงกัน โดยจุดอ้างอิงเดียวกันของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะทั้งสอง จะต้องอยู่บนเส้นแสดงทิศทางรังสี (Orientator Line) เดียวกัน

ลากเส้น L ให้ตั้งฉากกับจุดกึ่งกลางของแท่งยึดหู ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (จุด LC)

ลากเส้น F ให้ตั้งฉากกับจุดกึ่งกลางของที่ยึดตรงรอยต่อระหว่างกระดูกหน้าผากกับจมูก (จุด FC)

จุด LC และ FC จะเป็นจุดหลักในการหาค่าตำแหน่งใหม่ที่ต้องการของจุดอ้างอิงอื่น

1. การปรับจุดอ้างอิงที่อยู่ในระนาบกึ่งกลางใบหน้า ตัวอย่าง เช่น จุด Gn

ดังรูปที่ 18

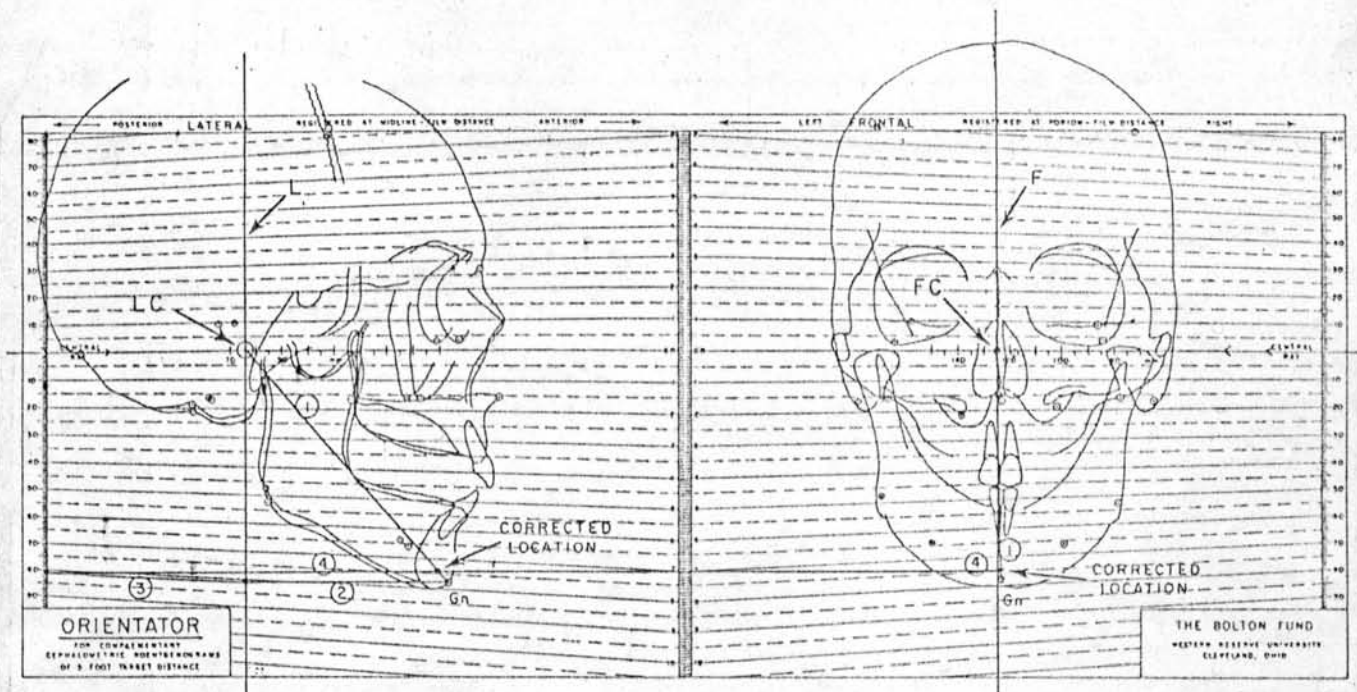
1.1 ลากเส้นตรงจากจุด LC และ FC มายังจุด Gn ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าตามลำดับ

1.2 จากจุด Gn ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ลากเส้นขนานกับเส้น CR ไปตัดกับเส้น L

1.3 จากจุดตัดบนเส้น L ลากเส้นขนานกับเส้นแสดงทิศทางรังสีด้านข้าง (Lateral Orientator Line) จนตัดสเกลด้านซ้าย อ่านค่าระยะทางจากเส้น CR ที่แท้จริงบนสเกล

1.4 จากจุดตัดบนสเกลด้านซ้าย ลากเส้นขนานกับเส้น CR ไปตัดกับเส้นใน

ข้อ 1.1 จะได้จุดอ้างอิง Gn ที่ถูกต้อง บนภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะทั้งสองตามลำดับ



รูปที่ 18 แผ่นแสดงทิศทางและการกระจายของรังสี และการปรับจุดอ้างอิงที่อยู่ในระนาบกึ่งกลางใบหน้า ตัวอย่างในที่นี้คือจุด Gn (5)

2. การปรับจุดอ้างอิงทางด้านซ้ายหรือขวาของระนาบกึ่งกลางใบหน้า ตัวอย่างเช่น จุด R Go (Gonion ด้านขวา) ดังรูปที่ 19

2.1 ลากเส้นตรงจากจุด LC และ FC ไปยังจุด R Go

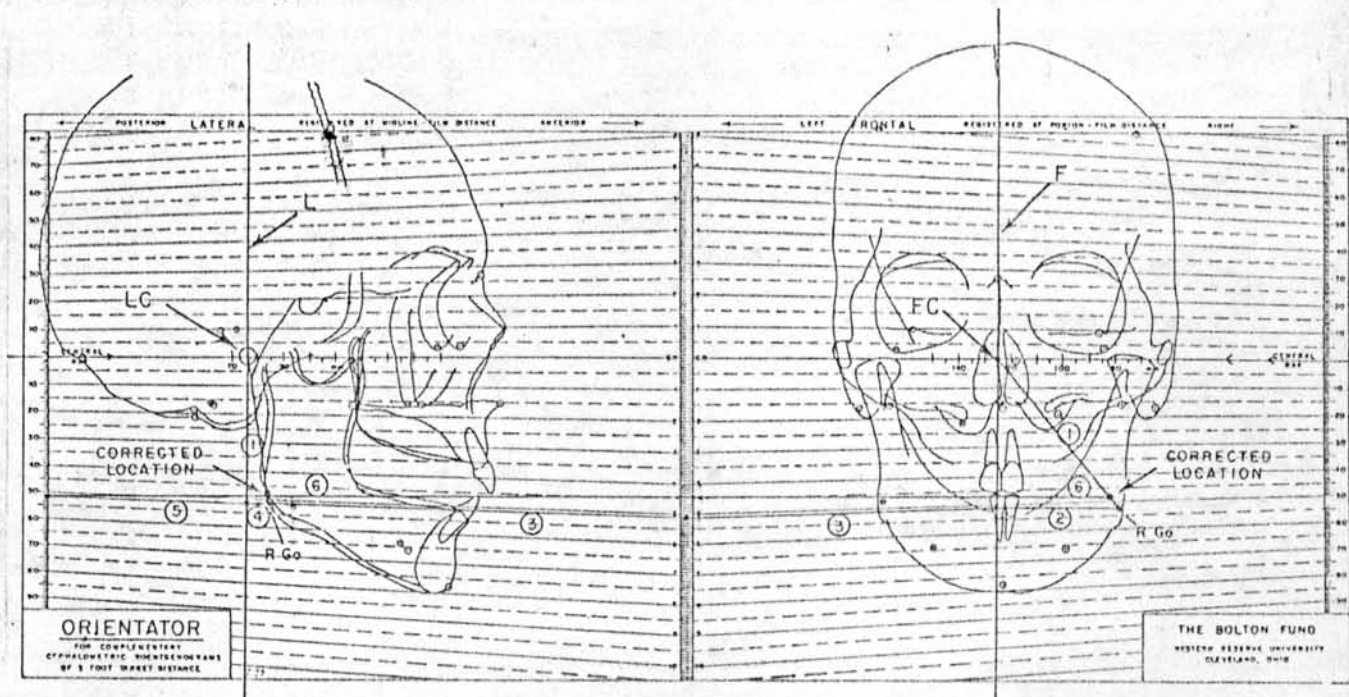
2.2 จากจุด R Go ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ลากเส้นขนานกับเส้น CR ไปตัดกับเส้น F

2.3 จากจุดตัดในข้อ 2.2 ลากเส้นขนานกับเส้นแสดงทิศทางรังสี ไปยังเส้นในข้อ 1 ของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

2.4 จากจุดตัดในข้อ 2.3 ลากเส้นในแนวราบขนานกับเส้น CR ไปตัดกับเส้น L

2.5 จากจุดตัดในข้อ 2.4 ลากเส้นขนานกับเส้นแสดงทิศทางรังสี ไปยังสเกลด้านซ้าย เป็นระยะห่างจากเส้น CR ที่แท้จริง

2.6 จากจุดตัดบนสเกล ลากเส้นในแนวราบขนานกับเส้น CR จนพบกับเส้นในข้อ 2.1 จะได้จุด R Go ที่ถูกต้อง



รูปที่ 19 แผ่นแสดงทิศทางและการกระจายของรังสี และการปรับจุดอ้างอิงที่อยู่ทางด้านซ้ายหรือขวา ของระนาบกึ่งกลางใบหน้า (5)

3. การปรับจุดอ้างอิงที่อยู่ทางด้านซ้ายหรือขวาของระนาบกึ่งกลางใบหน้า และอยู่ใกล้รังสีส่วนกลาง ตัวอย่างเช่นจุด L Or (จุด Or ด้านซ้าย) ดังรูปที่ 20

3.1 ลากเส้นจากจุด LC และ FC ไปยังจุด L Or ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะทั้งสอง

3.2 เคลื่อนจุดที่ต้องการปรับขึ้นบนหรือลงล่าง โดยลากเส้นจากจุดนั้นมาตั้งฉากกับเส้น CR และลากต่อไปขึ้นบนหรือลงล่าง ไปพบกับเส้นแสดงทิศทางรังสีเส้นใดเส้นหนึ่งในกรณีนี้ลากลงล่าง ทั้งในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า

3.3 ลากเส้นจากจุด LC และ FC มายังจุดตัดในข้อ 3.2

3.4 จากจุดตัดในข้อ 3.2 ลากเส้นในแนวราบขนานกับ เส้น CR ไปยังระนาบ
กึ่งกลางใบหน้า ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลัง

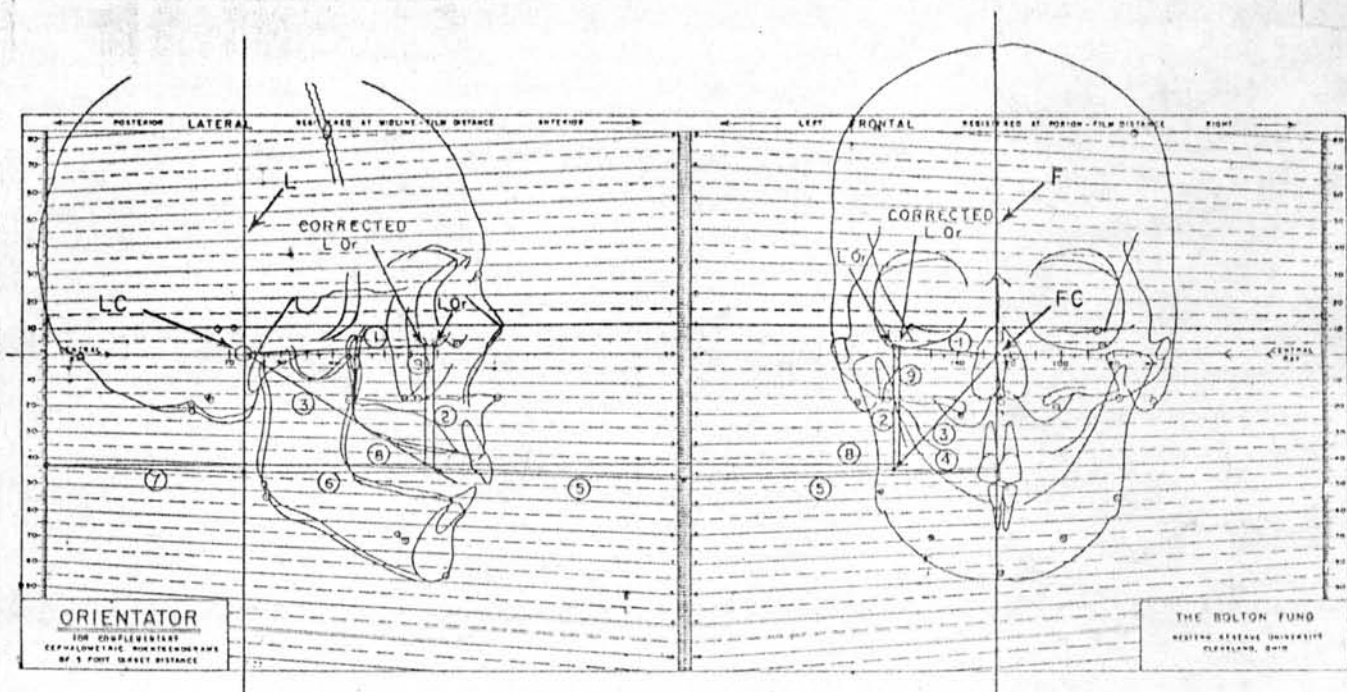
3.5 จากจุดตัดในข้อ 3.4 ลากเส้นขนานกับ เส้นแสดงทิศทางรังสี ไปพบกับ เส้น
ในข้อ 3.3 ของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

3.6 จากจุดตัดในข้อ 3.5 ลากเส้นในแนวระนาบขนานกับ เส้น CR ไปตัด
กับเส้น L ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

3.7 จากจุดตัดในข้อ 3.6 ลากเส้นขนานกับ เส้นแสดงทิศทางรังสี ไปยังสเกล
ด้านซ้าย

3.8 จากจุดตัดบนสเกล ลากเส้นขนานกับ เส้น CR ไปตัดกับ เส้นในข้อ 3.3

3.9 จากจุดตัดในข้อ 3.8 ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้าน
หลังหน้า ลากเส้นตั้งฉากกับเส้น CR ไปตัดกับเส้นในข้อ 3.1 จะได้จุด L Or ที่ถูกต้องของ
ภาพถ่ายรังสีทั้งสอง



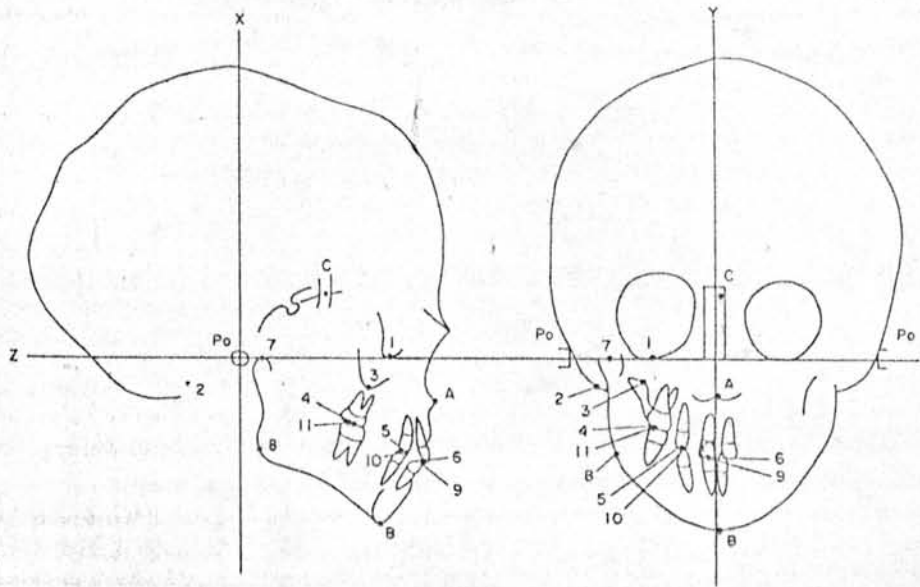
รูปที่ 20 แผ่นแสดงทิศทางการกระจายของรังสี และการปรับจุดอ้างอิงที่อยู่ทางด้านซ้าย
หรือขวา ของระนาบกึ่งกลางใบหน้า และอยู่ใกล้รังสีส่วนกลาง (5)



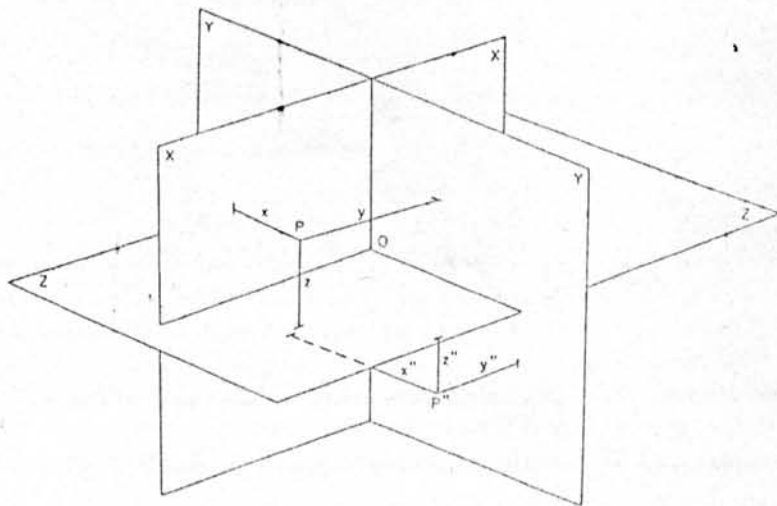
นอกจากนี้ Broadbent (2) ได้กล่าวว่า ในการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และด้านหลังหน้า จะให้ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับวัตถุเท่ากับ 5 ฟุต (60 นิ้ว) เพื่อลดความแตกต่างของการขยายขนาดของวัตถุที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดรังสีกับด้านที่อยู่ใกล้ฟิล์ม ระนาบกึ่งกลางใบหน้า ระนาบด้านหน้าตรง ตลอดจนระนาบฟิล์ม ต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสี ซึ่งได้แก่ ภาพสั้นกว่าความเป็นจริง (Foreshortening) เนื่องจากศีรษะเอียง หรือภาพยาวเกินความเป็นจริง (Elongation) เนื่องจากระนาบฟิล์มเอียง

Mulick (36) ได้ศึกษาความสมดุลของโครงสร้างใบหน้าในคู่แฝดสามเพศเดียวกัน จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ซึ่งถ่ายโดยเทคนิคของ Broadbent Bolton และใช้วิธีแก้ไขการขยายขนาดและการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสีด้วยระบบโคออร์ดิเนตของคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) ของ Schwartz โดยใช้ระนาบอ้างอิง 3 ระนาบ (ดังรูปที่ 21, 22) ได้แก่ ระนาบด้านหน้า (Coronal Plane) แทนด้วยแกน X, ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Midsagittal Plane) แทนด้วยแกน Y และระนาบแนวนอน (Horizontal Plane) แทนด้วยแกน Z วัดระยะทางจาก 3 ระนาบ ไปยังจุดอ้างอิงจุดหนึ่ง (P) ซึ่งจุดโคออร์ดิเนตเป็น (X, Y, Z) โดยวัดจากภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านข้างและด้านหลังหน้า (Lateral and Posteroanterior Tracings) แล้วหาจุดโคออร์ดิเนตของจุดที่สนใจอีกจุด (P') ในทำนองเดียวกัน (X'', Y'', Z'') คำนวณระยะระหว่างจุดทั้งสองด้วยหลักของสามเหลี่ยมรูปคล้าย และสมการพีชคณิตของ Schwartz ที่เรียกว่า quadratic equation ดังนี้

$$\text{ระยะระหว่าง } P-P'' = \sqrt{(X-X'')^2 + (Y-Y'')^2 + (Z-Z'')^2}$$



รูปที่ 21 แสดงระนาบอ้างอิงบนภาพลอมกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านข้างและด้านหลังหน้า
 X = ระนาบด้านหน้า
 Y = ระนาบกึ่งกลางใบหน้า
 Z = ระนาบแนวราบ
 Po = จุด porion ซึ่งเป็นจุดตัดของระนาบด้านหน้ากับระนาบแนวราบ (36)



รูปที่ 22 แสดงระนาบจุดโคออร์ดิเนตของคาร์ทีเซียน ระนาบทั้งสามดังกล่าวมาแล้วตัดกันที่จุด O
 P เป็นจุดที่มีโคออร์ดิเนตเมื่อเทียบกับจุด O เป็น (X, Y, Z)
 P'' เป็นจุดที่มีโคออร์ดิเนตเมื่อเทียบกับจุด O เป็น (X'', Y'', Z'')
 ระยะระหว่าง P-P'' คำนวณได้โดยอาศัยหลักเรขาคณิตสามมิติ (Solid Geometry) (36)

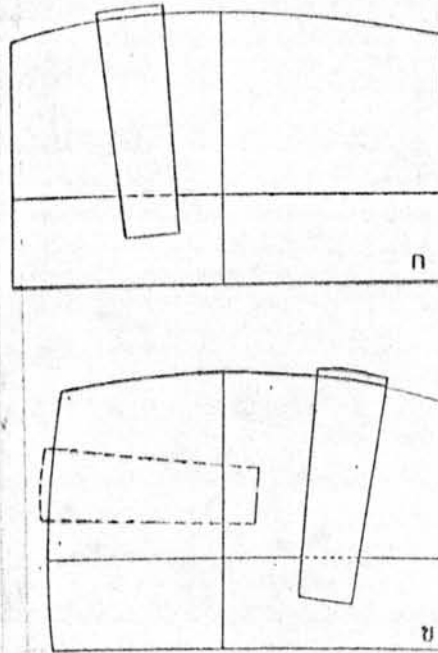
Vogel (37) ได้ทำการศึกษาปรับปรุงวิธีการชดเชยการขยายขนาดของ Wylie ในกะโหลกศีรษะแห้ง จำนวน 10 กะโหลก โดยนำภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ซึ่งถ่ายโดยเทคนิคของ Broadbent-Bolton และเลือกจุดอ้างอิงในการศึกษา จำนวน 10 จุด ซึ่งคิดด้วยเครื่องหมายที่บ่งชี้

Vogel ได้อ้างถึงการชดเชยการขยายขนาดของ Wylie โดยใช้เครื่องมือชดเชยการขยายขนาดของ Wylie (รูปที่ 23) ซึ่งประกอบด้วย แผ่นฐาน (Base Plate) ทำด้วย lucite หนา $\frac{1}{4}$ นิ้ว ด้านฐานและด้านข้างทั้งสองด้านตรง ด้านบนมีลักษณะเป็นส่วนโค้งของวงกลม ภายในสลักเส้นตรง 2 เส้น ตั้งฉากซึ่งกันและกัน เส้นแนวนอนเป็นตัวแทนของ transporionic axis เส้นแนวตั้ง แทนระนาบกึ่งกลางใบหน้า ด้านบนเป็นเส้นโค้งของวงกลม รัศมี 5 ฟุต ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดตัดของเส้นสลัก 2 เส้น ไม้ฉาก (T-square) ถูกตัดแปลงให้ขอบโค้งทาบพอดีกับส่วนโค้งด้านบนของเครื่องมือ ด้านข้างไม้ฉากแทนการกระจายของรังสีในแนวหลังหน้า

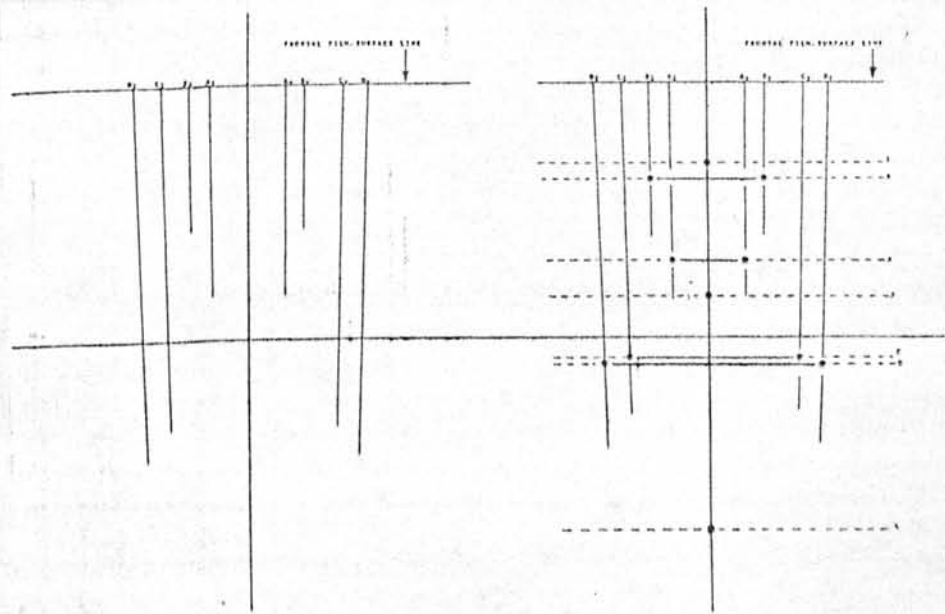
วิธีชดเชยการขยายขนาดของ Wylie (รูปที่ 24)

1. ลากเส้นสมมุติแทน transporionic axis กับระนาบกึ่งกลางใบหน้า บนกระดานกราฟ ลากเส้นขนานกับแกนดังกล่าว เป็นตัวแทนระนาบของฟิล์มด้านหน้าด้วยระยะทางจริงที่บันทึกในขณะถ่ายภาพรังสี
2. ลากเส้นกึ่งกลางใบหน้าผ่าน crista galli หรือ nasal septum ผ่านตั้งฉากกับ transporionic axis ในภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านหลังหน้า วัดระยะจากจุดอ้างอิงที่พบได้ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าไปยังเส้นกึ่งกลางใบหน้า แล้วบันทึกลงระนาบฟิล์มด้านหน้าในกระดานกราฟ
3. วางเครื่องมือชดเชยการขยายขนาดบนกระดานกราฟ ให้จุดตัดของเส้นสลักทาบพอดีกับจุดตัดของ transporionic axis กับระนาบกึ่งกลางใบหน้า วาดเส้นแสดงการกระจายรังสี ไปยังจุดอ้างอิงบนระนาบฟิล์มด้านหน้าด้วยไม้ฉาก
4. เฉลี่ยจุดอ้างอิงด้านซ้ายและขวา จากภาพลอกรายละเอียดโครงสร้างใบหน้าด้านข้าง เทียบกับ Frankfort horizontal plane ปรับระยะระหว่างจุดเฉลี่ยกับ porion axis ด้วยสเกลสำหรับแก้ไขการขยายขนาด แล้วนำมาบันทึกบนเส้นกึ่งกลางใบหน้าบนกระดานกราฟ

5. ลากเส้นขนานกับ transporionic axis ผ่านจุดอ้างอิงในข้อ 4 ไปตัดเส้นกระจายรังสีทั้ง 2 ข้าง จะได้จุดตัดเป็นตำแหน่งที่แท้จริงของจุดอ้างอิงของภาพ ลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านหลังหน้า



- รูปที่ 23 ก แสดงเครื่องมือชดเชยการขยายขนาดของ Wylie แสดงการตัดกันของเส้นสลัก 2 เส้น ไม้ฉากตัดแปลงให้มีปลายโค้งรับกับส่วนโค้งด้านบนของแผ่นฐาน ด้านข้างของไม้ฉากเป็นตัวแทนการกระจายของรังสีด้านหน้าตรง (Frontal Roentgen Rays)
- ข แสดงเครื่องมือชดเชยการขยายขนาดของ Vogel คล้ายกับของ Wylie แต่ปรับเพิ่มส่วนโค้งด้านข้างซ้ายอีกหนึ่งด้าน (37)



รูปที่ 24 แสดงวิธีชดเชยการขยายขนาดของ Wylie (37)

วิธีชดเชยการขยายขนาดของ Vogel (รูปที่ 25)

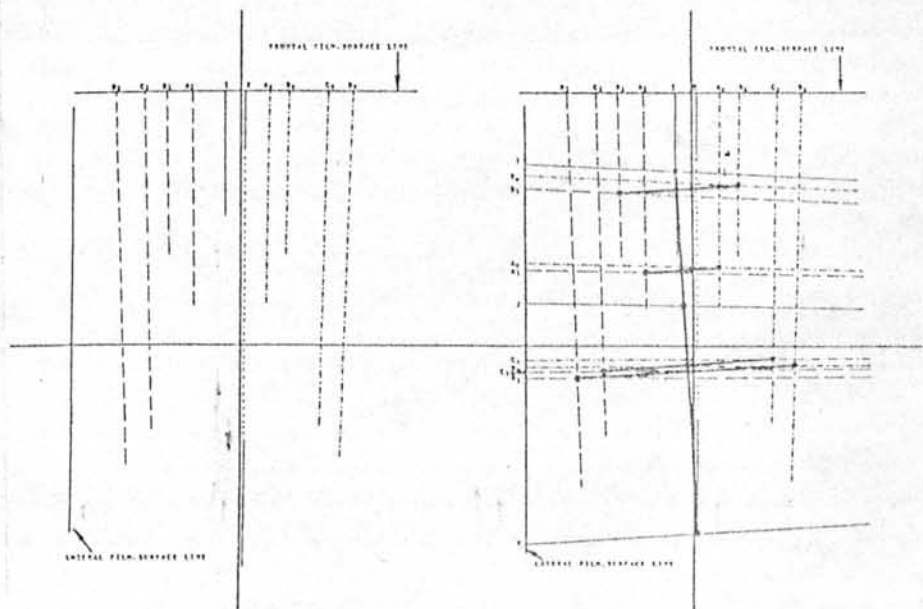
ใช้เครื่องมือตัดแปลงจากเครื่องมือชดเชยการขยายขนาดของ Wylie โดยปรับเพิ่มส่วนโค้งด้านข้างซ้ายของเครื่องมือให้มีลักษณะเช่นเดียวกับด้านบน เพื่อให้ไม้ฉากได้ทั้งสองด้าน และเนื่องจากการจัดตำแหน่งศีรษะไม่ถูกต้องขณะถ่ายภาพ หรือรายที่มีใบหน้าไม่สมดุล เส้นกึ่งกลางใบหน้า และไม่ทาบสนิทกับแกนรังสีส่วนกลาง (Central Ray Axis) ในแนวตั้ง และกำหนดฉากเส้นจากจุดกึ่งกลางของที่ยึดตรงรอยต่อระหว่างหน้าฉากกับจุก ลงมาตั้งฉากกับจุดกึ่งกลางของ porion axis เป็นรังสีส่วนกลาง

1. ทำตามวิธีเดียวกับแบบ Wylie แต่วัดระยะทั้งของจุดอ้างอิงที่เป็น midsagittal anatomic point และจุดอ้างอิงอื่น ๆ เทียบกับแกนรังสีส่วนกลางในกระดาษลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านหลังหน้า บันทึกลงบนระนาบฟิล์มด้านหน้า ในกระดาษกราฟ

2. จุดอ้างอิงบนภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างไม่ได้ซ้อนทับกันสนิท เพราะมีการกระจายของรังสี จึงวัดระยะจากจุดอ้างอิงซ้ายและขวา เทียบกับ เส้นลากตั้งฉากกับ Frankfort plane ที่ porion

3. จุดอ้างอิงด้านขวา ถูกกำหนดบนระนาบฟิล์มด้านข้าง (Lateral Film Line) และใช้ไม่ลากกับส่วนโค้งด้านซ้ายของเครื่องมือ ลากรังสีด้านข้างด้านขวา (Right Lateral Ray) ตัดกับรังสีด้านหน้าตรงด้านขวา (Right Frontal Ray) จุดตัดที่ได้แสดงตำแหน่งที่แท้จริงของจุดอ้างอิงในอากาศ (True Location in Space) และทำเช่นเดียวกันกับ จุดอ้างอิงด้านซ้าย และจุดที่อยู่ในระนาบกึ่งกลางใบหน้า

เมื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่าที่วัดจากกะโหลกศีรษะแท้โดยตรง ค่าที่วัดด้วยวิธีชดเชยการขยายขนาดของ Wylie และค่าที่วัดด้วยวิธีชดเชยการขยายขนาดของ Vogel พบว่า ค่าที่วัดจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ด้วยวิธีชดเชยการขยายขนาดของ Vogel ใกล้เคียงกับค่าที่วัดโดยตรงจากกะโหลกศีรษะแท้ มากกว่าค่าที่วัดด้วยวิธีชดเชยการขยายขนาดของ Wylie



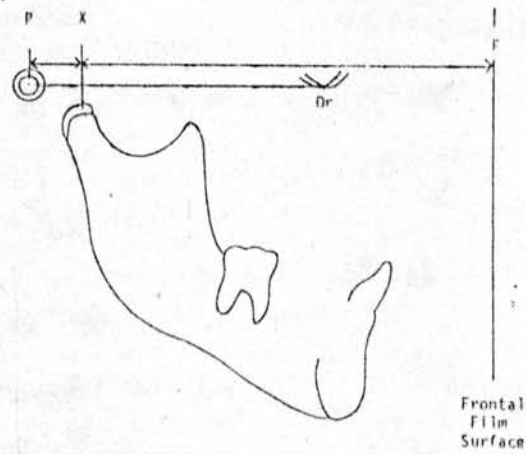
รูปที่ 25 แสดงวิธีการชดเชยการขยายขนาดของ Vogel (37)

Bergersen (38) กล่าวว่า การขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้าน
 หลังหน้า ชับซ้อนกว่าการขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง เนื่องจาก
 จุดอ้างอิงต่าง ๆ อยู่ในระนาบด้านหน้า (Coronal Plane) ที่แตกต่างกัน จุดแต่ละจุดมีระยะ
 ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีและฟิล์มในระยะที่แตกต่างกัน และไม่มีระนาบหลักเหมือนในภาพถ่าย
 รังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

Bergersen ได้เสนอวิธีชดเชยการขยายขนาดในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้าน
 หลังหน้า โดยกล่าวว่า ตัวแปรของการขยายขนาดในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะมี 2 ระยะคือ
 ระยะระหว่างจุดอ้างอิงกับแหล่งกำเนิดรังสี และระยะระหว่างฟิล์มกับจุดอ้างอิง ซึ่งในภาพถ่าย
 รังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง มีตัวแปรเพียงตัวเดียว เพราะระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสี
 กับฟิล์มคงที่ คือ 60 นิ้ว ดังนั้นในการชดเชยการขยายขนาด จำเป็นต้องทราบระยะระหว่าง
 แนวกึ่งกลางใบหน้ากับฟิล์ม (Midsagittal-film Distance) และระยะระหว่างแกน
 porion กับฟิล์ม (Transporionic-film Distance)

วิธีชดเชยการขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตัวอย่างเช่น
 จุด Or

1. ลากเส้น Frankfort horizontal plane จากจุดเฉลี่ย Or ด้านซ้ายและ
 ขวา ไปยังจุดกึ่งกลางของ porion ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (รูปที่ 26)
 ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ลาก Frankfort horizontal plane โดย
 ลากเส้นระหว่าง Or ด้านซ้ายและด้านขวา กำหนดระนาบกึ่งกลางใบหน้า (รูปที่ 27)

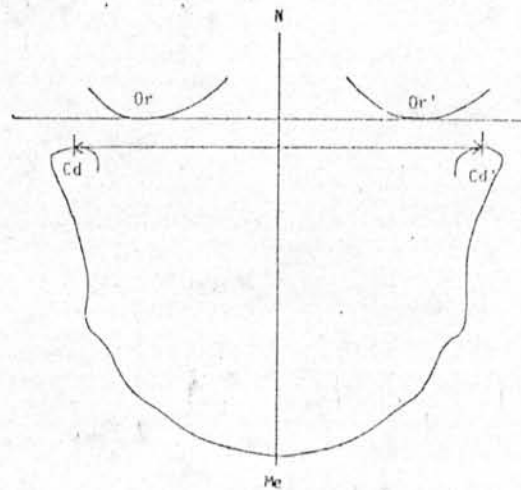


รูปที่ 26 P-Or = Frankfort horizontal plane ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ
ด้านข้าง

P-X = ระยะระหว่าง porion ถึงจุดอ้างอิง

P-F = ระยะระหว่าง porion ถึงฟิล์ม

X-F = ระยะระหว่างจุดอ้างอิงถึงฟิล์ม (38)



รูปที่ 27 Or-Or' = Frankfort horizontal plane ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ
ด้านหลังหน้า

N-Me = ระบายกึ่งกลางใบหน้า (38)

๒. วัดระยะจากจุดอ้างอิงที่สนใจ ขนานกับ Frankfort horizontal plane ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างไปยัง porion (P-X) และนำระยะนั้นมาปรับการขยายขนาด จากตารางชดเชยการขยายขนาด (Compensation Table) (ตารางที่ ๒)

๓. นำระยะที่แท้จริงจากตาราง ลบจากระยะ porion ถึงฟิล์ม (P-F) จะได้ระยะที่แท้จริงของจุดอ้างอิงนั้นถึงฟิล์มด้านหน้า

๔. นำระยะที่แท้จริงของจุดอ้างอิงถึงฟิล์ม และระยะระหว่างจุดอ้างอิงที่สนใจไปยัง porion นำมาเปิดตารางชดเชยการขยาย (ตารางที่ ๓) เพื่อหาตัวคูณชดเชยการขยายขนาด (Enlargement Compensation Multiplier)

ENLARGEMENT COMPENSATION SCALE FOR LATERAL CEPHALOMETRIC LINEAR MEASUREMENTS
(WITH FIXED 60" ANODE TO MIDSAGITTAL PLANE DISTANCE WITH VARIABLE FILM PLACEMENT CORRECTED TO WITHIN 0.25 mm. ACCURACY)

Measure- ment on film in mm.	Distance in mm. from Patient's Midsagittal Plane to Film Surface (Enlargement Compensation Multipliers)														
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
.25	.95608	.95310	.95012	.94717	.94424	.94132	.93842	.93554	.93268	.92983	.92701	.92420	.92140	.91863	.91586
.50	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.75	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
1.00	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75
.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
.50	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
.75	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
2.00	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
.50	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
.75	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
3.00	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
.50	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
.75	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
4.00	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
.25	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
.50	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
5.00	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
.25	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
.50	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
.75	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
6.00	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
.25	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
.50	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
.75	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
7.00	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
.25	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
.50	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25
.75	7.50	7.50	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.00	7.00

ตารางที่ ๒ ตารางชดเชยการขยายขนาดสำหรับการวัดค่าระยะทางในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง กำหนดระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับระนาบที่กลางใบหน้าคงที่เท่ากับ 60 นิ้ว และมีระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์มแตกต่างกัน (๓8)

ENLARGEMENT COMPENSATION MULTIPLIERS FOR FRONTAL (P-A) CEPHALOMETRIC ENLARGEMENT**

Porionic** Axis to Landmark (mm)	Landmark to Film Surface (mm)													
	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
0	.95310	.95012	.94717	.94424	.94132	.93842	.93554	.93268	.92983	.92701	.92420	.92140	.91863	.91586
5	.95324	.95028	.94734	.94441	.94150	.93861	.93574	.93289	.93005	.92723	.92443	.92164	.91887	.91612
10	.95339	.95043	.94750	.94458	.94168	.93880	.93594	.93309	.93026	.92745	.92465	.92187	.91911	.91637
15	.95353	.95059	.94766	.94475	.94186	.93899	.93613	.93329	.93047	.92767	.92488	.92211	.91935	.91662
20	.95367	.95074	.94782	.94492	.94204	.93917	.93632	.93349	.93068	.92788	.92510	.92234	.91959	.91686
25	.95382	.95089	.94798	.94509	.94221	.93936	.93652	.93369	.93089	.92810	.92533	.92257	.91983	.91711
30	.95396	.95104	.94814	.94525	.94239	.93954	.93671	.93389	.93110	.92831	.92555	.92280	.92007	.91735
35	.95410	.95119	.94830	.94542	.94256	.93972	.93690	.93409	.93130	.92853	.92577	.92303	.92031	.91760
40	.95424	.95134	.94845	.94559	.94274	.93990	.93709	.93429	.93151	.92874	.92599	.92326	.92054	.91784
45	.95438	.95149	.94861	.94575	.94291	.94008	.93728	.93448	.93171	.92895	.92621	.92348	.92077	.91808
50	.95452	.95163	.94876	.94591	.94308	.94026	.93746	.93468	.93191	.92916	.92643	.92371	.92101	.91832
55	.95465	.95178	.94892	.94607	.94325	.94044	.93765	.93487	.93211	.92937	.92664	.92393	.92124	.91856
60	.95479	.95192	.94907	.94624	.94342	.94062	.93783	.93506	.93231	.92958	.92686	.92415	.92147	.91879
65	.95493	.95207	.94922	.94640	.94359	.94079	.93802	.93526	.93251	.92978	.92707	.92437	.92169	.91903
70	.95506	.95221	.94937	.94656	.94375	.94097	.93820	.93545	.93271	.92999	.92728	.92459	.92192	.91926
75	.95520	.95235	.94952	.94671	.94392	.94114	.93838	.93563	.93290	.93019	.92749	.92481	.92214	.91949
80	.95533	.95249	.94967	.94687	.94408	.94131	.93856	.93582	.93310	.93039	.92770	.92503	.92237	.91972
85	.95546	.95263	.94983	.94703	.94425	.94149	.93874	.93601	.93329	.93060	.92791	.92524	.92259	.91995
90	.95559	.95277	.94997	.94718	.94441	.94166	.93892	.93619	.93349	.93080	.92812	.92546	.92281	.92018
95	.95573	.95291	.95012	.94734	.94457	.94183	.93909	.93638	.93368	.93099	.92832	.92567	.92303	.92041
100	.95586	.95305	.95026	.94749	.94473	.94199	.93927	.93656	.93387	.93119	.92853	.92588	.92325	.92063
105	.95599	.95319	.95041	.94764	.94490	.94216	.93945	.93674	.93406	.93139	.92873	.92609	.92347	.92086
110	.95611	.95332	.95055	.94780	.94506	.94233	.93962	.93693	.93425	.93158	.92894	.92630	.92369	.92108
115	.95624	.95346	.95070	.94795	.94521	.94250	.93979	.93711	.93444	.93178	.92914	.92651	.92390	.92130
120	.95637	.95360	.95084	.94810	.94537	.94266	.93997	.93729	.93462	.93197	.92934	.92672	.92411	.92152
125	.95650	.95373	.95098	.94825	.94553	.94282	.94014	.93746	.93481	.93216	.92954	.92692	.92433	.92174
130	.95662	.95386	.95112	.94839	.94568	.94299	.94031	.93764	.93499	.93236	.92974	.92713	.92454	.92196
135	.95675	.95400	.95126	.94854	.94584	.94315	.94048	.93782	.93517	.93255	.92993	.92733	.92475	.92218
140	.95687	.95413	.95141	.94870	.94599	.94331	.94064	.93799	.93536	.93273	.93013	.92754	.92496	.92239

**Corrected for enlargement from lateral film.

$$\text{Enlargement Compensation Multiplier} = \frac{\text{Target-Object Distance}}{\text{Target-Film Distance}} = \frac{\text{Porionic Axis to Landmark} + 1524\text{mm.}}{1524\text{mm.} + \text{Porionic Axis to Landmark} + \text{Landmark to Film}}$$

ตารางที่ 3 ตารางชดเชยการขยายขนาดสำหรับภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า (38)

จากความรู้ที่กล่าวมาแล้วพบว่า การแก้ไขความคลาดเคลื่อนของการขยายขนาดและการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ได้วิวัฒนาการจากการปรับปรุงระยะระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับฟิล์ม และระยะระหว่างวัตถุกับฟิล์ม เพื่อให้มีการขยายขนาดน้อยที่สุด จนถึง การปรับปรุงให้มีการวัดได้ใกล้เคียงขนาดกะโหลกศีรษะจริงในผู้ป่วยมากขึ้น อาทิเช่น วิธีของ Broadbent, Swartz, Vogel และ Bergersen เป็นต้น แต่การแก้ไขปรับปรุงความคลาดเคลื่อนดังกล่าว กระทำได้ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ เพราะต้องใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะชนิด 2 ระนาบ เพื่อถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าในผู้ป่วยคนเดียวกัน ถึง 2 ฟิล์ม และต้องคงตำแหน่งเดิมของศีรษะในการถ่ายภาพรังสีทั้งสองแบบ ในความเป็นจริง การขยายขนาดของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะเกือบทุกชนิด เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก แต่จะปัดหลักการควบคุมให้มีการขยายขนาดน้อยที่สุด และให้อยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ เพื่อให้การแปรผลมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ตลอดจนควบคุมให้มีการขยายขนาดที่คงที่ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในแง่ของการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งจากการเจริญเติบโตตามปกติ และจากผลการบำบัดรักษา

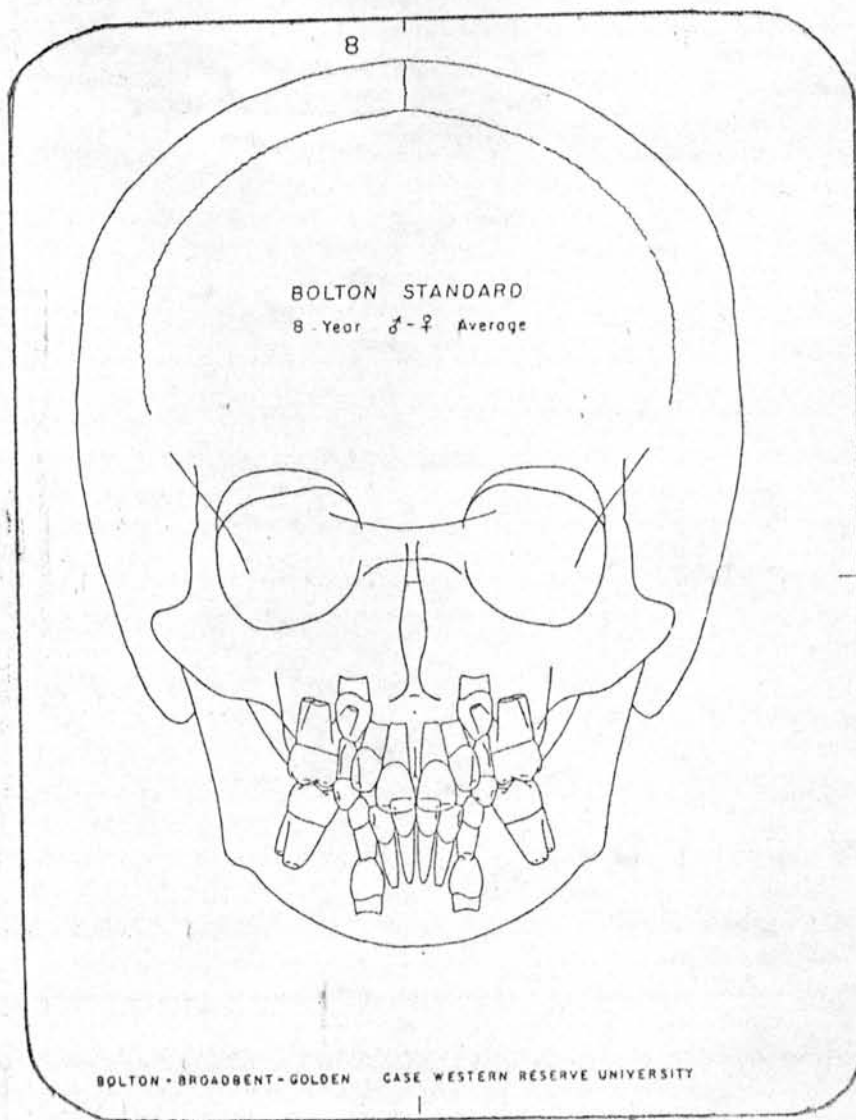
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Bolton

Broadbent (5) ได้ทำการศึกษาแบบต่อเนื่อง ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดี อายุระหว่าง 1-18 ปี ที่คัดเลือกมาจากกลุ่มประชากรจำนวน 5,000 คน โดยคัดเลือก ช่วงอายุละ 32 คน เพศชาย 16 คน และเพศหญิง 16 คน มาทำการลอกรายละเอียดของ โครงสร้างใบหน้า จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า และทำการปรับความไม่สมดุล ของใบหน้า โดยการกลับภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้า ซ้อนทับกับภาพเดิม แล้วทำการเฉลี่ยภาพทั้งสอง จะได้โครงสร้างใบหน้าสองด้านที่สมดุลในแต่ละคน จากนั้นทำการ เฉลี่ยภาพลอกรายละเอียดที่ผ่านการปรับความไม่สมดุลมาแล้วทีละ 2 ภาพ จนครบจำนวน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 คน ทำคั้งนี้จนได้ภาพตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง เพศชายและเพศหญิง อย่างละ 2 ภาพ แล้วนำภาพตัวแทนของเพศชายและเพศหญิงมาเฉลี่ยอีกครั้ง จะได้ภาพ ลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้ามาตรฐานของบอลตัน (Bolton Standard Tracing) ซึ่งเป็นตัวแทนของทั้งเพศชายและเพศหญิงในภาพเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 28 วิธีดังกล่าวเรียกว่า การเฉลี่ยภาพ หรือการสอดแทรกภาพ (Averaging หรือ Interpolation)

วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าของ Bolton

1. ทาบภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้ามาตรฐานของบอลตัน บนภาพ ลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้า หรือบนภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าโดยตรง ทาบให้ส่วนฐานของกะโหลกศีรษะ ใบหน้าส่วนกลาง และขากรรไกรล่าง ให้ใกล้เคียงมากที่สุด โดยทาบจุดทีละส่วน
2. ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง (Morphology) , ขนาด, ความสมดุล, ผลความ แปรปรวนของแต่ละบุคคล ในส่วนกระดูกและฟัน
3. สังเกตความแตกต่างของฟันแต่ละซี่ ทั้งที่ขึ้นและยังไม่ขึ้น



รูปที่ 28 แสดงภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้ามาตรฐานของบอลตัน จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ที่อายุ 8 ปี เพศชายและเพศหญิง (5)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Sassouni

Sassouni (39) กล่าวว่า การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะแบบต่าง ๆ ส่วนมากยึดระนาบอ้างอิงเพียงอันเดียวเป็นหลัก เช่น Nasion-Sella หรือ Frankfort horizontal plane ซึ่งมีความชันของระนาบแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และการวิเคราะห์แบบเก่า พิจารณาแต่เฉพาะที่บริเวณหนึ่งบริเวณใด ไม่ได้พิจารณาถึงโครงสร้างทั้งหมดของใบหน้าและฟัน Sassouni กล่าวสนับสนุนการวิเคราะห์แบบสัดส่วนตามเรขาคณิต เพราะเข้าใจง่าย และมีความหมายชัดเจนกว่าตัวเลข

Sassouni (39) ได้เสนอการวิเคราะห์แบบ 3 มิติ โดยผสมผสานการวิเคราะห์แบบสัดส่วนของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และด้านหลังหน้าเข้าด้วยกัน โดยวางภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะทั้งสอง บนกระดาษแสดงตารางมิลลิเมตร (Millimeter Paper) ขนาด 10" x 25" วางภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านหลังหน้า (Frontal Tracing) บนด้านซ้าย ให้ Lo-Lo หรือ Latero-orbitale ทาบเส้นแนวราบของกระดาษแสดงตารางมิลลิเมตร วางจุด Nc บนเส้นในแนวตั้งของกระดาษแสดงตารางมิลลิเมตร แกนของที่ยึดหูอาจไม่วางอยู่บนเส้นในแนวราบ ซึ่งแสดงว่ามีการเอียงของใบหน้าขณะถ่าย หรือมีความไม่สมดุลของใบหน้า แล้วจึงวางภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านข้าง (Lateral Tracing) ทางด้านขวา ให้จุดต่ำสุดของคางอยู่ในแนวระดับเดียวกับจุดเดียวกัน ในภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านหลังหน้า และจุดกึ่งกลาง porion axis อยู่ในแนวเดียวกับจุดกึ่งกลางของแกน ระหว่างจุดกึ่งกลางของแก่งยึดหู ในภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านหลังหน้า และตรวจจุดจุดอ้างอิงต่าง ๆ ในสองภาพให้ตรงกัน จุดทุกจุดในภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านข้างจะถ่ายทอดมายังจุดเดียวกันในภาพลอกทรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ด้านหลังหน้า ดังแสดงในรูปที่ 29 และทำการสร้างภาพในแนวตั้ง (Reconstruction of the Vertical View) ดังแสดงในรูปที่ 30 แล้วทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างของ Sassouni

ตามรูปที่ 30

1.1 ระนาบอ้างอิง 4 ระนาบ ได้แก่ parallel plane, palatal plane, occlusal plane และ mandibular plane 0 เป็นจุดกึ่งกลางของระยะทางในแนวตั้งที่ระนาบทั้ง 4 เข้าใกล้กันมากที่สุด ลักษณะที่เป็นมาตรฐานคือ ระนาบทั้ง 4 จะพบกันที่จุด 0

1.2 จากจุด 0 ลากเส้นโค้งรัศมีเท่ากับ O-Na, O-ANS, O-A, O-Te และ O-Sp ลักษณะที่เป็นมาตรฐานคือ

1.2.1 Anterior arc คือเส้นโค้งรัศมี O-Na ควรผ่าน ANS ปลายฟันของ 1 และ Pog ถ้าใบหน้าส่วนล่างอยู่หน้าหรือหลังคือ Anterior arc ลากเส้นโค้ง O-ANS ซึ่งควรผ่าน 1 และ Pog

1.2.2 Basal arc คือเส้นโค้งรัศมี O-A ควรผ่านจุด B

1.2.3 Middle arc คือเส้นโค้งรัศมี O-Te ควรผ่านด้าน

ใกล้กลาง ของฟันกรามบนซี่แรก

1.2.4 Posterior arc คือเส้นโค้งรัศมี O-Sp ควรผ่าน Go

1.3 มุมระหว่าง cranial base กับ palatal plane ควรเท่ากับมุม palato-mandibular

1.4 แกนฟัน

1.4.1 มุมระหว่าง $\bar{6}$ กับ mandibular plane เท่ากับมุมระหว่าง $\bar{1}$ กับ mandibular plane + 5 องศา

1.4.2 มุมระหว่าง ramal plane กับ occlusal plane เท่ากับมุมระหว่าง $\bar{1}$ กับ occlusal plane

1.4.3 มุมระหว่าง $\underline{1}$ กับ occlusal plane เท่ากับมุมระหว่าง $\bar{1}$ กับ palatal plane

1.4.4 มุมระหว่าง $\underline{1}$ กับ occlusal plane เท่ากับมุมระหว่าง $\bar{6}$ กับ cranial base plane

1.4.5 มุมระหว่าง $\bar{6}$ กับ occlusal plane เท่ากับมุมระหว่าง $\underline{1}$ กับ cranial base plane

1.4.6 มุมระหว่าง $\bar{6}$ กับ palatal plane เท่ากับมุมระหว่าง $\underline{1}$ กับ palatal plane + 10 องศา

1.5 การวัดในแนวตั้ง ระยะ ANS ถึง cranial base เท่ากับ ANS ถึง mandibular plane และ PNS ถึง cranial base เท่ากับ PNS ถึง mandibular plane

1.6 ปลายฟัน $\underline{1}$ อยู่ในระยะกึ่งกลางระหว่าง ANS และ Pog (กำหนดเป็นจุด α) และปลายฟัน $\bar{1}$ อยู่ในระยะกึ่งกลางระหว่าง A และ B (กำหนดเป็นจุด β) จุดกึ่งกลาง α และ β คือ Z

1.7 ด้านสบฟันของ $\bar{6}$ อยู่บนเส้น O-Z

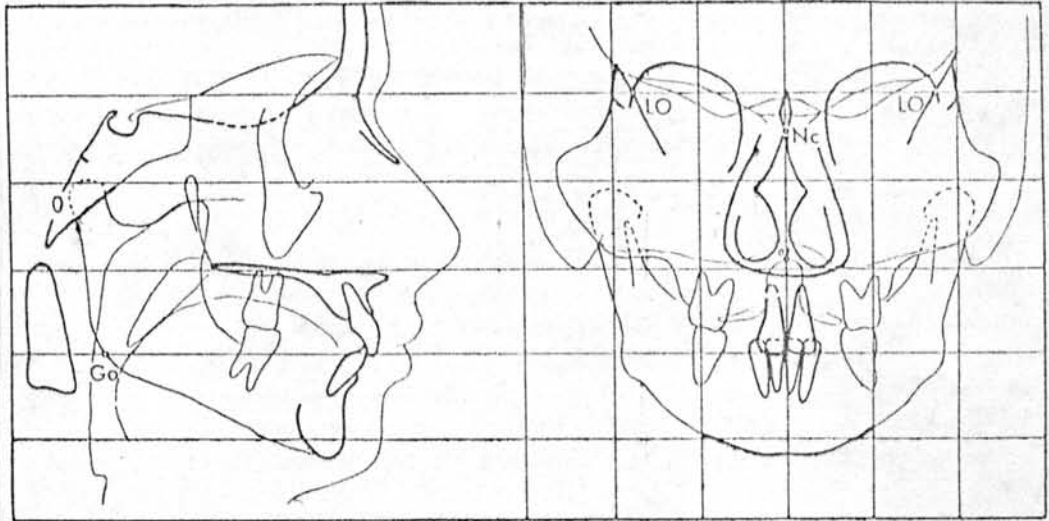
2. การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าของ Sassouni

จุดอ้างอิงสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

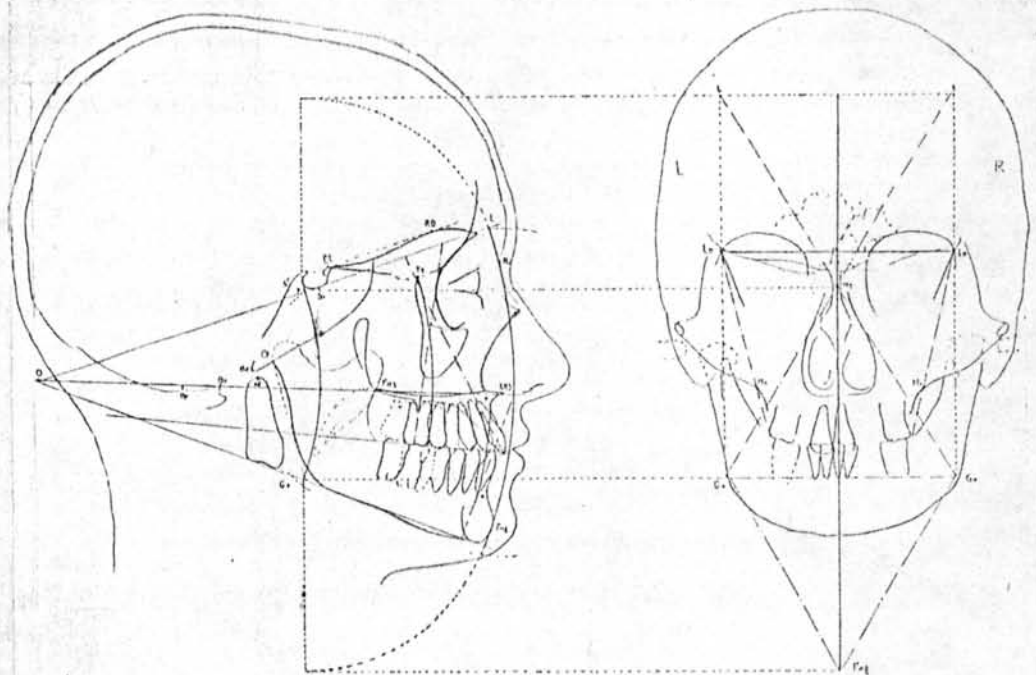
Lo (Latero-orbitale)	: จุดตัดของ oblique line กับด้านข้างของ เบ้าตา
Nc	: neck ของ crista galli
Mx (Maxillare)	: จุดเว้าสุดของส่วนโค้งด้านข้างของกระดูก ขากรรไกรบน ระหว่าง coronoid process กับฟันกรามแท้ซี่แรกบน

เส้นกึ่งกลางใบหน้าคือ เส้นที่ลากจาก Nc ตั้งฉากกับ Lo-Lo ตรวจสอบ
ความสมดุลสองข้าง เทียบกับเส้นกึ่งกลางใบหน้า ตรวจสอบความสมดุลในแนวตั้ง โดยเทียบกับ
Lo-Lo ลากเส้น Lo-Mx ทั้งสองข้าง ถ่ายทอดเงา (Project) ของ Sp-Na และ
Go-Pog จากภาพลอมกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านข้าง ลงบนภาพลอมกรายละเอียด
ของโครงสร้างใบหน้าด้านหลังหน้า

ลักษณะที่เป็นมาตรฐานคือ ด้านใกล้เต็มของ 616 ควรสัมพันธ์ Lo-Mx
สามเหลี่ยมด้านเท่า Lo-Sp-Lo = Go-Pog-Go
= Go-Sp-Go
Lo-Lo = Go-Go



รูปที่ 29 แสดงการวางภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าด้านข้างและด้านหลังหน้า บนกระดาษแสดงตารางมิลลิเมตร ให้จุดอ้างอิงต่าง ๆ ในสองภาพตรงกัน (39)



รูปที่ 30 แสดงการผสมผสานการวิเคราะห์แบบสัดส่วนของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และด้านหลังหน้า หรือการวิเคราะห์แบบ 3 มิติ (39)

ต่อมา Sassouni และ Forrest (40) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยมาจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง โดยกำหนดจุดอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

จุดอ้างอิงส่วนใบหน้าส่วนบนและฐานกะโหลกศีรษะ

RO (Roof of Orbit)	:	จุดสูงสุดบน roof of orbit
LO (Latero-orbitale)	:	จุดตัดระหว่างขอบด้านนอกของเบ้าตากับ oblique orbital line
Oblique orbital line	:	เงาของ greater wing ของกระดูก sphenoid บางส่วน และเงาของกระดูก frontal บางส่วน
Nc	:	neck ของ perpendicular lamina ของกระดูก ethmoid หรือคือ จุดแคบสุดของ perpendicular lamina ของกระดูก ethmoid อยู่ในระดับ planum ของกระดูก sphenoid

จุดอ้างอิงส่วนใบหน้าส่วนกลาง

Ma (Malare)	:	จุดกึ่งกลางรอยตัดระหว่างเงาของ coronoid process กับขอบล่างของกระดูก Malar
Mx (Maxillare)	:	จุดเว้าสุดบนขอบกระดูกขากรรไกรบน อยู่ระหว่าง Malare (Ma) และสันกรามแท้ซี่แรก (6) ตรงกับตำแหน่ง key ridge
Zyg (Zygoma)	:	จุดด้านข้าง และสูงที่สุดของ zygomatic arch

จุดอ้างอิงส่วนใบหน้าที่ด้านล่าง

Ms (Mastoidale)	:	จุดต่ำสุดบนขอบของ mastoid process
Go (Gonion)	:	จุดมุมสุดทางด้านข้างของมุมขากรรไกรล่าง

Me (Menton)	: จุดต่ำที่สุดของลูกคาง
Is (Incisor Superius)	: จุดต่ำที่สุดของ incisal edge ของฟันหน้าบน ซี่แรก (1)

ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. Supraorbital line	เส้นลากผ่าน RO ชายขวา
2. Lateroorbital line	เส้นลากผ่าน LO ชายขวา เป็นตัวแทนความกว้าง ของใบหน้าส่วนบน ที่ระดับฐานกะโหลกศีรษะ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย หลังอายุ 7-8 ปี
3. Bizygomatic line	เส้นลากผ่าน Zyg ชายขวา
4. Bimaxillary line	เส้นที่ลากผ่าน Mx ชายขวา เส้น 3, 4 เป็นตัวแทนความกว้างของใบหน้า ส่วนกลาง
5. Bimastoid line	เส้นลากผ่าน Ms ชายขวา
6. Bigonial line	เส้นลากผ่าน Go ชายขวา

วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าของ Sassouni และ

Forrest (ตามรูปที่ 31)

1. ผู้ที่มีใบหน้าได้สัดส่วนสมดุล ระนาบอ้างอิงทุกเส้นควรขนานกัน

เส้นกึ่งกลางใบหน้า คือ เส้นที่ลากจาก Nc และจุดกึ่งกลางของ

Bizygomatic line ไปยังใบหน้าส่วนล่าง

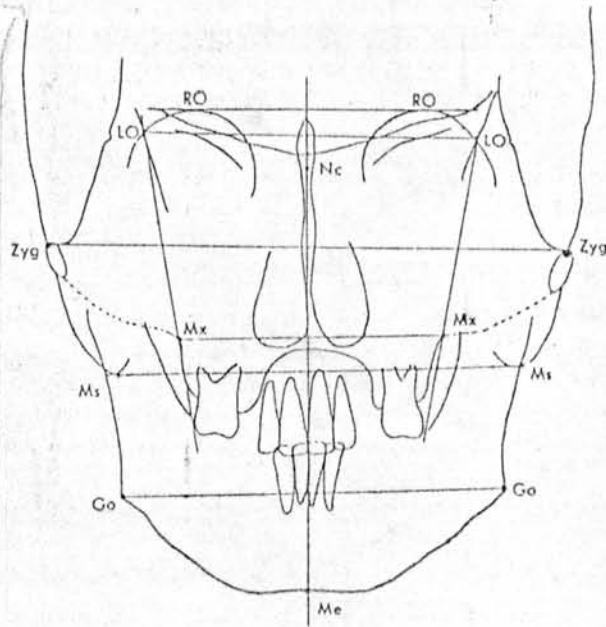
ระยะทางตั้งฉากจากจุดอ้างอิงเดียวกัน ชายขวา มาที่เส้นกึ่งกลางใบหน้าควร
เท่ากัน

2. ในกรณีระนาบทั้ง 6 ไม่ขนานกัน พิจารณาเลือกระนาบอ้างอิง 3 ระนาบ
ซึ่งขนานกันมากที่สุด จากจุดกึ่งกลางของเส้นเหล่านั้น ลากเส้นตั้งฉากลงมา เพื่อตรวจหา
ความไม่สมดุลของฟันและโครงสร้างใบหน้า ความสมดุลของใบหน้า พิจารณาจากความแตกต่าง
ของระยะตั้งฉาก จากจุดอ้างอิงเดียวกันด้านซ้ายและด้านขวา มายังเส้นกึ่งกลางใบหน้า

3. การพิจารณาตำแหน่งพันกรามบนซี่แรก ลากเส้น Lo-Mx ไปยังพันกรามบน

3.1 ส่วน upper $\frac{1}{2}$ ของเส้น Lo-Mx แสดงการยึดเกาะของ anterior fiber ของกล้ามเนื้อ temporalis

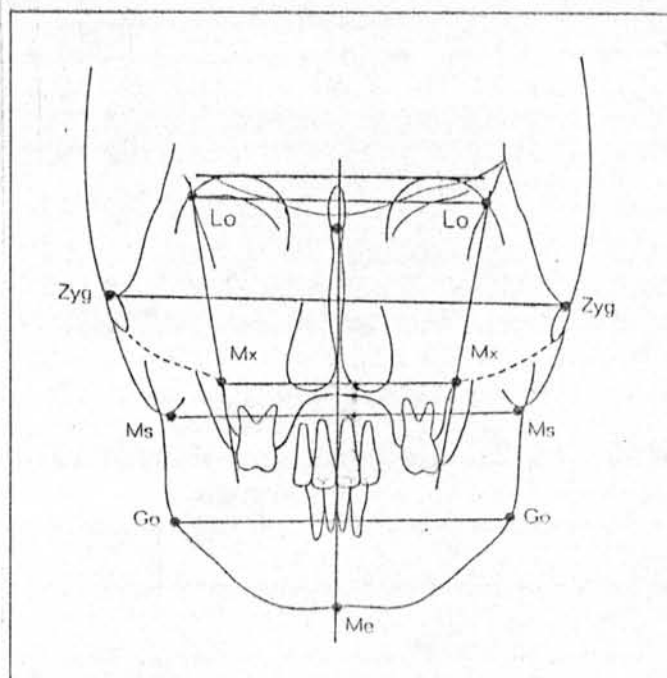
3.2 ส่วน lower $\frac{1}{2}$ ของเส้น Lo-Mx แสดงความสัมพันธ์พันกรามบนกับ ขากรรไกรบน ปกติตำแหน่งใกล้เคียงกับของพันกรามบนสัมพันธ์หรือห่างจากเส้นนี้ประมาณ ± 2 มม.



รูปที่ 31 แสดงการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะระดับด้านหน้า ตามเกณฑ์ของ Sassouni และ Forrest (40)

Adams และ Tocchini (41) ได้อธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าของ Sassouni ดังแสดงในรูปที่ 32 ด้วยระนาบอ้างอิง 5 ระนาบ คือ Lo-Lo, Zyg-Zyg, Mx-Mx, Ms-Ms และ Go-Go ในสภาพปกติ เส้น Lo-Lo, Zyg-Zyg, Ms-Ms และ Mx-Mx ควรขนานกัน กรณีไม่ขนานกัน ให้เลือกเส้น 3 เส้น ที่ขนานกันมากที่สุดจาก 4 เส้นดังกล่าว จากจุดกึ่งกลางของเส้นเหล่านั้น ลากเส้นตั้งฉากลงมา เพื่อใช้หาความสมดุลในแนวขวางของฟันและโครงสร้างใบหน้า

ลากเส้น Lo-Mx ต่อกันไปยังฟันกรามบนซี่แรก ส่วนบนของเส้นแทน anterior fiber ของ temporalis muscle ด้านใกล้แก้มของฟันกราม ควรสัมผัสเส้น Lo-Mx หรือ มีความแตกต่างของระยะทาง ± 2 มม. ในผู้ป่วย crossbite เส้นนี้จะช่วยกำหนดตำแหน่ง ที่ถูกต้อง และความกว้างของ dental arch

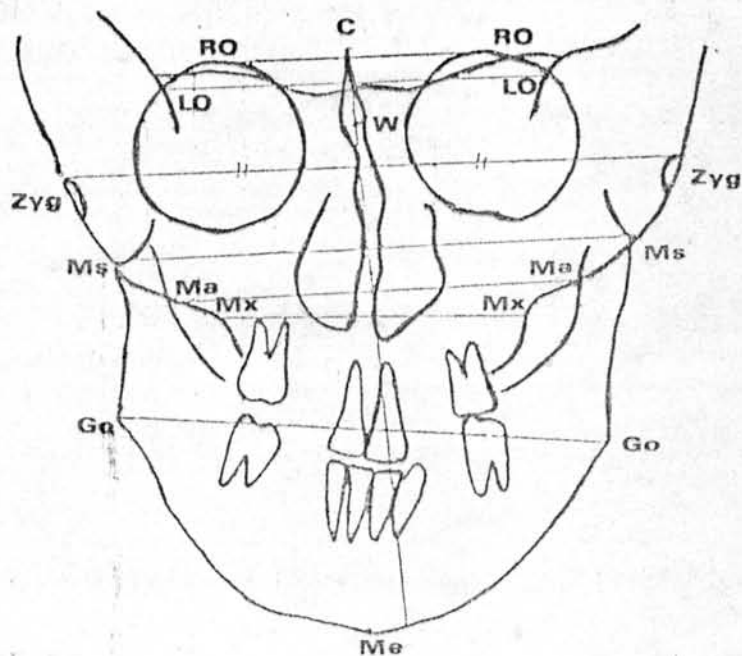


รูปที่ 32 แสดงการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามเกณฑ์ของ Sassouni ตามคำอธิบายของ Adams และ Tocchini (41)

วัฒน์ มธุราลัย และ สมรตรี วิถีพร (42) ได้เพิ่มเติมรายละเอียดในการกำหนด เส้นกึ่งกลางใบหน้าของการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าของ Sassouni ในกรณีระนาบทั้ง 6 ไม่ขนานกัน โดยให้เลือกระนาบอ้างอิง 2 ใน 3 (Lateroorbitale Line, Bizygomatic Line และ Bimastoid Line) ซึ่งขนานกัน และอยู่ก่อนไปทางด้านบนมากที่สุด (Uppermost) เป็นหลัก

วิธีสร้างเส้นกึ่งกลางใบหน้า (Midsagittal Line) ดังแสดงในรูปที่ 33

1. ลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุดกึ่งกลางของระนาบอ้างอิง คู่ที่เลือกแล้ว ขนานกัน และอยู่ก่อนไปทางด้านบนมากที่สุด
2. กำหนดจุด W เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากขึ้นตามข้อ 1
3. เส้นกึ่งกลางใบหน้า คือเส้นที่ลากผ่าน C และจุด W ไปยังใบหน้าส่วนล่าง สมดุลของใบหน้าบริเวณต่าง ๆ พิจารณาจากความแตกต่างของระยะตั้งฉากจากจุดอ้างอิงเดียวกัน ด้านซ้ายและขวา มายังเส้นกึ่งกลางใบหน้า



รูปที่ 33 แสดงการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามเกณฑ์ของ Sassouni เพิ่มเติมรายละเอียดการวิเคราะห์ในกรณีใบหน้าไม่สมดุล ตามวิธีของ วัฒน์ มธุราลัย และ สมรตรี วิถีพร, C = tip of crista galli (42)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Nanda (43)

Nanda (43) กล่าวว่า ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ช่วยให้ข้อมูลในกรณีที่มีความผิดปกติของการเจริญเติบโตในแนวขวาง หรือมีความไม่สมดุลของใบหน้า ภาพถ่ายรังสีดังกล่าว ใช้ในกรณีพิเศษดังนี้

1. กรณีมีการเบี่ยงเบนในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น (Buccolingual Diviation) ของฟันกรามบนที่แรก เทียบกับ basal bone เพื่อวินิจฉัยว่าเป็น skeletal หรือ dental crossbite

2. กรณีพิจารณาความกว้างของจมูก เนื่องจาก nasal stenosis ทำให้เกิด mouth breathing ถ้าช่องจมูกแคบ เป็นเครื่องมือช่วยบ่งชี้ว่าควรมีการขยายเพดานให้ได้ ความกว้างของช่องจมูกตามต้องการ และเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการขยายเพดาน และตรวจดูความก้าวหน้าของผลการรักษา และระยะเวลายึดสภาพฟัน (Retention Period)

จุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 34

1. Minimum Bifrontal Diameter: ระยะทางสั้นที่สุดระหว่างจุดกำเนิด (Origin) (Mf-Mf) ของ zygomatic process ของกระดูก frontal จุดนี้ (Mf) หาได้ทันทีบนขอบด้านข้างของเบ้าตา
2. Biorbital Diameter : ระยะทางวัดในแนวนอนระหว่างจุด Bo ด้านซ้ายขวา Bo เป็นจุดตัดของผนังด้านข้างของเบ้าตา กับ greater wing ของกระดูก sphenoid (Oblique Line)
3. Bizygomatic Diameter : ระยะทางระหว่างจุดที่อยู่ด้านข้างสุดบน zygomatic arch (Bz-Bz)
4. Binasal Diameter : ระยะทางกว้างที่สุดระหว่างผนังด้านข้างของช่องจมูก วัดบริเวณด้านหน้าของใบหน้า (Bn-Bn)
5. Bimaxillary Width : ระยะทางระหว่างจุด Mx ด้านซ้ายขวา (Mx-Mx) Mx เป็นจุดลึกสุดของส่วนเว้าของผนังด้านข้างของขากรรไกรบน อยู่ด้านใกล้กลางคือ key ridge

6. Bigonial Width : ระยะทางระหว่าง gonion ด้านซ้ายและขวา
(Go-Go) Go อยู่ด้านข้างของมุมขากรรไกรล่าง ตรงรอยต่อ
ของส่วน corpus กับส่วน ramus

การวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 35

1. พิจารณาความสมมูลในแนวตั้ง (Assessment of Vertical Symmetry)
ใช้ระนาบอ้างอิง 5 เส้น ในกรณีใบหน้าสมมูล ระนาบอ้างอิงทั้ง 5 เส้น เกือบขนาน และ
ตั้งฉากกับเส้นกึ่งกลางใบหน้า

2. พิจารณาความสมมูลในแนวขวาง (Assessment of Transverse
Symmetry) ดูความเท่ากันของใบหน้าทั้งสองข้าง หาจุด crista galli และหาเส้นใน
แนวขวาง ที่ขนานกันมากที่สุด ลากเส้นจาก neck ของ crista galli ตั้งฉากกับเส้นขนาน
กันมากที่สุด ใช้เป็นเส้นกึ่งกลางใบหน้า วัด positional และ dimensional asymmetry
โดย

2.1 เปรียบเทียบระยะทางจากจุดอ้างอิงสองด้าน (Bilateral Point)
มายังเส้นกึ่งกลางใบหน้าทั้งสองด้าน

2.2 เปรียบเทียบความสูงในแนวตั้งของจุดอ้างอิงสองด้าน ซึ่งวัดตั้งฉากกับ
เส้นกึ่งกลางใบหน้า การตรวจจุดอ้างอิงที่ระดับต่าง ๆ ช่วยหาบริเวณที่มีความผิดปกติ
(Area of Bilateral Discrepancy)

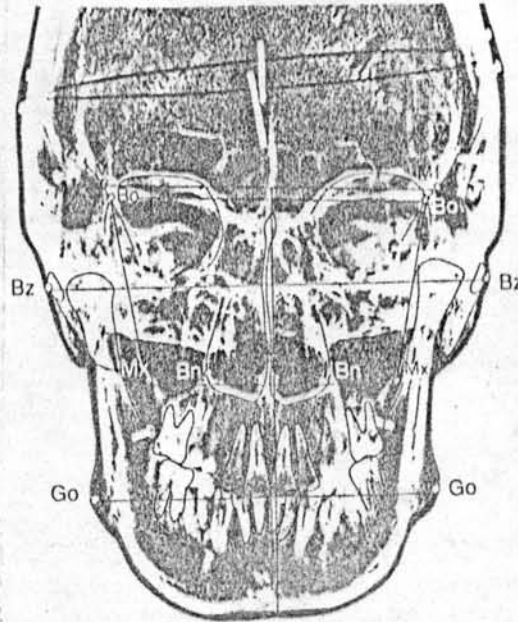
3. พิจารณาตำแหน่งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น ของฟันกรามบนซี่แรก (Assessment
of Buccolingual Position of Upper First Molar)

ลากเส้น Bo-Mx ผ่านบนด้านสบฟัน (Occlusal Surface) ของฟันกรามบน
ซี่แรก ด้านใกล้แก้มของฟันกรามบนซี่แรกจะสัมผัสกับเส้น Bo-Mx อาจมีความแตกต่างของ
ระยะทาง จากเส้นนี้ถึงด้านใกล้แก้มประมาณ ± 2 มม. (Ricketts, n.d.)

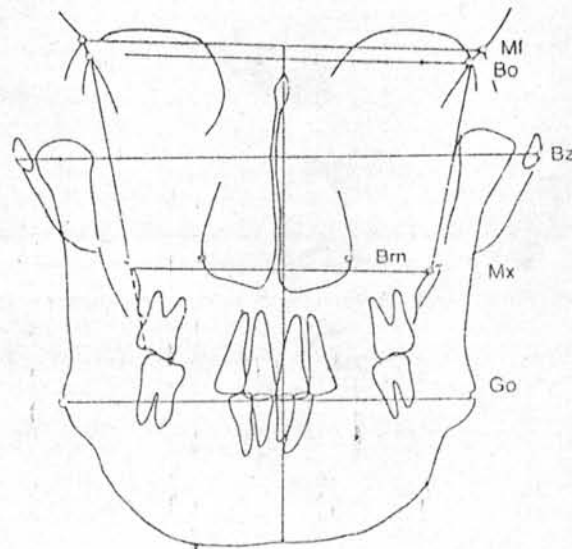
นั่นคือ ค่ามากกว่า - 2 มม. หมายถึง skeletal crossbite เพราะ
ฟันกรามบนอยู่ใกล้ด้านใกล้ลิ้นมากกว่าฟันกรามล่าง เช่น กรณี maxilla lingual
crossbite พบว่า ขากรรไกรบนมีแนวโน้มแคบ และ bimolar diameter น้อยกว่าปกติ

4. พิจารณาความกว้างของช่องจมูก (Assessment of Nasal Width)

ค่าเฉลี่ยความกว้างของช่องจมูก Bn-Bn ประมาณ 25 มม. ที่อายุ 8.5 ปี
(Rickett, n.d.) ถ้าค่าน้อยกว่าปกติ แสดงว่ามี nasal stenosis



รูปที่ 34 แสดงจุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิง ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ
ด้านหลังหน้า ตามเกณฑ์ของ Nanda (43)



รูปที่ 35 แสดงการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามเกณฑ์ของ Nanda
เส้นในแนวราบทุกเส้น ใช้พิจารณา เปรียบ เทียบความสูงและระยะทางที่จุดอ้างอิง
ทั้งสองข้างสัมพันธ์กับ เส้นกึ่งกลางใบหน้า (43)

การวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Ricketts (11)

Ricketts (11) กล่าวถึงการวิเคราะห์ความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าในแนวขวาง โดยใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ว่ายังขาดข้อมูลและรายละเอียดในการวินิจฉัยอยู่มาก Ricketts จึงได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ความผิดปกติโครงสร้างใบหน้าในแนวขวาง ด้วยค่ามาตรฐานในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จุดอ้างอิง (ดังแสดงในรูปที่ 36)

1. ส่วนฐานกะโหลกศีรษะ

- ZL, ZR : จุดบน medial margin ของ zygomatico-frontal suture อยู่ติดเบ้าตา เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา ตามลำดับ
- ZA, AZ : จุดกึ่งกลางของ root of zygomatic arch เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา ตามลำดับ

2. ส่วนขากรรไกรบน

- JL, ZR : จุดบน jugal process เป็นจุดตัดระหว่างขอบเขต tuberosity กับ zygomatic buttress เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา ตามลำดับ
- A3-3A : จุดปลายปุ่มฟันเขี้ยวบน เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา ตามลำดับ
- A6, 6A : จุดตัดด้านซ้ายและด้านขวาของ frontal occlusal plane กับเส้นสัมผัสด้านใกล้แก้มของฟันกรามแท่นซี่แรก
- AN : จุดปลายของ anterior nasal spine อยู่ใน nasal cavity และเหนือ hard palate
- NC, CN : จุดที่กว้างที่สุดของ nasal cavity เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา ตามลำดับ

1A : จุดตรงบริเวณ interdental papilla ของฟัน
ตัดซี่กลางบน ตรงรอยต่อระหว่าง dento-
gingival junction

3. ส่วนขากรรไกรล่าง

AG, GA : จุดบริเวณด้านข้างและขอบล่างของ antegonial
protuberance เป็นจุดด้านซ้ายและด้านขวา
ตามลำดับ

B3, 3B : จุดปลายไม่ฟัน เขี้ยวล่างด้านซ้ายและด้านขวา
ตามลำดับ

B6, 6B : จุดตัดด้านซ้ายและด้านขวาของ frontal
occlusal plane กับ เส้นสัมผัสด้านใกล้แก้ม
ของฟันกรามแท้ล่างที่แรก

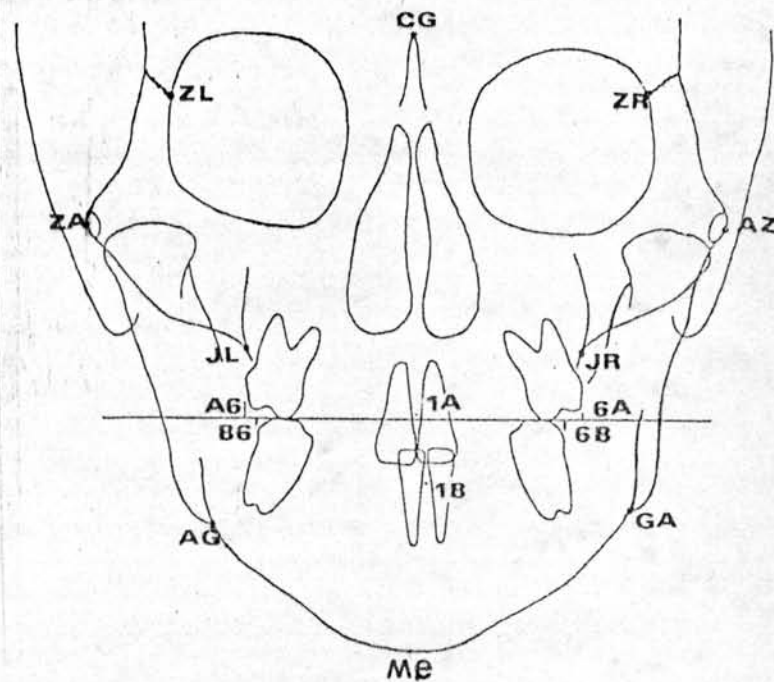
Me : จุดบนขอบล่างของ symphysis อยู่ล่างต่อ
mental protuberance และล่างต่อจุด
กึ่งกลางของ trigonum mentali โดยตรง

1B : จุดตรงบริเวณ interdental papillae
ของฟันตัดซี่กลางล่างตรงรอยต่อ dento-
gingival junction

ระนาบอ้างอิง (ดังแสดงในรูปที่ 36)

1. ระนาบกึ่งกลางใบหน้า : จาก NC หรือยอดของ nasal septum ลากเส้น
ตั้งฉากกับเส้น ZA-AZ
2. Z-plane หรือ ZL-ZR plane : ระนาบอ้างอิงพื้นฐาน (Basic Horizontal
Reference Line) เป็นเส้นลากผ่านระหว่างจุด
ZL และ ZR
3. Frontal occlusal plane : ระนาบแสดงการสบฟันของฟันกรามแท้ซี่แรกบน
และล่าง

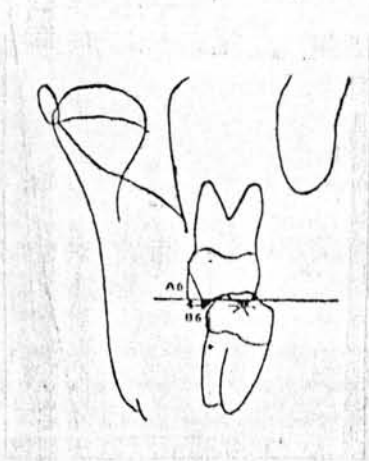
4. Frontal facial planes : ระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง ลากจากจุด ZL กับ AG ด้านซ้าย และ ZR กับ GA ด้านขวา
5. Frontal denture planes : ระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง ลากจากจุด JL กับ AG หรือ Frontal jaw planes ด้านซ้าย และ JR กับ GA ด้านขวา



รูปที่ ๓๖ ภาพแสดงจุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านหลังหน้า ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Ricketts

ค่ามาตรฐานของระยะ มม และสัดส่วน ที่ใช้ในการวิเคราะห์ของ Ricketts รูปที่ 37-55

1. Molar Relation
(Left and Right)



รูปที่ 37

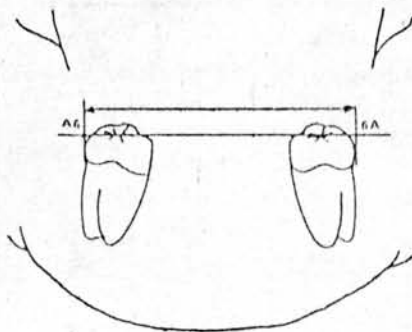
: ระยะระหว่างด้านใกล้แก้มของฟันกรามแท้ซี่แรกบน และล่าง วัดไปตาม occlusal plane ด้านซ้าย และด้านขวา ตามลำดับ

ค่ามาตรฐาน : ฟันบนห่างจากฟันล่าง
ไปทางด้านใกล้แก้ม
1.5 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 1.5 มม.

การแปลความหมาย : ถ้าค่านี้มากกว่า 3 มม.
เป็น buccal crossbite
ถ้าค่าเป็นลบเป็น
lingual crossbite

2. Intermolar Width



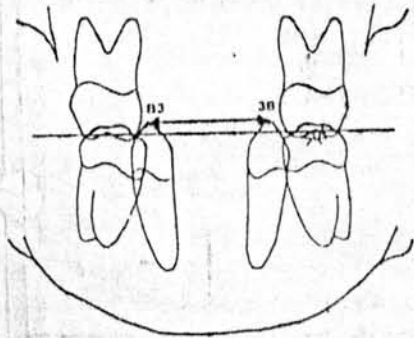
รูปที่ 38

: ระยะระหว่างด้านใกล้แก้มของฟันกรามแท้ซี่ล่าง โดยวัดตามระนาบขบเคี้ยว (Occlusal Plane)

ค่ามาตรฐาน : เด็กชาย 55 มม.
เด็กหญิง 54 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 2 มม.

3. Inter canine Width



รูปที่ ๓๑

: ระยะระหว่างปุ่มฟัน เขี้ยวแท้ล่างทั้งสองซี่

ค่ามาตรฐาน : 22.7 มม. เมื่ออายุ

7 ปี (ยังไม่ขึ้น)

กว้างขึ้นปีละ 0.8 มม.

จนมีอายุ 13 ปี จะ

กว้าง 27.5 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : 3.2 มม. เมื่ออายุ

7 ปี จะลดลง 0.2 มม.

ต่อปี จนกระทั่งอายุ

13 ปี จะมีค่า 2.0 มม.

การแปลความหมาย : แสดงความกว้างของ

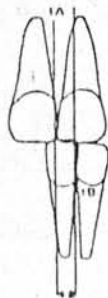
ขากรรไกรล่าง บริเวณ

ฟันเขี้ยวล่าง ทำให้

สามารถพบปัญหาการขึ้น

ที่ผิดปกติเร็วขึ้น

4. Denture Midline



รูปที่ 40

: การเคลื่อนในแนวราบระหว่างเส้นกึ่งกลางของ
ฟันตัดซี่กลางบนและล่าง

ค่ามาตรฐาน : 0.0 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : \pm 1.5 มม.

การแปลความหมาย : แสดงถึง midline

asymmetry

5. Maxillo-Mandibular Width : ระยะระหว่างขากรรไกรบนหรือ jugal process (Left and Right)



รูปที่ 41

ค่ามาตรฐาน : 10 มม. ในเด็กอายุ 8.5 ปี และควรมีการปรับค่าตามขนาด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 1.5 มม.

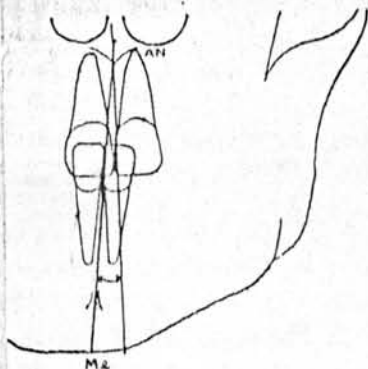
การแปลความหมาย : แสดงถึง crossbite skeletal

ค่ามากกว่าปกติ แสดงถึง lingual crossbite

ค่าน้อยกว่าปกติ แสดงถึง

buccal crossbite

6. Maxillo-Mandibular Midline : มุมที่เกิดจาก AN-Me plane ทำกับ เส้นที่ลากจาก AN ตั้งฉากกับ Z-plane



รูปที่ 42

ค่ามาตรฐาน : 0.0 องศา

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 2.0 องศา

การแปลความหมาย : แสดงถึงความไม่สมดุล

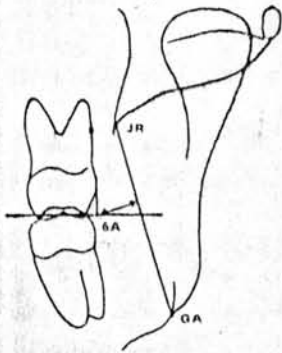
ของใบหน้า ว่าเกิดจาก

tooth size discrepancy

หรือจาก

functional shift

7. Molar To Jaw
(Left and Right)



รูปที่ 43

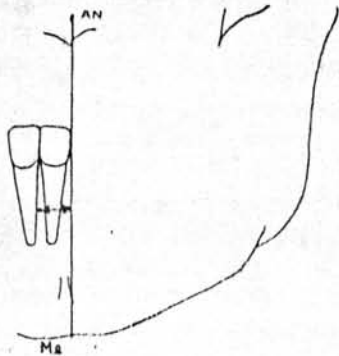
: ระยะระหว่างด้านใกล้แก้มของฟันกรามแท้ล่างกับ
Frontal jaw plane ด้านซ้ายและด้านขวา

ค่ามาตรฐาน : 6.3 มม. ในเด็กอายุ
8.5 ปี และควรมีการ
ปรับค่าตามขนาด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 1.7 มม.

การแปลความหมาย : ถ้าระยะยาว แสดงว่า
มีที่เพียงพอในการทำ
buccal expansion
ถ้าระยะสั้น แสดง
ความหมายในทาง
ตรงกันข้าม

8. Denture To Jaw Midline



รูปที่ 44

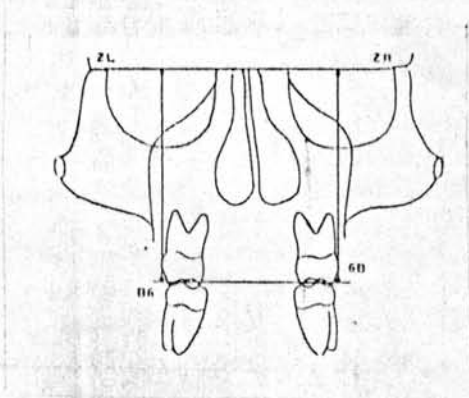
: ระยะทางระหว่างเส้นกึ่งกลางของฟันตัดซี่กลาง
กับเส้นกึ่งกลางขากรรไกรล่าง หรือ AN-Me plane

ค่ามาตรฐาน : 0.0 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 1.5 มม.

การแปลความหมาย : แสดงว่ามีการเคลื่อน
ของเส้นกึ่งกลางฟันล่าง
(denture shift)
หรือการเคลื่อนของ
ขากรรไกรล่าง
(mandibular shift)

9. Occlusal Plane Tilt



รูปที่ 45

: ความแตกต่างระหว่างความสูงของระนาบบดเคี้ยว
ด้านซ้ายและด้านขวาของฟันกรามแท้ซี่แรก โดยวัด
ไปยัง Z-plane

ค่ามาตรฐาน : 0.0 มม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : \pm 2.0 มม.

การแปลความหมาย : แสดงว่าลักษณะ

skeletal asymmetry

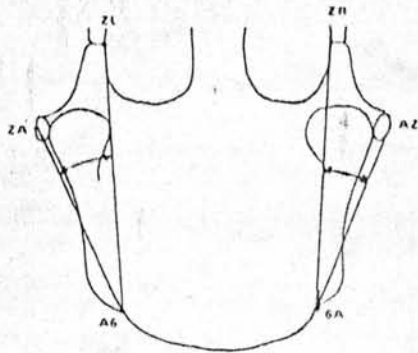
ร่วมกับการเอียงของ

ระนาบบดเคี้ยว จะเป็น

สัญญาณแสดงถึงปัญหาที่จะ

เกิดขึ้นกับข้อต่อขากรรไกร

10. Postural Symmetry



รูปที่ 46

: ความแตกต่างระหว่างมุมด้านซ้ายและด้านขวา ซึ่ง
มุมทั้งสองเกิดจากเส้นลากต่อระหว่าง

zygomatico-frontal suture, antegonial
protuberance หรือ zygomatic arch

ค่ามาตรฐาน : 0.0 องศา

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : \pm 2.0 องศา

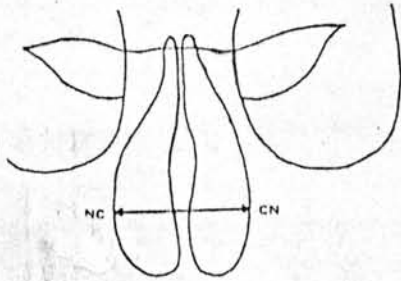
การแปลความหมาย : ช่วยอธิบายถึงธรรมชาติ

ของความไม่สมดุล

ข้อควรระวังคือ อาจมีผล

ผิดพลาดได้มาก เนื่องจาก

การจัดตำแหน่งไม่ถูก

11. Nasal Width

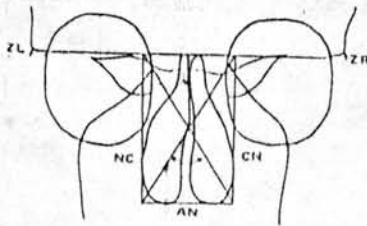
รูปที่ 47

: ส่วนกว้างที่สุดของช่องจมูก

ค่ามาตรฐาน : 25 มม. ที่อายุ 8.5 ปี
เพิ่มขึ้น 0.7 มม. ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 2.0 มม.

การแปลความหมาย : การหายใจทางปากอาจ
เกิดเนื่องจากมีรูจมูก
แคบ และการมีช่องจมูก
แคบ จะแสดงถึงความ
สามารถในการขยาย
เพดาน (Palate)
ได้

12. Nasal Proportion

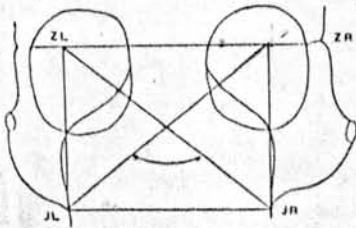
รูปที่ 48

: มุมที่เกิดขึ้น เนื่องจากเส้นทแยงมุมสอง เส้นตัดกัน
เส้นทแยงมุม เป็นของสี่เหลี่ยม ซึ่งเกิดจาก
ความกว้างของช่องจมูกกับความสูงจาก AN
ไปยัง Z-plane

ค่ามาตรฐาน : 103.0 องศา เมื่ออายุ
8.5 ปี และลดลง
0.15 องศา ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : 4.5 องศา

การแปลความหมาย : แสดงความสัมพันธ์
ระหว่างความกว้างและ
ความสูงของจมูก

13. Maxilla Proportion

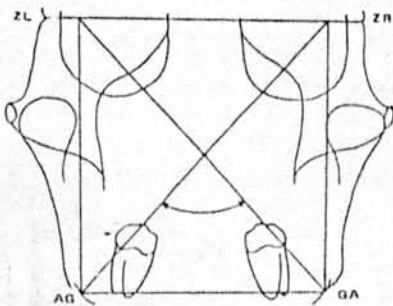
รูปที่ 49

: มุมที่ เกิดขึ้น เนื่องจากเส้นทแยงมุมสองเส้นตัดกัน
เส้นทแยงมุม เป็นของสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความกว้าง
เท่ากับระยะระหว่าง jugal process และม
ความสูงเท่ากับระยะจาก jugal process
ไปยัง Z-plane

ค่ามาตรฐาน : 103.0 องศา เมื่ออายุ
8.5 ปี และลดลง
0.25 องศา ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 5.0 องศา

การแปลความหมาย : แสดงความสัมพันธ์ของ
ความกว้างของ
ขากรรไกรบน

14. Mandible Proportion

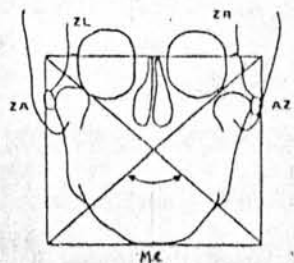
รูปที่ 50

: มุมซึ่งเกิดจากเส้นทแยงมุมสองเส้นตัดกัน
เส้นทแยงมุม เกิดจากสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความกว้าง
เท่ากับระยะระหว่าง antegonial
protuberance และสูงเท่ากับระยะระหว่าง
antegonial protuberance ไปยัง Z-plane

ค่ามาตรฐาน : 89.0 องศา เมื่ออายุ
9 ปี และลดลง
0.4 องศา ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 4.0 องศา

การแปลความหมาย : แสดงความสัมพันธ์ของ
ความกว้างของ
ขากรรไกรล่าง

15. Facial Proportion

รูปที่ 51

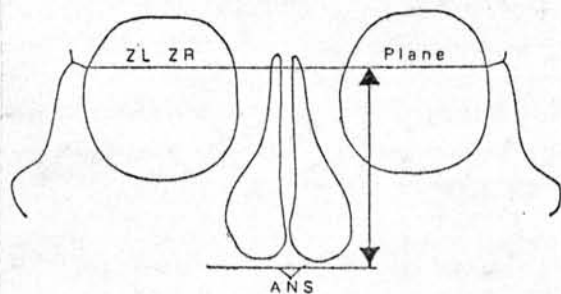
: มุมซึ่งเกิดจากเส้นทแยงมุมสองเส้นตัดกัน
เส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมซึ่งกว้าง เท่ากับความกว้าง
ของ zygomatic arch และความสูงเท่ากับระยะ
menton ไปยัง Z-plane

ค่ามาตรฐาน : 97.5 องศา เมื่ออายุ
8.5 ปี และลดลง
0.2 องศา ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 3.0 องศา

การแปลความหมาย : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
ความสูงและความกว้าง
ของใบหน้า

ต่อมา Ricketts ได้ทำการเพิ่มระยะต่าง ๆ ของใบหน้าอีกดังนี้คือ

16. Nasal Height

รูปที่ 52

: ระยะในแนวตั้งระหว่าง anterior nasal spine
กับ Z-plane

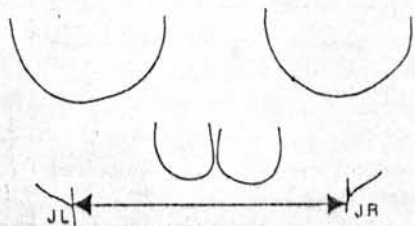
ค่ามาตรฐาน : 44.5 องศา ที่อายุ
9 ปี และเพิ่มขึ้น
1.0 มม. ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 3.0 มม.

การแปลความหมาย : ใช้ประเมินความสูงของ
ส่วนจมูก

17. Maxillary Width

: ระยะทางในแนวราบระหว่าง jugal process ทั้งสองด้าน



รูปที่ 53

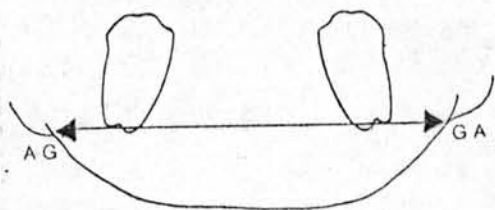
ค่ามาตรฐาน : 61.9 มม. ที่อายุ 9 ปี
และเพิ่มขึ้น 0.6 มม.
ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 3.0 มม.

การแปลความหมาย : แสดงความกว้างของ
ขากรรไกรบน มี
ประโยชน์ในการ
ประเมินผลสำหรับการทำ
palate separation

18. Mandibular Width

: ระยะทางในแนวราบระหว่าง antegonial protuberance ทั้งสองด้าน

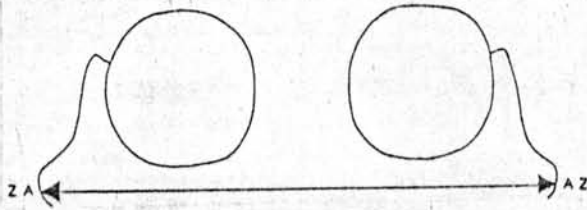


รูปที่ 54

ค่ามาตรฐาน : 76.1 มม. ที่อายุ 9 ปี
และเพิ่มขึ้น 1.4 มม.
ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 3.0 มม.

การแปลความหมาย : แสดงความกว้างของ
ขากรรไกรล่าง มี
ประโยชน์ในการประเมิน
facial type และการ
ทำ buccal expansion
ตรงบริเวณฟันกราบแท้และ
ฟันเขี้ยวล่าง

19. Facial Width

รูปที่ 55

ระยะทางในแนวราบระหว่าง zygomatic arch

ทั้งสองด้าน

ค่ามาตรฐาน : 115.7 มม. ที่อายุ
9 ปี และเพิ่มขึ้น
2.4 มม. ต่อปี

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ± 3.0 มม.

การแปลความหมาย : แสดงความกว้างของ
ใบหน้า และมีประโยชน์
ในการประเมิน
facial type

การศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

Mulick (4) ได้กล่าวสนับสนุนการใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าในทางคลินิกให้มากขึ้น เพื่อตรวจดูความผิดปกติอันได้แก่

1. การเบี่ยงเบนของเส้นกึ่งกลางฟัน (Midline Shift) ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า จะช่วยยืนยันการเบี่ยงเบนของเส้นกึ่งกลางฟัน ที่ได้จากการตรวจทางคลินิกและหุ่นจำลองแบบฟัน และช่วยแยกว่าการเบี่ยงเบนนั้นเกิดจากส่วนฟันหรือจากโครงกระดูก (Skeletal)

2. ความผิดปกติของระนาบมดเคี้ยว (Occlusal Plane Disturbance) ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า จะแสดงการทำมุมของรากและตัวฟันได้ดี โดยพิจารณาพร้อมกับภาพถ่ายด้านตรงในปาก เพื่อตรวจดูว่ามีการเอียงของระนาบมดเคี้ยวในฟันบนหรือฟันล่าง

3. ความไม่สมดุลของใบหน้า ใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้าในคนมีชีวิต Mulick ได้เสนอวิธีที่ง่ายที่สุดของ Ricketts โดยวัดจากความแตกต่างของมุม R-Go-M ด้านซ้ายและด้านขวา ที่มากกว่า 5 องศา เมื่อ R เป็นจุดบนระนาบกึ่งกลางใบหน้า อยู่ระหว่าง foramen rotundum, Go = Gonial angle, M = Menton ดังแสดงในรูปที่ 56

4. การเคลื่อนของขากรรไกรล่าง (Functional Shift of the Mandible)

ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า พิจารณาร่วมกับการตรวจทางคลินิก โดยดูจาก

- 4.1 ระยะระหว่าง ascending ramus กับ mastoid ทั้งสองด้าน
ไม่แตกต่างกัน
- 4.2 ระยะระหว่าง ascending ramus กับด้านใกล้แก้มของฟันกรามแท้บน
ซี่แรก ทั้งสองด้าน
- 4.3 การสบของฟันกรามแท้ (Molar Interdigitation)

ใช้แยกการเคลื่อนของขากรรไกรล่าง จากความไม่สมดุลของใบหน้า

5. การแยกชนิดของใบหน้า (Facial Typing) ในใบหน้าแบบ brachy-facial มีลักษณะการสบลึก (Closed Bite) และมีพื้นหน้าบนห่าง แต่ในใบหน้าแบบ doliofacial จะมีความสูงของใบหน้านามากกว่า

6. การตรวจฟัน (Dental Evaluation) ตรวจการขึ้นของฟัน, ฟันที่ยังไม่ขึ้น เช่น ฟันเขี้ยว ฟันขึ้นผิดตำแหน่ง (Ectopic Eruption), ฟันตาย, การพัฒนาและการขึ้นของฟันกรามซี่สุดท้าย เป็นต้น

7. ความผิดปกติแต่กำเนิด (Congenital Deformities) ใช้ศึกษาในผู้ป่วย เพดานโหว่ Craniofacial Dysostosis, Hemihypertrophy และ Hemiatrophy ของขากรรไกรบนและล่าง

Mulick (4) ได้แบ่งเส้นอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านหลังหน้าดังนี้

1. เส้นอ้างอิงในแนวราบ แบ่งเป็น 3 แกน ดังแสดงในรูปที่ 57

1.1 Transporionic axis แกนเชื่อมระหว่าง porion ด้านซ้ายและขวา ซึ่งกำหนดโดยที่ยึดศีรษะ อยู่ห่างจากฟิล์มที่สุด

1.2 Tranforamen rotundum axis แกนเชื่อมระหว่าง foramen rotundum ด้านซ้ายและด้านขวา ซึ่งใช้ในการศึกษาของ Subtelny และของ Ricketts

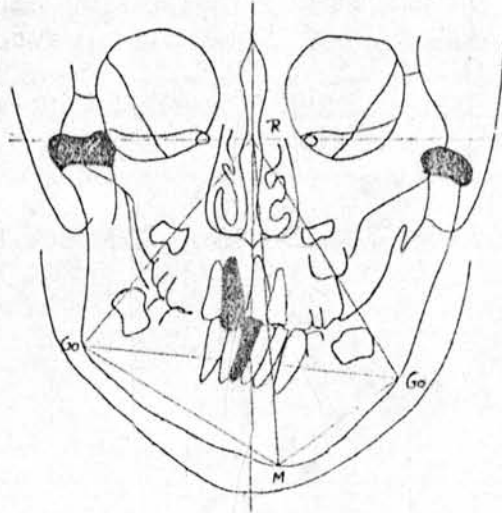
1.3 Transzygomatico-frontal suture axis อยู่ใกล้ฟิล์มที่สุด ใช้ในการศึกษาของ Harvold

2. เส้นอ้างอิงในแนวตั้ง แบ่งเป็น

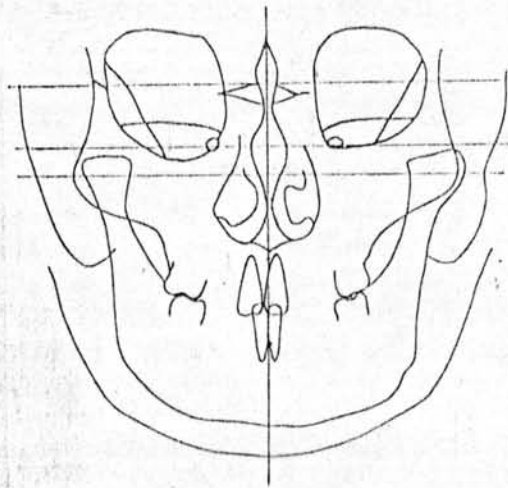
2.1 เส้นลากตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงในแนวราบเส้นใดเส้นหนึ่ง ผ่าน maximum midline anatomic structures

2.2 เส้นตรงในแนวตั้งสมบูรณ์ (Absolute Vertical) ลากผ่าน maximum midline anatomic structures ซึ่งได้แก่ crista galli, midpalatal suture และ stalk of vomer

ในทางคลินิกควรเลือกใช้เส้นอ้างอิงในแนวราบและเส้นอ้างอิงในแนวตั้งที่เหมาะสมเป็นประจำ ซึ่ง Mulick เลือกใช้ Transforamen rotundum axis และเส้นตรงในแนวตั้งสมบูรณ์ลากผ่าน maximum midline anatomic structures



รูปที่ 56 แสดงการวิเคราะห์ความไม่สมดุลของใบหน้าของ Ricketts ตามข้อเสนอแนะของ Mulick มุม R-Go-M ด้านซ้ายและด้านขวาที่แตกต่างกันมากกว่า 5 องศา บอกถึงความไม่สมดุลของใบหน้า (4)



รูปที่ 57 แสดงเส้นอ้างอิงในแนวตั้งคือ maximum midline structure axis และ
แสดงเส้นอ้างอิงในแนวราบ จากด้านบนลงมา ได้แก่ Transzygomatico-
frontal suture axis, Transforamen rotundum axis และ
Transporionic axis (4)

ความไม่สมดุลของโครงสร้างใบหน้า

Mulick (36) ได้ทำการศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้าในแฝดสาม แบบ identical twin จำนวน 6 กลุ่ม และใน fraternal twin จำนวน 12 กลุ่ม เพศเดียวกันในแต่ละกลุ่ม ชาวคอรัเคเซียน จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ซึ่งถ่ายโดยวิธีของ Broadbent โดยวิธีการวัดระยะแบบจุดโคออร์ดิเนต บนแกน x, y และ z และแก้ไขการขยายขนาดด้วยสมการ quadratic equation ของ Schwartz พบว่า

1. กรรมพันธุ์ไม่มีผลต่อความสมดุลของใบหน้า
2. ในการศึกษาแบบข้ามกลุ่ม พบว่าในแต่ละส่วนของโครงสร้างใบหน้ามีปริมาณของความไม่สมดุลแตกต่างกันไป และในการศึกษาแบบต่อเนื่องพบว่า ปริมาณความแตกต่างของด้านซ้ายและด้านขวา จะไม่เพิ่มขึ้นตามอายุ

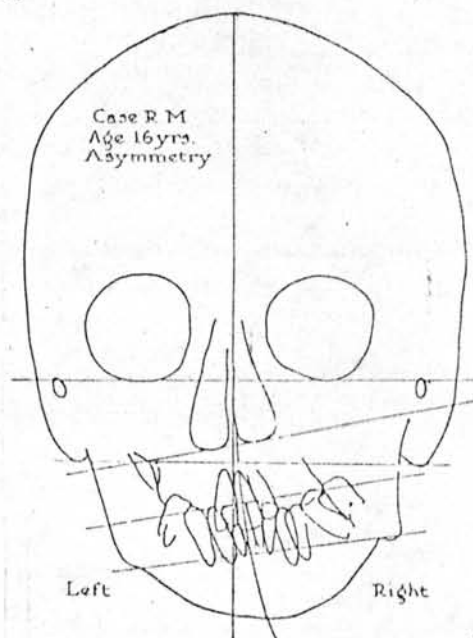
3. ในการศึกษาแบบข้ามกลุ่ม อายุมีผลต่อความไม่สมดุลของโครงสร้างใบหน้า แต่ในการศึกษาแบบต่อ เนื่องไม่พบผลดังกล่าว

Thompson (44) ได้ทำการศึกษาในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า จากประวัติรายงานผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของใบหน้า พบว่า การสบฟันผิดปกติไม่ได้เป็นสาเหตุของความไม่สมดุลของใบหน้า แต่การสบฟันที่ผิดปกติเป็นอาการอย่างหนึ่งของความไม่สมดุลของใบหน้า การจัดฟันอาจทำให้การสบฟันดีขึ้น แต่ไม่สามารถรักษาความไม่สมดุลของใบหน้าได้ และกล่าวว่าสาเหตุของความไม่สมดุลของใบหน้า เกิดจาก

1. การสูญเสียความต่อเนื่องของขากรรไกรล่าง ทำให้เสียความสมดุลของกล้ามเนื้อเนื้อคอส่วนหน้า และกล้ามเนื้อคอส่วนหลัง

2. การสูญเสียความสมดุลของการเจริญในแนวตั้งด้านหน้าและด้านหลัง การเจริญในแนวตั้งด้านหน้า ได้แก่ การเจริญในส่วน maxillary process, mandibular process, กระดูกขากรรไกรบนและกระดูกขากรรไกรล่าง การเจริญในแนวตั้งด้านหลังได้แก่ จุดศูนย์กลางการเจริญเติบโตที่หัว condyle (Growth Center of Condylar Head)

การวิเคราะห์กำหนดเส้นกึ่งกลางใบหน้า โดยลากเส้นจากจุดกึ่งกลางระหว่างด้านใกล้กลางของเบ้าตา (Medial Aspect of Orbit) และลากผ่านจุดกึ่งกลางของ nasal septum ดังแสดงในรูปที่ 58



รูปที่ 58 แสดงภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าที่ไม่สมดุลจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามการศึกษาของ Thompson (44)

Harvold (45) ได้ทำการศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้าในกลุ่มตัวอย่างปกติ จำนวน 22 คน, กลุ่มตัวอย่างเพดานโหว่ชนิดด้านเดียว (Unilateral Cleft) และ กลุ่มตัวอย่างเพดานโหว่ชนิดสองด้าน (Bilateral Cleft) จำนวนรวมกัน 44 คน ในช่วงอายุ 7-14 ปี โดยใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า แบบหน้าผากจุกสัมผัสฟิล์ม (Forehead-nose Technic) และแบบคางจุกสัมผัสฟิล์ม (Chin-nose Technic)

การวิเคราะห์ใช้ X-line method กำหนดเส้นกึ่งกลางใบหน้า โดยลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างด้านข้าง (Lateral Part) ของ zygomatico-frontal suture แล้วลากเส้นตั้งฉากผ่าน root of crista galli

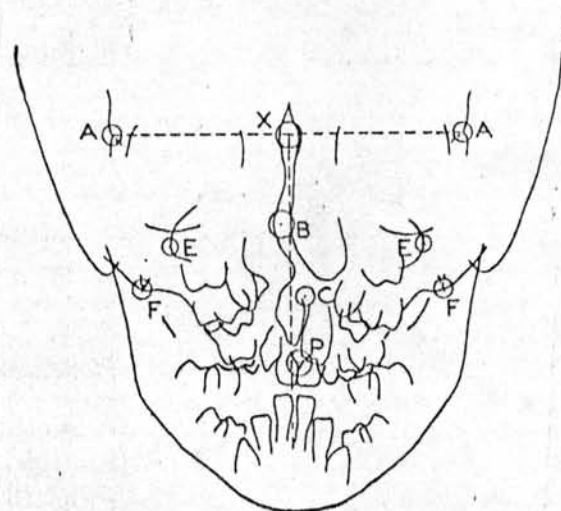
จุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 59 และ 60

A	: จุดด้านข้างของ zygomatico-frontal suture
B	: จุดในส่วน middle $\frac{1}{3}$ ของ osseous nasal septum ที่งอมากที่สุด
C	: intermaxillary suture ใกล้ anterior nasal spine (ANS)
E	: ผนังด้านข้างของ maxillary sinus
F	: ขอบล่างของ zygomatico-maxillary suture
P	: ขอบล่างของ intermaxillary suture ในส่วน alveolar process
J	: ขอบด้านข้างของกระดูก zygomatic

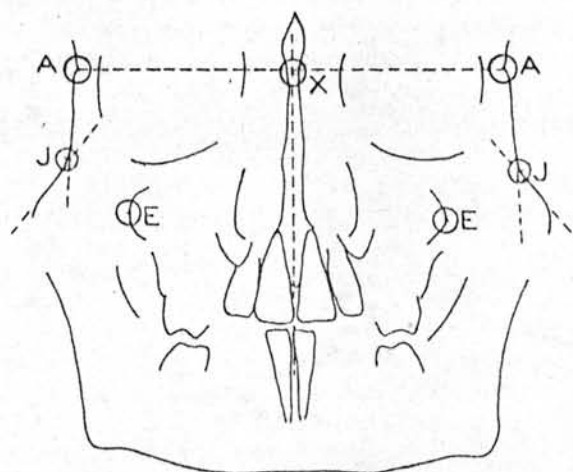
ความสมดุลของใบหน้าส่วนต่าง ๆ วัดจากระยะทางจากจุดอ้างอิง เดียวกันทั้งสองข้าง เทียบกับ x-line ผลการศึกษาพบว่า

1. ในผู้ป่วยปกติ ANS อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลางใบหน้า และมากกว่า 90 % ของผู้ป่วยปกติ ANS อยู่ห่างจากเส้นกึ่งกลางใบหน้าไปทางด้านขวา 1.5 มม.
2. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้ป่วยปกติและผู้ป่วย เพดานโหว่ชนิดด้านเดียว ในส่วน zygomatico-frontal suture, ส่วนด้านข้างของกระดูก zygomatic และ zygomatico-maxillary suture แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วน alveolar และ palatal process, nasal septum ร่วมกับ ANS และ inter-maxillary suture ในส่วน premaxilla



รูปที่ 59 ภาพลออกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าของเด็กเพศานโต้วนเดี่ยว จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าแบบหน้าผากจุมุกสัมผัสฟิล์ม แสดงจุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาของ Harvold (45)



รูปที่ 60 ภาพลออกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าของเด็กปกติ จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าแบบคางจุมุกแตะฟิล์ม ตามการศึกษาของ Harvold (45)

Sassouni (6) ได้ศึกษาคำแทน่งพันกรวมแท้นที่แรกในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านข้างและด้านหลังหน้า ถ่ายโดยไซท์ยัดศีรษะแบบ Broadbent ในเด็กจำนวน 102 คน อายุระหว่าง 11 ปี 3 เดือน ถึง 13 ปี 7 เดือน กลุ่มที่ศึกษาแบ่งเป็นชาวคอร์เคเซียน เชื้อสายเมดิเตอร์เรเนียน ที่มีการสบฟันปกติ, การสบฟันประเภทที่ 2 แบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Angle, การสบฟันประเภทที่ 3 ตามเกณฑ์ของ Angle และชาวนิโกรที่มีการสบฟันประเภทที่ 3 ตามเกณฑ์ของ Angle

ในการศึกษาใช้การวิเคราะห์แบบสัดส่วนของภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้าร่วมกัน ในส่วนการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า Sassouni ได้แบ่งรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าเป็น 3 ส่วน (Zone) ดังในรูปที่ 61 และ 62

1. โครงสร้างระนาบด้านบน (Superior Horizontal Structure = H)

1.1 ส่วนด้านข้างและด้านบนสุด (Lateral and Uppermost) ของส่วนโค้งของ orbital ridge สามารถเห็นส่วนเหนือหรือส่วนของ roof of orbit ได้ บางครั้งส่วน roof of orbit จะบังทับกับ supraorbital ridge

1.2 ส่วนระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Midsagittal Plane) จะเห็น crista galli เป็นลักษณะรูปไข่

1.3 lesser wing อยู่นใต้ superior orbital line เริ่มจากส่วนบน ด้านข้างและด้านนอกของ orbital ridge ทอดลงล่างไปยังระนาบกึ่งกลางใบหน้า และทอดขึ้นด้านบนไปพบกับส่วนเดียวกันในด้านตรงข้าม

1.4 Oblique line (greater wing ของกระดูก sphenoid) เริ่มจากมุมด้านบนและด้านข้างของ orbital ridge ทอดลงล่าง และเข้าสู่ด้านในของเบ้าตา

2. โครงสร้างส่วนกลาง (Central Structure = C)

2.1 neck ของ perpendicular lamina ของกระดูก ethmoid, สามารถหาส่วน root of nose ได้ แต่ส่วน Nasion ไม่สามารถหาได้อย่างถูกต้อง

2.2 ด้านข้างของจมูกหน้า 2-3 มม. เนื่องจากส่วนหน้าและส่วนหลังของผนังจมูก (Anterior and Posterior Part of Nasal Wall) ข้อนทับกัน และแยกทั้งสองส่วนยาก ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ส่วนด้านข้างสุดของผนังจมูก

2.3 ส่วน nasal septum จาก root of nose ถึง floor of nose สามารถเห็นได้ดีพอสมควร

2.4 ในระดับหนึ่งในสี่ของด้านล่างของจมูก จะพบส่วนของกระดูก occipital, ส่วนบนของ foramen magnum, Bolton point ทั้งสองข้าง และ basion ที่ส่วนบนสุดของส่วนบน จึงใช้เป็นจุดตรวจสอบได้ทั้งในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านข้างและด้านหน้า

2.5 ใต้ส่วน basion สามารถเห็น odontoid process ของกระดูก axis และส่วนข้อต่อของกระดูก atlas ทั้งสองด้านได้ชัดเจน

2.6 พื้นหน้าตัดกลางซีบน อยู่ใต้หรือซ้อนทับกับ odontoid process ส่วนพื้นหน้าตัดข้าง และพื้นเขี้ยวบนเห็นได้ยากกว่า

2.7 โดยทั่วไปพื้นหน้าล่างทั้ง 4 ซี มองเห็นได้ชัดเจน

2.8 ส่วนโค้งด้านล่างของคางเห็นได้ชัดเจน

3. โครงสร้างส่วนด้านข้าง (Lateral Structure = L)

3.1 ส่วนด้านข้างสุดของกะโหลกศีรษะคือ กระดูก parietal ด้านบน และกระดูก mastoid ด้านล่าง

3.2 มักไม่พบ zygomatic arch อยู่ทางด้านข้างคือ mastoid process แม้ในเด็กพบได้น้อย พื้นที่หน้าตัดของ zygomatic arch เห็นได้อย่างชัดเจน โดยใช้แท่งยิปซั่ม และ mandibular condyle เป็นตัวบอก จุดอ้างอิงนี้ใช้โดย Broadbent

3.3 เหนือ zygomatic arch รูปร่างด้านนอกของกระดูก malar ทอดขึ้นบน และเข้าสู่ lateral orbital ridge ไปยัง fronto-orbital suture จุดด้านนอกสุดของ fronto-orbital suture นี้ Harvold ใช้สร้าง horizontal plane ซึ่งสามารถเห็นได้ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะของเด็กอายุต่ำกว่า 8 ปี ในเด็กโตเห็นได้ยาก แต่ในการศึกษาของ Sassouni ใช้เท่าที่สามารถมองเห็นได้

3.4 ใต้และใกล้กลางคือ zygomatic arch พบ roof of glenoid fossa และ mandibular condyle ได้ยาก จะพบ coronoid process ทอดลงล่าง และเข้าหาถึงกลางใบหน้ามากขึ้น

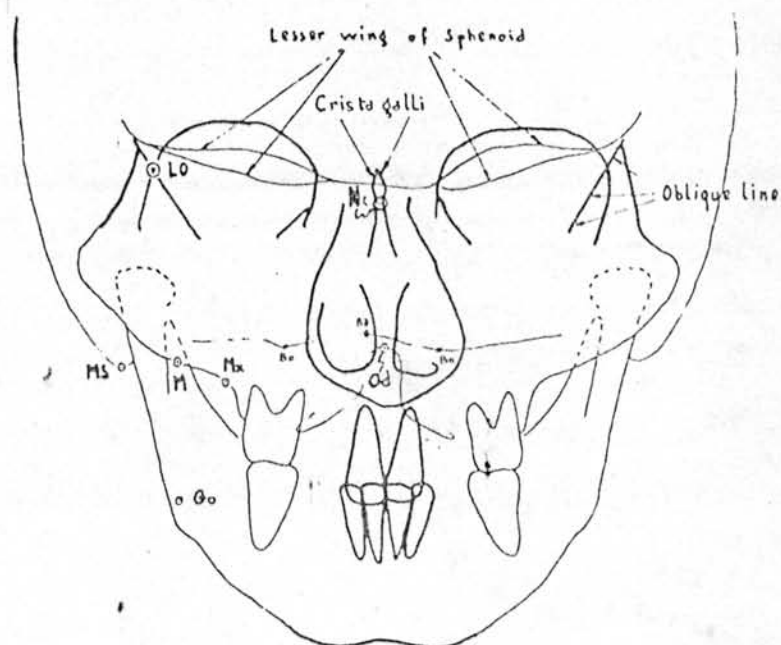
3.5 ลาก zygomatic arch เป็นเส้นต่อเนื่องทอดลงล่างเข้าหาถึงกลางใบหน้าผ่าน condylar neck และ coronoid process โค้งลงล่างเป็น alveolar process เข้าหาฟันกรามแท้นซี่แรก

ส่วนบนของเส้นดังกล่าวคือ ส่วนโค้งด้านล่างของกระดูก malar ส่วนที่อยู่ในระดับของ coronoid process คือ maxillomalar suture

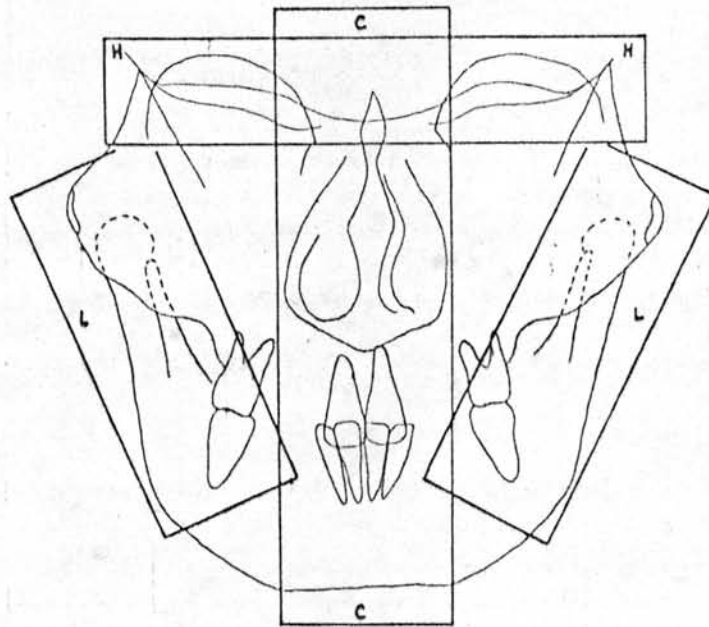
ส่วนล่างของเส้นดังกล่าวคือ key ridge จุดอ้างอิงนี้ใช้โดย Atkinson

3.6 ด้านใกล้กับของฟันกรามแท้นซี่แรกเห็นได้ชัดเจน แต่ปลายรากและขอบเขตด้านใกล้สั้นเห็นได้ยาก

3.7 ด้านนอกของส่วน ramus, gonion และส่วนล่างของส่วน body ของกระดูกขากรรไกรล่าง



รูปที่ 61 แสดงจุดอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหน้าของ Sassouni, Lo = Latero-orbital, Nc = Neck of crista galli, Ms = Mastoidale, M = Malare, Mx = Maxillare, Od = Odontoidale (6)



รูปที่ 62 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้า 3 ส่วน ที่ใช้ในการศึกษาของ Sassouni

H = โครงสร้างระนาบด้านบน

C = โครงสร้างส่วนกลาง

L = โครงสร้างส่วนด้านข้าง (6)

ผลการศึกษาค่าแห่งของฟันกรามแท่นที่แรก จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะ ด้านหลังหน้า เมื่อลากเส้น Lo-Mx ซึ่งส่วนบนเป็นตัวแทนทิศทางของ anterior fiber ของ temporalis muscle พบว่า

1. ความแปรปรวนของระยะทางจากฟันกรามแท่นที่แรกมายัง Lo-Mx ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติ มีค่า ± 1 ถึง 2 มม.

2. ระยะดังกล่าวมีความแตกต่างของด้านซ้ายและด้านขวา

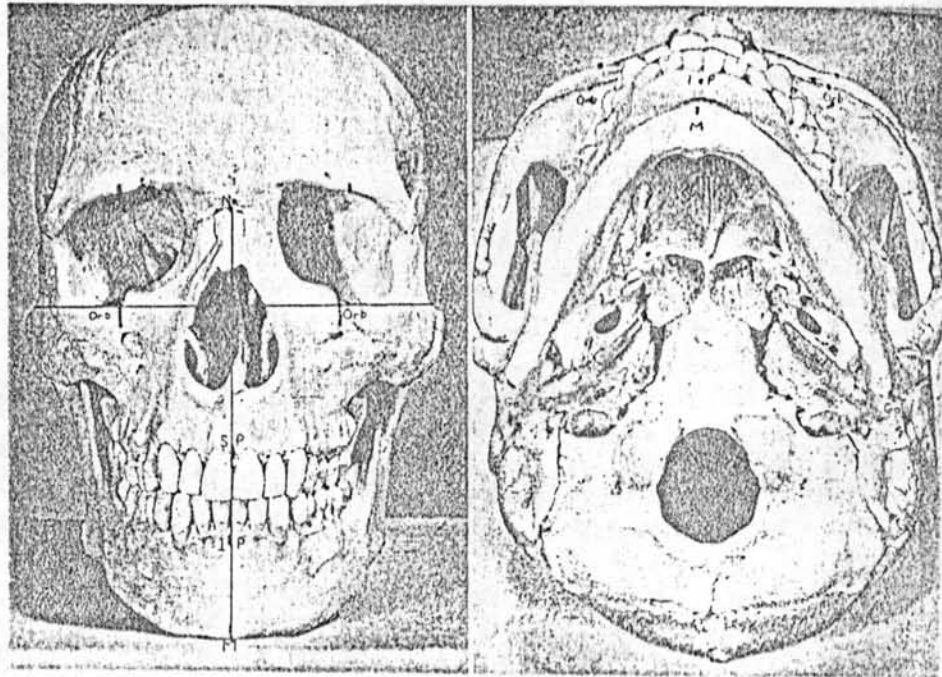
3. กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันประเภทที่ 2 แบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Angle พบว่า ระยะทางดังกล่าวมีแนวโน้ม เป็นค่าลบ แสดงว่ามี bimolar diameter มากกว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติ

4. กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันประเภทที่ 3 ตามเกณฑ์ของ Angle พบว่าค่าระยะทางตั้งกล่าว มีแนวโน้มเป็นค่าบวก แสดงว่ามี bimolar diameter กว้างกว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันปกติ

ในปี 1961 Cheney (46) ได้กล่าวถึงการศึกษาความไม่สมดุลของกะโหลกศีรษะแห่ง ด้วยวิธีของนักมานุษยวิทยา (Anthropologic Observation) โดยวิธีดังนี้

1. ลากเส้นในแนวตั้ง เพื่อเป็นตัวแทนของระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Midsagittal Plane) จากจุดอ้างอิง Na มายัง ANS ถ้ากะโหลกศีรษะแห่งมีความสมดุล เส้นดังกล่าวจะผ่าน superior prosthion (SP), inferior prosthion (IP) และ Menton (M)

2. ลากเส้นในแนวนอน จากเบ้าตาด้านขวา (Orb) ตั้งฉากกับเส้นในแนวตั้ง ถ้ากะโหลกศีรษะแห่งนั้นสมดุลในแนวตั้ง เส้นดังกล่าวจะผ่านเบ้าตาซ้าย เรียกเส้นดังกล่าวว่า Orbital plane ดังแสดงในรูปที่ 63



รูปที่ 63 ภาพกะโหลกศีรษะแห่ง แสดงจุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาความไม่สมดุลของกะโหลกศีรษะ ตามวิธีของนักมานุษยวิทยา (46)

จากการศึกษาของ Cheney (46) ได้พบว่าในผู้ป่วยที่มีความไม่สมดุลของใบหน้า โดยเปรียบเทียบวิธีการสร้างระนาบกึ่งกลางใบหน้า 3 แบบ บนภาพลอกรายละเอียดของ โครงสร้างใบหน้า จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ในผู้ป่วยรายเดียวกัน ด้วยวิธี ดังนี้ (ดังแสดงในรูปที่ 64)

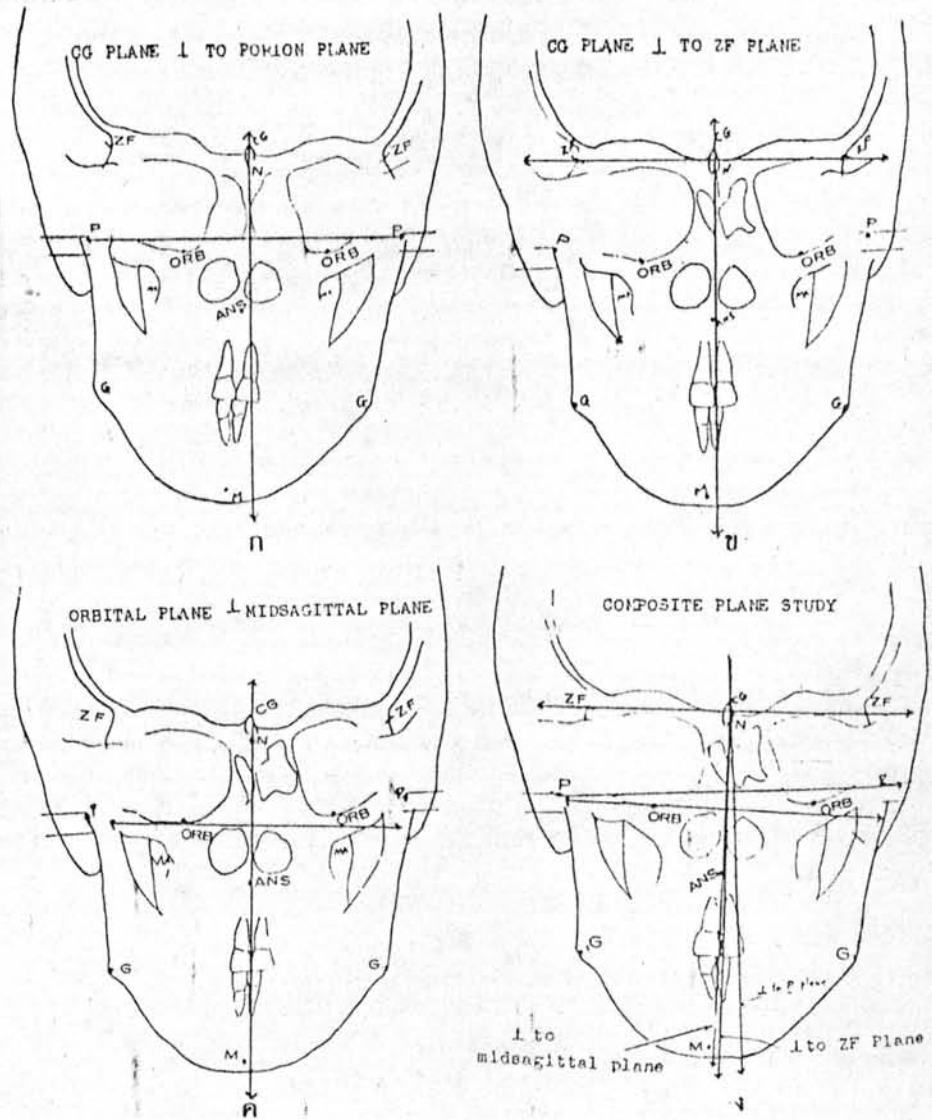
1. เมื่อลากเส้นจาก crista galli (CG) ตั้งฉากกับเส้นลากระหว่างจุดบนสุดของ porion ทั้งสองข้าง หรือ PP plane จะพบว่าไม่ผ่านจุด ANS และ M ระนาบกึ่งกลาง ใบหน้าดังกล่าว ให้ความแน่นอนน้อย ถ้าจุด porion อยู่ต่างระดับกันทั้งสองข้าง ระนาบ กึ่งกลางใบหน้าจะเบี่ยงเบนไปจากปกติ

2. เมื่อลากเส้นจาก CG ตั้งฉากกับเส้นลากระหว่าง zygomatico-frontal suture ทั้งสองด้าน หรือ ZF plane เรียกว่า X-line ตามวิธีการวิเคราะห์ Harvold ในผู้ป่วยเด็กเพดานโหว่ เนื่องจากระนาบกึ่งกลางใบหน้าสร้างจากจุดอ้างอิงบนฐานกะโหลกศีรษะ และอยู่ด้านนอกของกระดูกโครงสร้างใบหน้า พบว่าระนาบกึ่งกลางใบหน้าดังกล่าวใกล้เคียงกับ ระนาบกึ่งกลางใบหน้าทางกายวิภาค โดยสังเกตจากจุด N และ ANS จะอยู่บน X-line ถึง 90 % ของผู้ป่วยปกติ

3. ใช้จุด N และ ANS สร้างระนาบกึ่งกลางใบหน้า จุดทั้งสองสามารถคลำได้ ด้วยปลายนิ้วบนใบหน้าด้านนอก และลาก Orbital plane ตามวิธีของนักมานุษยวิทยา พบว่า ตา ใบหู และ gonial angle ด้านซ้ายอยู่สูงกว่าด้านขวา จุด M อยู่ทางด้านขวาของระนาบ กึ่งกลางใบหน้า

เมื่อนำภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้าทั้ง 3 วิธี มาซ้อนทับกัน พบว่า ระนาบกึ่งกลางใบหน้าที่สร้างจากวิธีที่ 2 และ 3 มีความใกล้เคียงกัน ส่วนระนาบกึ่งกลางใบหน้า ที่สร้างจากวิธีที่ 1 จะอยู่แยกไปทางด้านซ้าย และไม่มีประโยชน์ในการศึกษาความไม่สมดุลของ ใบหน้า





รูปที่ 64 แสดงวิธีสร้างระนาบกึ่งกลางใบหน้าทั้ง 3 วิธี ตามการศึกษาของ Edward และ Cheney ในรูป ก, ข และ ค บนภาพลอกรายละเอียดโครงสร้างใบหน้าในผู้ป่วยรายเดียวกัน

ง แสดงการเปรียบเทียบระนาบกึ่งกลางใบหน้าทั้ง 3 วิธี

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| ZF = Zygomatico-frontal Suture | CG = Crista Galli |
| P = Porion | ORB = Orbitale |
| ANS = Anterior Nasal Spine | N = Nasion |
| G = Gonial Angle | MA = Malar Process |
| M = Menton (46) | |

Letzer และ Kronman (47) ได้ใช้การวิเคราะห์มุมแบบสัดส่วน (Proportional Angular Analysis) ศึกษาความไม่สมดุลใน anterior cranial base และขากรรไกรล่างของกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดี จำนวน 50 คน จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ซึ่งถ่ายโดยวิธีของ Broadbent โดยศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ จำนวน 50 คน ซึ่งถ่ายภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยใช้ที่ยึดศีรษะแบบของ Margolis ในการศึกษาครั้งนี้ไม่คำนึงถึงเพศ

จุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 65

USR	:	จุดตัดระหว่างขอบบนของ lesser wing ของกระดูก sphenoid กับขอบด้านข้างด้านบนของเบ้าตาด้านขวา
USL	:	จุดตัดระหว่างขอบบนของ lesser wing ของกระดูก sphenoid กับขอบด้านข้างด้านบนของเบ้าตาด้านซ้าย
LSR (Gonion)	:	จุดนอกสุดและต่ำสุดของมุมของขากรรไกร (Angle of Mandible) ด้านขวา
LSL (Gonion)	:	จุดนอกสุดและต่ำสุดของมุมของขากรรไกร (Angle of Mandible) ด้านซ้าย
point M	:	จุดบน crista galli ที่ระดับ planum ของกระดูก sphenoid

วิธีการวิเคราะห์ความสมดุลของใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 65

วัดความแตกต่างของมุมทั้งสองที่ฐานของสามเหลี่ยม M-USR-USL และ M-LSR-LSL ซึ่งประกอบด้วยเส้นแบ่งครึ่งมุมยอด M และ Z ตามลำดับ มีหลักพิจารณา ดังนี้

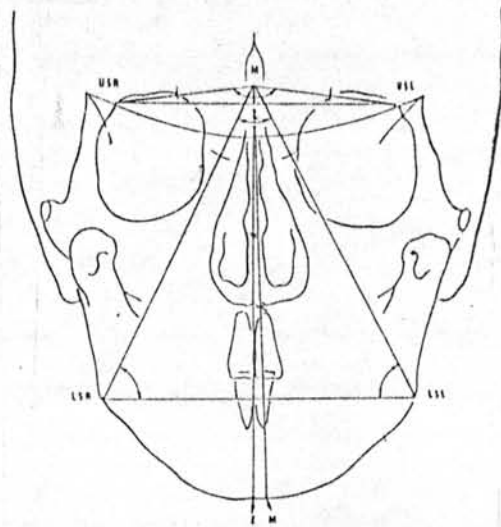
1. ความแตกต่างของมุม USL กับมุม USR และความแตกต่างของมุม LSL กับมุม LSR, ที่ไม่เกิน ± 0.5 องศา ถือว่ามีความสมดุลของ anterior cranial base และขากรรไกรล่างทั้งสองด้าน

2. ความแตกต่างของมุม M และมุม Z ที่ไม่เกิน ± 0.5 องศา แสดงว่า anterior cranial base และขากรรไกรล่างมีความสมดุลกัน

จากการศึกษาพบว่า

1. 80 % ของกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดี มีความสมดุลในส่วน anterior cranial base และ 60 % ของกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ มีความสมดุลในส่วน anterior cranial base และพบความสมดุลในส่วนขากรรไกรล่าง ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันดี และในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ เป็นจำนวนพอ ๆ กัน นั่นคือจะพบความไม่สมดุลของใบหน้าทั้งในกลุ่มตัวอย่างปกติ และกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ

2. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างชนิดของการสบฟันกับความไม่สมดุลของใบหน้า



รูปที่ 65 ภาพลอกรวยละเอียดยโครงสร้างใบหน้าจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า แสดงจุดอ้างอิงและวิธีการวิเคราะห์ความไม่สมดุลของใบหน้า ตามการศึกษาของ Letzer และ Kronman (47)

Vig และ Hewitt (48) ได้ศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้า ในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาทันตกรรมจัดฟัน จำนวน 63 คน เพศชาย 20 คน เพศหญิง 43 คน ในช่วงอายุระหว่าง 9-18 ปี จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

จุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 66

1. Sella
2. Medial extent of orbit
3. Inferior extent of orbit
4. Condylar point
5. Mastoidale
6. Anterior nasal spine
7. Zygomatic point
8. Upper molar point
9. Incisor point (Midline point)
10. Gonion
11. Menton

ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 67

1. Axis X เป็นตัวแทนของเส้นกึ่งกลางขากรรไกรบน สร้างโดยลากเส้นตรงให้ผ่านใกล้เคียงกับจุดต่าง ๆ ได้แก่ Sella, Anterior nasal spine, จุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Medial extent of orbit ด้านซ้ายและขวา, จุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Inferior extent of orbit, จุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Mastoidale และจุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Upper molar point ทั้งสองด้าน

2. Axis N เป็นตัวแทนของเส้นกึ่งกลางของใบหน้าส่วนล่าง หนึ่งในสามส่วน (Lower Third of Face) สร้างโดยลากเส้นตรงให้ผ่านใกล้เคียงกับจุดต่าง ๆ ได้แก่ จุด Menton, จุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Condylar point และจุดแบ่งครึ่งระยะระหว่าง Gonial point ทั้งสองด้าน

3. เส้น AA สร้างโดยแบ่งครึ่งมุมระหว่าง Axis X และ Axis N เพื่อสร้างแกนสมมุติของใบหน้าทางกายวิภาค (Arbitrary Anatomical Axis of the Face)

วิธีการวิเคราะห์ความสมดุลของใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 68

ใช้วิธีสร้างรูปสามเหลี่ยม (Method of Triangulation) แล้วเปรียบเทียบพื้นที่สามเหลี่ยมที่สัมพันธ์กันด้านซ้ายและขวา พื้นที่สามเหลี่ยมที่เป็นตัวแทนของส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างใบหน้ามีดังนี้

พื้นที่สามเหลี่ยม A : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่างขอบเขตด้านบนสุดของหัว condyle ด้านใกล้กลางสุดของหัว condyle และ sella ซึ่งเป็นตัวแทนของส่วนฐานกะโหลกศีรษะ (Cranial Base Region) ด้านซ้ายและขวา

พื้นที่สามเหลี่ยม B : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Sella, Mastoidale และ Zygomatic point เป็นตัวแทนของพื้นที่ขากรรไกรบนด้านข้าง (Lateral Maxillary Region) ด้านซ้ายและด้านขวา

พื้นที่สามเหลี่ยม C : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Sella, Anterior Nasal Spine, และ Zygomatic point เป็นตัวแทนของพื้นที่ขากรรไกรบนด้านบน (Upper Maxillary Region)

พื้นที่สามเหลี่ยม D : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Zygomatic point, Upper molar point และ Anterior nasal spine เป็นตัวแทนของขากรรไกรบนส่วนกลาง (Middle Maxillary Region) ด้านซ้ายและด้านขวา

พื้นที่สามเหลี่ยม E : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Anterior nasal spine, Upper molar point และจุดตัดของเส้นลากระหว่าง Upper molar point กับแกนสมมุติของใบหน้าทางกายวิภาค เป็นตัวแทนของพื้นที่ขากรรไกรบนส่วนล่าง (Lower Maxillary Region) ด้านซ้ายและด้านขวา

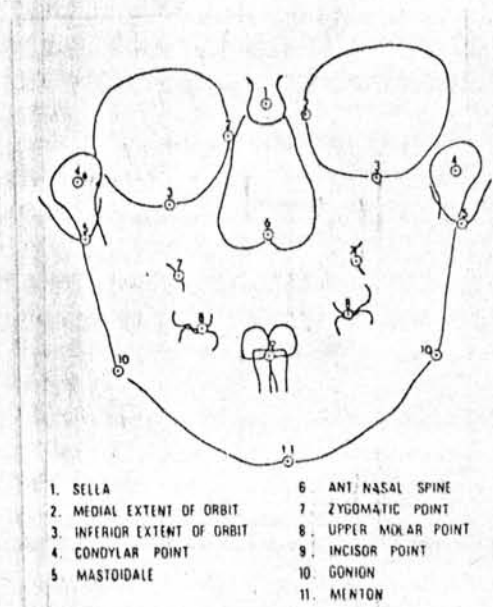
พื้นที่สามเหลี่ยม F : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Molar point, Upper incisor point, จุดตัดของเส้นลากระหว่าง Upper molar point และแกนสมมุติของใบหน้าทางกายวิภาค เป็นตัวแทนของพื้นที่ฟัน (Dental Region) ด้านซ้ายและด้านขวา

พื้นที่สามเหลี่ยม G : เป็นพื้นที่สามเหลี่ยมอยู่ระหว่าง Condylar point, Gonion และ Menton เป็นตัวแทนของพื้นที่ขากรรไกรล่างของใบหน้า (Mandibular Component of the Face) ด้านซ้ายและด้านขวา

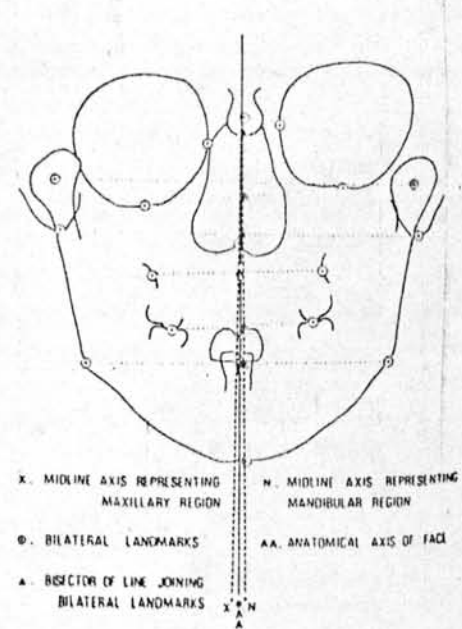
ผลการศึกษาพบว่า

1. 67 % ของกลุ่มตัวอย่างมี Axis X อยู่ด้านซ้ายคือ Axis N ด้วยค่าเฉลี่ยมุม 1.9 องศา (± 0.25)

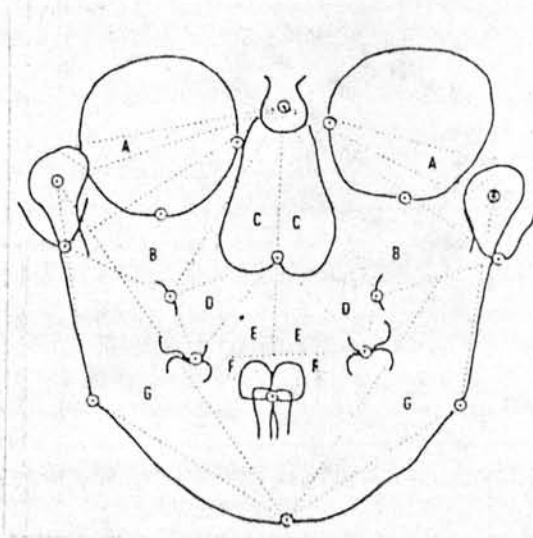
2. ในส่วนพื้นที่ฐานกะโหลกศีรษะและพื้นที่ขากรรไกรบนทั้งหมด พบว่าด้านซ้ายใหญ่กว่าด้านขวา ในส่วนพื้นที่ขากรรไกรล่างและพื้นที่ฟัน มีความสมดุลของคานทั้งสองมากกว่า ผลการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนข้อสันนิษฐานของการเกิด hypoplasia ของ first branchial arch ด้านขวา



รูปที่ 66 แสดงจุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาของ Vig และ Hewitt (48)



รูปที่ 67 แสดงเส้นอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาของ Vig และ Hewitt
X = เส้นกึ่งกลางขากรรไกรบน
N = เส้นกึ่งกลางของใบหน้าส่วนล่าง
AA = แกนสมมุติของใบหน้าทางกายวิภาค (48)



รูปที่ 68 แสดงวิธีการวิเคราะห์ความไม่สมดุลของใบหน้าจากพื้นที่สามเหลี่ยม

ในการศึกษาของ Vig และ Hewitt

- A = พื้นที่ส่วนฐานกะโหลกศีรษะ
- B = พื้นที่ขากรรไกรบนด้านข้าง
- C = พื้นที่ขากรรไกรบนด้านบน
- D = พื้นที่ขากรรไกรบนส่วนกลาง
- E = พื้นที่ขากรรไกรบนส่วนล่าง
- F = พื้นที่ฟัน
- G = พื้นที่ขากรรไกรล่างของใบหน้า (48)

Shah และ Joshi (49) ได้ทำการศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้า ในกลุ่มตัวอย่างผู้ใหญ่ชาวอินเดียจำนวน 43 คน เพศชาย 29 คน และเพศหญิง 14 คน ในช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง พิจารณาจากใบหน้าที่สมดุลได้สัดส่วน มีการสบฟันปกติ ไม่มีการเบี่ยงเบนของขากรรไกรล่างขณะอ้าปากหรือสบฟัน และไม่เคยรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมาก่อน

วิธีการศึกษาใช้หลักการสร้างรูปสามเหลี่ยมบนภาพแสดงรายละเอียด (ดังแสดงในรูปที่ 69) ของโครงสร้างใบหน้าจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ตามแบบของ Vig และ Hewitt เส้นกึ่งกลางใบหน้า ใช้เส้นลากเชื่อมต่อจุดอ้างอิงกึ่งกลาง 4 จุด ได้แก่ Sella turcica, Anterior nasal spine, Menton และ Incisor point (Midline point) โดยใช้เส้นที่ใกล้เคียงและผ่านจุดเหล่านั้นมากที่สุด เส้นดังกล่าวเป็นตัวแทนของศีรษะทางกายวิภาค (Anatomical Axis of Head)

สูตรที่ใช้คำนวณพื้นที่สามเหลี่ยมคือ

$$S = 0.5 \times L \times H$$

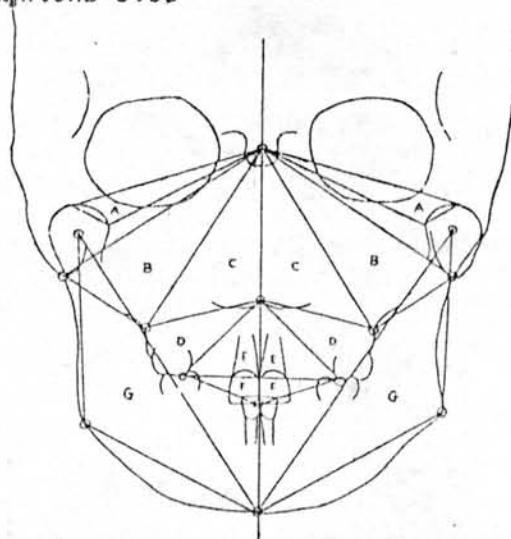
เมื่อ S = พื้นที่ผิวสามเหลี่ยม

L = ความยาวของฐานสามเหลี่ยม

H = ความสูงของรูปสามเหลี่ยม

จากการศึกษาพบว่า

1. โครงสร้างใบหน้าทั้งหมดด้านขวาใหญ่กว่าด้านซ้าย โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
2. โครงสร้างใบหน้าส่วนขากรรไกรบน ด้านขวาใหญ่กว่าด้านซ้าย โดยเฉพาะส่วนพื้นที่ขากรรไกรบนด้านข้าง (Lateral Maxillary Region) ด้านขวาแตกต่างจากด้านซ้าย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



รูปที่ 69 แสดงการวิเคราะห์โดยวิธีสร้างรูปสามเหลี่ยมบนภาพลอกรายละเอียดของโครงสร้างใบหน้า จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ในการศึกษาของ Shah และ Joshi (49)

Stabrun (50) ได้ศึกษารูปร่างและตำแหน่งของขากรรไกรล่าง ในผู้ป่วย Juvenile Rheumatoid Arthritis ชาว挪威海 จำนวน 50 คน เพศชาย 16 คน และเพศหญิง 34 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 10.7 ปี เปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างปกติ ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 10.8 ปี ด้วยวิธีการวิเคราะห์จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

จุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 70

- Ag (Antegonion) : เป็นจุดสูงสุดใน antegonial notch ของขากรรไกรล่าง กรณีไม่ชัดเจน พิจารณาดังนี้
1. ขอบเขตด้านข้างของแถบขาว (Radiopaque Zone) บนขอบล่างของขากรรไกรล่าง (Solow 1966)
 2. จุดบริเวณแถบขาวพบกับขอบเขตด้านข้างของ Gonion (Lund, 1974)
- Sy (Symphysis) : เป็นจุดศูนย์กลางของคาง ตรงบริเวณรอยเกาะ (Insertion) ของกล้ามเนื้อ suprahyoid ด้านในของส่วน symphysis กรณีไม่ชัดเจน พิจารณาดังนี้
1. จุดต่ำสุดของคาง หรือจุดสูงสุดของรอยเว้าของคาง ในกรณีคางมีรอยเว้า (Lund, 1974)
 2. จุดกึ่งกลางของเส้นลากสัมผัสคาง ในกรณีคางมีรูปร่างเหลี่ยม (Lund, 1974)
- MP : จุดตัดของเส้น NOP และ OT ประกอบกันเป็นระบบโคออร์ดิเนต (Coordinate System)
- MP-150 : จุดบน NOP ห่างจาก MP เป็นระยะเท่ากับ 150 มม. วัดตั้งฉากกับ OT

- OT (Orbita Tangent) : เส้นสัมผัสกับขอบบนสุดของขอบ supraorbital margin ในระบบโคออร์ดิเนต ประกอบเป็นแกน X
- NOP : เส้นลากตั้งฉากกับ OT ผ่าน nasion โดยกำหนดให้ nasion เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นลากระหว่าง cristae lacrimales anteriores หรือ processus angulares mediales

ระยะและมุมที่ใช้ในการศึกษา

- AgR-NOP : ตำแหน่งของ antegonial notch ด้านขวา วัดตั้งฉากกับ NOP
- AgL-NOP : ตำแหน่งของ antegonial notch ด้านซ้าย วัดตั้งฉากกับ NOP
- AgR-OT : ตำแหน่งของ antegonial notch ด้านขวา วัดตั้งฉากกับ OT
- AgL-OT : ตำแหน่งของ antegonial notch ด้านซ้าย วัดตั้งฉากกับ OT
- Sy-AgR : ความยาวซึ่งถ่ายทอดมาจาก mandibular body ด้านขวา
- Sy-AgL : ความยาวซึ่งถ่ายทอดมาจาก mandibular body ด้านซ้าย
- Sy-OT : ระยะตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางคางไปยัง OT เป็น total face height
- Sy-AgR/NOP : มุมด้านในระหว่าง mandibular body ด้านขวากับเส้นกึ่งกลาง NOP
- Sy-AgL/NOP : มุมด้านในระหว่าง mandibular body ด้านซ้ายกับเส้นกึ่งกลาง NOP

ตัวแปรพิจารณาความสมดุลของใบหน้า

1. Mandibular breadth (BR) : เป็นความแตกต่างระหว่างด้านซ้ายและด้านขวา

$$\frac{(AgR-NOP) - (AgL-NOP)}{(AgR-NOP) + (AgL-NOP) / 2} \times 100 \%$$
 แสดงเป็น เปอร์เซ็นต์ ของความกว้าง เฉลี่ยของ
 ขากรรไกรล่าง ในบริเวณ gonial
2. Vertical height ของ ramus (RH) : เป็นความแตกต่างระหว่างด้านซ้ายและ

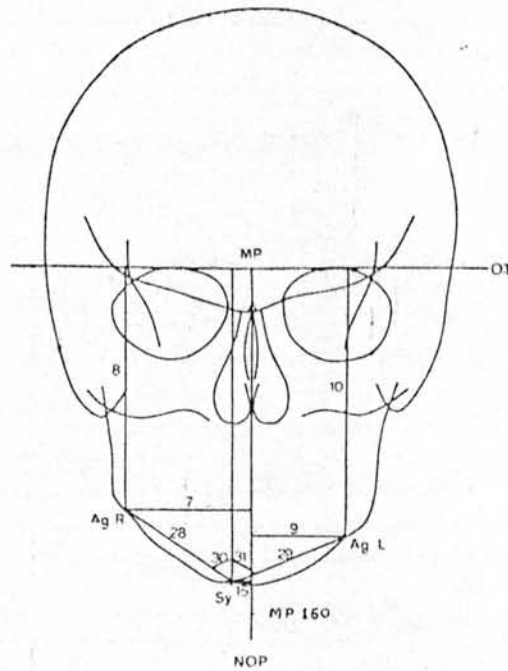
$$\frac{(AgR-OT) - (AgL-OT)}{(AgR-OT) + (AgL-OT) / 2} \times 100 \%$$
 ด้านขวา แสดงเป็น เปอร์เซ็นต์ ของความสูง เฉลี่ย
 ในบริเวณ ramus ของขากรรไกรล่าง
3. Projected mandibular body length (MB) : เป็นความแตกต่างระหว่าง

$$\frac{(Sy-AgR) - (Sy-AgL)}{(Sy-AgR) + (Sy-AgL) / 2} \times 100 \%$$
 ด้านซ้ายและด้านขวา แสดงเป็น เปอร์เซ็นต์ ของ
 ความยาว เฉลี่ย ซึ่งถ่ายทอดมาจาก mandibular
 body
4. Symphysis position : ระยะทางตั้งฉากระหว่างจุดกึ่งกลางคางไปยัง
 Sy-NOP เส้นกึ่งกลาง NOP
5. Inclination angle ของ . ความแตกต่างของมุมความ เอียงของ
 mandibular body mandibular body ทั้งสองด้าน

$$(Sy-AgR/NOP) - (Sy-AgL/NOP)$$

 (IC)

จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วย Juvenile Rhumatoid Arthritis จะมี ความยาวของขากรรไกรล่าง, Vertical height ในส่วน ramus, total face height และ Incline angle ของ mandibular body ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างปกติ และทั้งสองกลุ่มจะมี mandibular breadth และความยาวซึ่งถ่ายทอดมาจาก mandibular body ด้านขวาใหญ่กว่าด้านซ้าย รวมทั้งพบความไม่สมดุลในส่วนของความยาวทั้งหมดของ ขากรรไกรล่าง และในส่วนของ vertical height ในส่วน ramus



รูปที่ 70 แสดงจุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้เพื่อศึกษารูปร่างและตำแหน่งของขากรรไกรล่าง ของ Stabrun (50)

การเจริญเติบโตในแนวขวาง

Scott (51) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเจริญเติบโตในแนวขวางของโครงสร้างใบหน้าและกะโหลกศีรษะดังนี้

1. ช่วงอายุระหว่างอยู่ในครรภ์มารดา และ 1 ปีแรกเกิด การเจริญเติบโตในแนวขวาง มาจากบริเวณ midsagittal suture system ด้วยกลไกจากการขยายตัวของเนื้อสมอง และกระดูกอ่อนบริเวณ cranial base ระหว่าง body และ greater wing ของกระดูก sphenoid
2. ในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว พบการขยายตัวของกระดูกขากรรไกรบน จากบริเวณ midpalatal suture ที่อยู่ทางด้านล่าง และพบการขยายตัวในส่วน facial part ของกระดูก ethmoid จาก cribriform plate ที่อยู่ทางด้านบน การเจริญในช่วงนี้ จะเพิ่มความกว้างระหว่างเบ้าตา และความกว้างของช่องจมูกด้านบน
3. ในระหว่างอายุ 1 ปีแรกเกิด พบการเชื่อมของ metopic suture ในกระดูก frontal และการเชื่อมของ greater wing กับส่วน body ของกระดูก sphenoid ทำให้ส่วน sphenoidal part ของ cranial base หยุดการเจริญเติบโต หลังจากนั้นไม่นาน จะพบการเชื่อมกันของ facial part กับ perpendicular plate ของกระดูก ethmoid ซึ่งเป็นผลจากการเกิด ossification ที่บริเวณ cribriform plate ทำให้เกิดการคงตัวของระยะระหว่างเบ้าตาและช่องจมูกส่วนนั้น
4. ในช่วงอายุ 3 ปี มีการขยายตัวของ suture ระหว่างกระดูก zygomatic กับกระดูกขากรรไกรบน เนื่องจากการขยายตัวของลูกตา ทำให้หนึ่งด้านข้างเบ้าตาขยายกว้างขึ้น การเจริญของเบ้าตาจะหยุดในช่วงอายุระหว่าง 7-10 ปี ในขณะที่เดียวกันยังคงมีการขยายตัวของ midpalatal suture เนื่องจากการสบฟัน และจากแรงบดเคี้ยวในขากรรไกรล่าง
5. ในช่วงอายุ 10-21 ปี การเจริญในแนวขวางของโครงสร้างใบหน้าจะขึ้นกับ surface deposition ที่บริเวณ facial, alveolar และ palatal surface ของกระดูก และ absorption ของกระดูกช่องจมูกด้านล่างกับ maxillary sinus

Savara (52) ศึกษาการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง โดยใช้ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า โดยศึกษาเป็น 3 มิติ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ และกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนของภาพถ่ายรังสี

สรุปได้ดังนี้ การเจริญของขากรรไกรล่างแต่ละส่วนไม่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละช่วงอายุ โดยมีการเจริญเติบโตด้านความยาวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความกว้างและความสูง ตามลำดับ ในระยะวัยหนุ่มสาว อัตราการเจริญเติบโตของ Bicondylar Width จะมากกว่า Body Length และ Bigonial Width

Graber (53) กล่าวถึงการเจริญเติบโตในแนวขวางของขากรรไกรบนและล่าง ดังนี้

การเจริญเติบโตในแนวขวางของขากรรไกรบน ในช่วงอายุ 2-3 ปีแรกเกิด จะเป็นแบบ sutural growth ซึ่งการเจริญแบบนี้จะลดน้อยลงหลังอายุ 7 ปี พบการเจริญในด้านความกว้างมากกว่าความสูง suture ที่สำคัญในการเพิ่มความกว้างของใบหน้าคือ median palatine suture ส่วนการเจริญในช่วงอายุหลัง 7 ปี ความเจริญในด้านความกว้าง จะเกิดจาก appositional growth ที่ zygomatic arch, maxillary sinus และ alveolar process

สำหรับการเจริญเติบโตในแนวขวางของขากรรไกรล่าง ในช่วง 1 ปีแรกเกิดเกิดจากบริเวณ mandibular symphysis และหลังจากนั้นจะพบการเชื่อมของ mandibular symphysis ในช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นการเจริญในด้านความกว้างของขากรรไกรล่าง จะเกิดจาก appositional growth จากกลไก "expanding V" ในส่วน coronoid notch, coronoid process และ condyle เพิ่มขึ้นระหว่าง ramus และจาก surface deposition ที่บริเวณด้านนอกของ ascending ramus, mandibular base และ alveolar process

Graber (53) ได้กล่าวถึงการศึกษาแบบต่อเนื่องของ Hellman เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะและใบหน้า พบว่าส่วนกะโหลกศีรษะจะมีการเจริญเติบโตเท่าขนาดของผู้ใหญ่เร็วกว่าใบหน้า การเจริญเติบโตในทางความลึกของกะโหลกศีรษะจะเร็วที่สุด ต่อมาคือความกว้างและความสูง ส่วนการเจริญเติบโตของใบหน้าในทางความสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือความลึก สำหรับความกว้างมีการ

เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบ differential growth ระหว่างกะโหลกศีรษะและ
ใบหน้า พบว่าการเจริญเติบโตในทางความสูงของกะโหลกศีรษะ เวลาจะใกล้เคียงกับการ
เจริญเติบโตในทางความกว้างของใบหน้า

Goldstein (54) พบว่า

1. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งมีมากที่สุด และเกิดขึ้นรวดเร็วที่สุด
รองลงมาได้แก่ การเจริญเติบโตในแนวระนาบและแนวขวาง ตามลำดับ
2. การเจริญเติบโตของใบหน้าในแนวตั้งของแต่ละบุคคลแตกต่างกันมากที่สุด
รองลงมาได้แก่ การเจริญเติบโตในแนวขวางและแนวระนาบ ตามลำดับ
3. ใบหน้าส่วนล่างมีการเจริญเติบโตในแนวระนาบมากกว่าใบหน้าส่วนบน
4. ช่วงอายุซึ่งใบหน้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Spurt of Growth)
มี 2 ช่วงคือ ระหว่างอายุ 3-5 ปี และ 13-15 ปี

Krogman (55) ศึกษาการเจริญเติบโตบริเวณใบหน้าแบบต่อเนื่อง จากเด็กนักเรียน
ชาวฟิลิปปินส์ 600 คน อายุ 6.5-13.5 ปี ซึ่งเป็นระยะที่เปลี่ยนจากฟันน้ำนมมาเป็นฟันแท้
สรุปว่า

1. แรกเกิด

การเจริญเติบโตของใบหน้าทางด้านความกว้างมี 35-60 % ของการ

เจริญเติบโตทั้งหมด

ความสูงมี 40-45 % ของการ

เจริญเติบโตทั้งหมด

ความลึกมี 30-35 % ของการ

เจริญเติบโตทั้งหมด

2. หลังจากนั้นการเจริญเติบโตทางด้านความลึกเพิ่มขึ้น เป็น 65-70 %

ความสูงเพิ่มขึ้น เป็น 35-60 %

ความกว้างลดลงเหลือ 40-45 %

3. อัตราการเจริญเติบโตของใบหน้าทางด้านความลึก ความกว้าง และความสูง
แต่ละช่วงอายุต่างกัน ดังนี้

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

++ = Rapid, + = Moderate, (+) = slow, - = absent

Woods (56) ได้ทำการศึกษาแบบต่อเนื่องเกี่ยวกับความกว้างในส่วนฟันและ
ในส่วนใบหน้า ในกลุ่มตัวอย่างอเมริกันผิวขาว จำนวน 28 คน เพศชาย 14 คน และเพศหญิง
14 คน ด้วยภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า ในช่วงอายุ 3-15 ปี และ
ทำการวัดค่าต่าง ๆ โดยตรงจากฟิล์มด้วยเครื่องมือชดเชยการขยายขนาดของ Wylie
กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยกลุ่มที่มีการสบฟันประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Angle ซึ่งแบ่งเป็น
พวกที่ไม่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน กับพวกที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน
ตลอดจนศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 ซึ่งทั้งสองกลุ่มไม่ได้อ
รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน จากการศึกษาพบว่า

1. การวัดโดยใช้วิธีชดเชยการขยายขนาดของ Wylie บนภาพถ่ายรังสี
กะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลังหน้า สามารถให้ค่าที่ถูกต้อง และนำไปเปรียบเทียบกับค่า
ที่วัดในระยะเดียวกัน จากกะโหลกศีรษะของคนมีชีวิต หรือจากหุ่นจำลองแบบฟันได้

2. Bizygomatic Width และ Bigonial Width มีค่าเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอตามอายุ ตั้งแต่ 3-15 ปี

3. ค่าเฉลี่ยความกว้างระหว่างฟัน เขี้ยวแท้บนจะเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 7 ปี แล้วลดลงจากอายุ 7 ปี ถึง 10 ปี, จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งอายุ 12 ปี หรือ 13 ปี และหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ส่วนค่าเฉลี่ยความกว้างระหว่างฟัน เขี้ยวแท้ล่างจะคงที่จนถึงอายุ 6 ปี แล้วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งถึงอายุ 15 ปี

4. ความกว้างระหว่างฟันกรามแท้ล่างจะลดลง จนกระทั่งมีการงอกของฟัน เต็มที่ และเริ่มมีการสบฟัน หลังจากนั้นระยะดังกล่าวในเพศชายค่าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น 0.5 มม. ต่อปี แต่ในเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยจะลดลง 0.5 มม. ต่อปี

Meredith และ Highley (57) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างสีขาว จำนวน 82 คน ที่อายุ 5 ปี และ 7 ปี รวมกัน โดยการวัดจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า และหุ่นจำลองแบบฟัน ไม่พบความสัมพันธ์ในส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกรบน ซึ่งวัดระหว่างปุ่มฟันที่อยู่ไกลสุดของฟันกรามบนด้านที่ส่องบน กับความกว้างของใบหน้าส่วนบน วัดที่บริเวณ zygomatic arch (Bizygomatic Diameter)

2. ความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกรบนกับความกว้างของศีรษะ วัดที่บริเวณกระดูก parietal

3. ความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกรล่าง ซึ่งวัดระหว่างปุ่มฟันที่อยู่ไกลสุดของฟันกรามบนด้านที่ส่องล่าง กับความกว้างของใบหน้าส่วนล่าง วัดที่บริเวณขากรรไกรล่าง (Bigonial Diameter)

Barrow และ White (58) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของส่วนโค้งขากรรไกรบนและล่าง จากกลุ่มตัวอย่าง 51 คน พบว่า

ในช่วงอายุ $3\frac{1}{2}$ - $4\frac{1}{2}$ ปี มีการเพิ่มขึ้นของความยาวของส่วนโค้งขากรรไกรบน ประมาณ 0.2 มม.

มีการลดลงของความยาวของส่วนโค้งขากรรไกรล่าง ประมาณ 2.2 มม.

- ในช่วงอายุ 7-10 ปี มีการเพิ่มขึ้นของ Intermolar Width ในขากรรไกรบน ประมาณ 1.8 มม.
มีการเพิ่มขึ้นของ Intermolar Width ในขากรรไกรล่าง ประมาณ 1.2 มม.
- ในช่วงอายุ 11-15 ปี มีการลดลงของ Intermolar Width ในขากรรไกรบน ประมาณ 0.4 มม.
มีการลดลงของ Intermolar Width ในขากรรไกรล่าง ประมาณ 0.9 มม.

จากการลดลงของ Intermolar Width หลังอายุ 11 ปี คิดว่าเกิดจากการเคลื่อนตัวของฟันกรามแท้ล่างซี่แรก ไปทางด้านหน้า หลังการสูญเสียฟันน้ำนม

Warren (59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างในส่วนของฟัน (Denture Width) กับความกว้างในส่วนโครงกระดูก (Skeletal Width) ในกลุ่มตัวอย่างผู้ชายเพศชาย วิทยาลัยใหญ่ โดยทำการวัดจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างและด้านหลัง และนำค่าที่วัดมาทำการปรับแก้ไขการขยายขนาด

ระยะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาได้แก่

1. Lo-Lo : ระยะระหว่าง Latero-orbitale ด้านซ้ายและด้านขวา
2. Minimum Bimaxillary Width หรือ Mn-Mm : ระยะระหว่างส่วนแคบที่สุดของขากรรไกรบนด้านซ้ายและด้านขวา
3. Bigonial Width หรือ Go-Go : ระยะระหว่าง Gonion ด้านซ้ายและด้านขวา
4. Maxillary Bimolar Width : ระยะระหว่างจุดกึ่งกลางของ mesial marginal ridge ของฟันกรามแท้บนซี่แรกด้านซ้ายและด้านขวา
5. Mandibular Bimolar Width : ระยะระหว่างจุดกึ่งกลางของ mesial marginal ridge ของฟันกรามแท้ล่างซี่แรกด้านซ้ายและด้านขวา

จากการศึกษาพบว่า ระยะที่ทำการวัดในส่วนของฟันมีความแปรปรวนน้อยกว่าระยะที่วัดในส่วนของโครงกระดูก ในส่วนของฟันล่างมีความแปรปรวนน้อยกว่าในส่วนของฟันบน และพบว่าระยะที่วัดในส่วนของฟันล่างไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ Bigonial Width แต่ระยะที่วัดในส่วนของฟันบนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ Minimum Bimaxillary Width

Haspel (60) ได้ทำการศึกษาความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกร จากหุ่นจำลองแบบฟันและภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าในเด็กชาวคอเคเซียน ที่มีกาบสบฟันประเภทที่ 2 ตามเกณฑ์ของ Angle โดยทำการวัดค่าระยะต่าง ๆ สำหรับความกว้างในส่วนโค้งขากรรไกร และความกว้างในส่วนของโครงกระดูก และวัดค่ามุม ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของขากรรไกรบน ขากรรไกรล่าง และส่วนฟัน ที่มีต่อกะโหลกศีรษะ พบว่า

1. ความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกรบนมีความสัมพันธ์อย่างมากกับ Bimaxillary Width โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณฟันกรามแท่นซี่ที่สองที่ยังไม่ขึ้น
2. ความกว้างในส่วนของฟัน และความกว้างในส่วนของโครงกระดูกด้านใกล้กับระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Medial Skeletal Width) มีความแปรปรวนน้อยกว่าความกว้างในส่วนของโครงกระดูกด้านไกลจากระนาบกึ่งกลางใบหน้า (Lateral Skeletal Width)
3. ความกว้างในส่วนของโครงกระดูกทุกส่วนมีความสัมพันธ์ต่อกัน ยกเว้นในส่วน Bimastoid Width จะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างในส่วนของโครงกระดูกด้านไกลจากระนาบกึ่งกลางใบหน้า

Wei (61) ได้ศึกษาความกว้างของโครงสร้างใบหน้าและกะโหลกศีรษะ (Craniofacial Width) จากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ในกลุ่มตัวอย่าง prognathism ในส่วนขากรรไกรบนและล่าง ชาวจีน จำนวน 106 คน ชาย 84 คน และหญิง 22 คน เพศชายอายุเฉลี่ย 23 ปี 1 เดือน และเพศหญิงอายุเฉลี่ย 21 ปี 6 เดือน

ระยะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 71

1. Bigonial Width (go-go) : ระยะระหว่าง Gonion ด้านซ้ายและด้านขวา
2. Bimastoid Width (mas-mas) : ระยะระหว่างจุดยอดของ mastoid process ด้านซ้ายและด้านขวา

3. Bifrontozygomatic Width : ระยะระหว่างขอบด้านนอกของ fronto-
(frz-frz) zygomatic suture ด้านซ้ายและด้านขวา
4. Nasal Width (nas-nas) : ระยะความกว้างที่สุดของผนังด้านข้างของ
ช่องจมูก วัดตรงบริเวณ anterior nasal
aperture
5. Bizygomatic Width : ระยะระหว่างขอบด้านข้างสุดของ zygomatic
(zyg-zyg) arch ด้านซ้ายและด้านขวา เป็นตัวแทนของ
ความกว้างของใบหน้า
6. Bimaxillary Width : ระยะระหว่างขอบเขตด้านข้าง และค่าที่สุดของ
(max-max) maxillozygomatic suture ด้านซ้ายและ
ด้านขวา เป็นตัวแทนความกว้างของขากรรไกรบน
7. Interorbital Width : ระยะระหว่างผนังกระดูกด้านในของ เบ้าตา
(or-or) ด้านซ้ายและด้านขวา วัดที่ระดับ cribiform
ตัดกับขอบด้านในของ เบ้าตา
8. Anterior cranial base : ระยะระหว่างขอบเขตด้านข้างของ anterior
cranial base ด้านซ้ายและขวา ซึ่งหาได้โดย
สังเกตจากจุดตัดของ frontozygomatic
process กับขอบเขตของ anterior
cranial base ด้านซ้ายและด้านขวา
9. Bimaxillary Canine Width : ระยะระหว่างฟัน เขี้ยวแท้บนทั้งสองด้าน วัด
(3-3) บริเวณด้านใกล้ริมฝีปาก
10. Bimandibular Canine Width : ระยะระหว่างฟัน เขี้ยวแท้ล่างทั้งสองด้าน วัด
(3-3) บริเวณด้านใกล้ริมฝีปาก

จากการศึกษาสรุปได้ว่า

1. กลุ่มตัวอย่างชาวจีน มีความกว้างของใบหน้ามากกว่ากลุ่มตัวอย่างชาวอเมริกัน

สีขาว ที่อายุ 15 ปี

2. ในกลุ่มตัวอย่างชาวจีนและญี่ปุ่น มี Bizygomatic Width และ Bigonial Width ที่ใกล้เคียงกัน

3. ความกว้างของโครงสร้างใบหน้าและกะโหลกศีรษะ มีความแตกต่างระหว่างเพศ อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าเพศชายจะมีความกว้างมากกว่าเพศหญิง

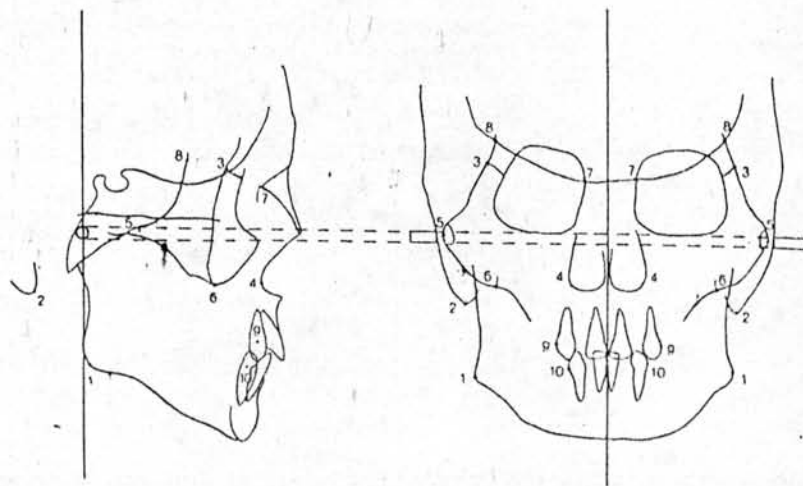
4. ความกว้างในส่วนของฟัน (Denture Width) มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงเช่นกัน แต่พบเป็นปริมาณความแตกต่างที่น้อยกว่า

5. Bimaxillary และ Bimandibular Canine Width มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าความกว้างของส่วนโค้งขากรรไกรบนและล่างมีอิทธิพลต่อกัน

6. ความกว้างในทุกระยะมีความสัมพันธ์ต่อกันในปริมาณที่ต่ำ

7. ในกลุ่มตัวอย่างชาวจีน เพศชาย พบว่า ผู้ที่มีใบหน้ากว้าง (Bizygomatic Width) มักจะมี square profile และ gonial angle ที่แหลม

8. ความกว้างของใบหน้าที่แตกต่างกัน ไม่มีอิทธิพลต่อขนาดและธรรมชาติของ prognathism แต่ความกว้างในส่วนของฟันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับ angle of prognathism



รูปที่ 71 แสดงระยะต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาของ Wei

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1 = Bigonial Width | 2 = Bimastoid Width |
| 3 = Bifrontozygomatic Width | 4 = Nasal Width |
| 5 = Bizygomatic Width | 6 = Bimaxillary Width |
| 7 = Interorbital Width | 8 = Anterior Cranial base Width |
| 9 = Bimaxillary Canine Width | 10 = Bimandibular Canine Width (61) |

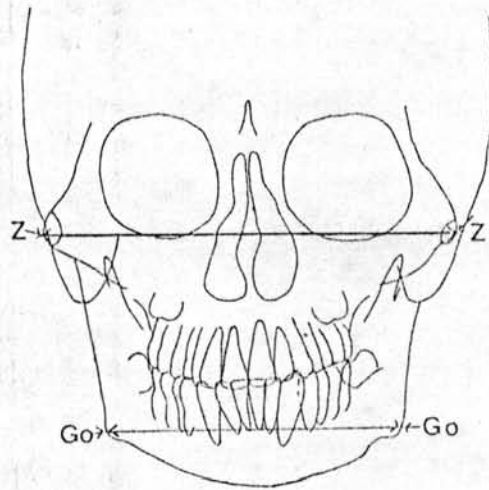
Andria และ Dias (62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของ Maxillary และ Mandibular Intercuspid Width กับ Bizygomatic และ Bigonial Width ในกลุ่มตัวอย่างชาวอเมริกันผิวขาว 37 คน เพศชาย 21 คน และเพศหญิง 16 คน อายุระหว่าง 15.5 ปี ถึง 17.3 ปี จากหุ่นจำลองแบบฟัน และภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า โดยทำการกำหนดจุดอ้างอิง และวัดระยะด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ระยะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 72

1. Maxillary Intercuspid Width : ระยะความกว้างระหว่างด้านใกล้กลางของฟัน เขี้ยวแทมบน ด้านซ้ายและด้านขวา
2. Mandibular Intercuspid Width : ระยะความกว้างระหว่างปุ่มฟัน ของฟัน เขี้ยวแท้ล่าง ด้านซ้ายและด้านขวา
3. Bizygomatic Width : ระยะความกว้างระหว่างจุด Zygoma ซึ่งเป็นส่วนยื่นที่สุดทางด้านข้างของ zygomatic arch ด้านซ้ายและด้านขวา
4. Bigonial Width : ระยะความกว้างระหว่างจุด Gonion ซึ่งเป็นจุดบนส่วนโค้งที่สุดของมุมขากรรไกรล่าง

จากการศึกษาสรุปได้ดังนี้คือ

1. อัตราส่วนของ Mandibular Intercuspid Width กับ Maxillary Intercuspid Width จะเป็นค่าที่คงที่ และมีประโยชน์ ช่วยกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของฟัน เขี้ยวแทมบนหรือล่าง ในกรณีฟันนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องกับ skeletal base แล้ว
2. อัตราส่วนของ Bigonial Width กับ Bizygomatic Width จะให้ค่าคงที่ในลักษณะเช่นเดียวกับอัตราส่วนในข้อ 1
3. Maxillary และ Mandibular Intercuspid Width มีความสัมพันธ์กับส่วน Bizygomatic Width และ Bigonial Width กล่าวคือ ถ้า Bizygomatic และ/หรือ Bigonial Width มีค่าน้อย ส่วน Maxillary และ/หรือ Mandibular Intercuspid Width จะมีค่าน้อยตามด้วย

4. ค่าอัตราส่วนของ Bizygomatic Width กับ Bigonial Width ใช้กำหนดชนิดของใบหน้า (Facial Type) และรูปร่างของส่วนโค้งขากรรไกร (Arch Form) ตัวอย่างเช่น ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าสูง แสดงว่ามีใบหน้าเรียว (Taper) มี Bizygomatic Width กว้าง แต่ Bigonial Width แคบ และในทางตรงข้าม ถ้าค่าน้อย แสดงว่ามีใบหน้าเหลี่ยม (Square) และมี Bigonial Width ที่กว้าง เป็นต้น



รูปที่ 72 แสดงจุดอ้างอิงและระยะที่ใช้ในการศึกษาของ Andria และ Dias

Z เป็นจุดยื่นที่สุดทางด้านข้างของ zygomatic arch ด้านซ้ายและขวา

Go เป็นจุดบนส่วนโค้งที่สุดของเมฆากรรไกรล่าง

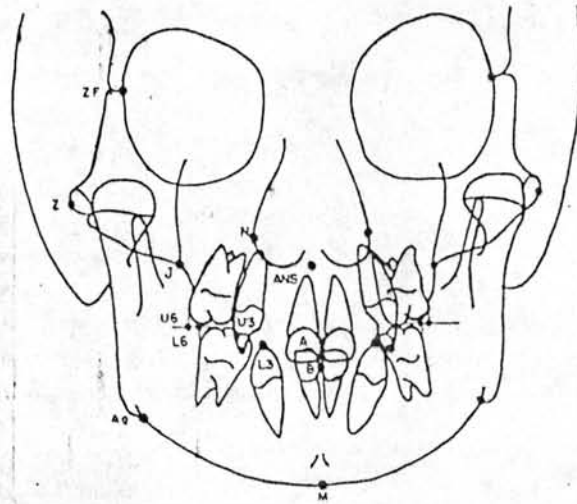
Bizygomatic Width เป็นระยะความกว้างระหว่างจุด Z

Bigonial Width เป็นระยะความกว้างระหว่างจุด Go (62)

การศึกษาเกี่ยวกับจุดอ้างอิงในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า

El-Mangoury, Shasheen และ Mostafa (๑๓) ได้ทำการศึกษาความเชื่อถือได้ ในการกำหนดจุดอ้างอิงต่าง ๆ ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ด้วย interactive computer graphic package ที่เรียกว่า EA-PAX (Error Analysis of Postero-anterior Cephalometric X-ray Film) ซึ่งกำหนดจุดอ้างอิงในแกน X และแกน Y ของระบบโคออร์ดิเนตของคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) เพื่อคำนวณหา ความคลาดเคลื่อนของจุดในแนวราบ, แนวตั้ง และแนวรัศมี จำนวน 13 จุด ที่ใช้ในการศึกษา ของ Ricketts ดังแสดงในรูปที่ 73 ผลการศึกษาเป็นดังนี้คือ

1. จุดอ้างอิงในส่วนโครงกระดูก (Skeletal Landmark) มีความเชื่อถือได้ มากกว่าจุดอ้างอิงในส่วนฟัน (Dental Landmark)
2. จุดอ้างอิงที่มีความเชื่อถือได้มากที่สุด คือ Menton ในแนวราบ และจุด B ในแนวตั้งและแนวรัศมี
3. จุดอ้างอิงที่มีความเชื่อถือได้น้อยที่สุดคือ ฟันกรามแท้ซี่แรกล่าง (L6) ในแนวราบและแนวรัศมี และฟัน เขี้ยวแท้บน (U3) ในแนวตั้ง
4. จุดอ้างอิงในส่วนโครงกระดูกที่มีความเชื่อถือได้น้อยที่สุดคือ Zygomatico-frontal suture (ZF) และในส่วนฟันคือ ฟัน เขี้ยวแท้ล่าง (L3)
5. ในการกำหนดจุดอ้างอิงในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้า ส่วนใหญ่ มีความยากง่ายในการกำหนดจุดในแต่ละทิศทางที่ต่างกัน เช่น จุด B ซึ่งเป็นจุดบน interdental papilla ของฟันหน้าตัดซี่กลางล่าง ที่บริเวณ dentogingival junction พบว่ามีความยากในการกำหนดจุดในแนวราบมากกว่าแนวตั้ง



รูปที่ 73 แสดงจุดอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาของ El-Mongoury, Shasheen และ Mostafa (63)

ในการศึกษาที่ผ่านมา ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับความไม่สมดุลของโครงสร้างใบหน้า เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาคือการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโต และความสัมพันธ์ของความกว้างของโครงสร้างใบหน้าและกะโหลกศีรษะ ตลอดจนความกว้างในส่วนฟัน ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับจุดอ้างอิงที่ใช้ในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้านั้นมีเพียงส่วนน้อย ในการศึกษาความไม่สมดุลของใบหน้า ผู้ทำการศึกษามักจะกำหนดจุดอ้างอิง เส้นอ้างอิง และสร้างค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นแบบของตนเองแตกต่างกันไป สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านหลังหน้าโดยตรง มีด้วยกันหลายแบบ แต่ในที่นี้ผู้วิจัย เลือกศึกษาค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามเกณฑ์ของ Ricketts ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการกำหนดจุดและเส้นอ้างอิง และการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ตลอดจนเกณฑ์การวิเคราะห์ดังกล่าวให้ค่าตัวแปรที่เป็นระยะ มุม และสัดส่วนของโครงสร้างใบหน้าต่าง ๆ ครอบคลุมวัตถุประสงค์