



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ประวัติความเป็นมาของ Cephalometry

การศึกษาทาง Cephalometry มีพื้นฐานมาจากการศึกษาทางมานุษยวิทยา ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะของศีรษะและใบหน้าตามความแตกต่างของเชื้อชาติ เพศ และอายุ Allen (11) ได้ศึกษาและรวบรวมประวัติความเป็นมาของ Cephalometry ไว้ดังนี้

Camper เป็นบุคคลแรกที่วัดค่ามุมต่าง ๆ ของใบหน้า และอธิบายถึงประโยชน์ของมุมที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงที่ลากจากฐานจมูกไปยังรูหูด้านบนนอกกับเส้นตรงที่ลากสัมผัสใบหน้าด้านข้าง ซึ่งจะแสดงถึงความอวมของกะโหลกศีรษะ (Prognathism Craniometric)

ในทาง Craniometry ได้มีการวัดกะโหลกศีรษะแห้ง เพื่อให้ค่าอธิบายและการจัดหมวดหมู่ และเพื่อให้การวัดค่าเหล่านั้นมีความน่าเชื่อถือได้ จึงมีการพัฒนาเครื่องยึดจับศีรษะ (Head holder หรือ Cephalostat) ขึ้น ค่าและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่วัดได้ในกะโหลกศีรษะแห้งนั้นไม่เป็นประโยชน์ต่อทางทันตกรรมจัดฟันเท่าใด ต่อเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในคนที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น จึงจะมีประโยชน์อย่างยิ่ง

จากการประชุมของ The International Congress of Anthropology ที่เมือง Frankfort ประเทศเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1884 ได้ยอมรับ Von Ihering's line เป็นระนาบอ้างอิงสำหรับการวัดค่าต่าง ๆ ระนาบนี้จะลากจากขอบบนสุดของรูหูด้านบนนอก ไปยังจุดต่ำสุดของขอบกระบอกตาด้านล่าง ต่อมาระนาบนี้คือ ระนาบแฟรงค์เฟิร์ต (Frankfort horizontal plane) ซึ่งเป็นระนาบอ้างอิงพื้นฐานในทาง Cephalometric นั้นเอง

ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการทางมานุษยวิทยา เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ผู้ป่วยในทางทันตกรรมจัดฟัน โดย Van Loon, Simon, Hellman, Schwarz และท่านอื่น ๆ เช่น Simon's system of gnathostatic จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของฟันกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต ในส่วนของเนื้อเยื่ออ่อนด้านข้าง (Soft tissue profile) Van Loon ได้ทำแบบจำลองใบหน้าด้วยพลาสติกซึ่งแสดงลักษณะของฟันด้วย Brandhost ได้

รายงานถึงวิธีการซ้อนทับรูปภาพของแบบจำลองพื้นบนรูปภาพของใบหน้า ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการซ้อนทับภาพ Cephalogram ในปัจจุบัน

ปี ค.ศ. 1921 Pacini (12) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง Roentgen Ray Anthropometry of the skull และให้ความเห็นว่า การศึกษาโครงสร้างของใบหน้าและกะโหลกศีรษะด้วยรังสีเอกซ์จะให้ผลแน่นอนกว่าการวัดและศึกษาแบบ Anthropometry และกล่าวว่าวิธีนี้มีประโยชน์อย่างมากในการจำแนกและแบ่งการพัฒนาการและการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ นอกจากนี้ยังได้กำหนดจุดต่าง ๆ ลงบนภาพถ่ายของกะโหลกศีรษะ ซึ่งได้แก่ Gonion, Pogonion, Nasion, Anterior Nasal Spine, จุดกึ่งกลางของ Sella turcica และรูขุมขึ้นนอกรวมทั้งทำการวัด Gonial angle และ Maxillary protrusion ด้วย

ปี ค.ศ. 1922 Carrea (13) ได้แนะนำวิธีวิเคราะห์ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์มาใช้ในการบำบัดรักษาทางทันตกรรมสัดฟัน ภาพที่ได้ปรากฏส่วนกระดูกและเนื้อเยื่ออ่อนชัดเจน โดยบริเวณเนื้อเยื่ออ่อนจะใช้สารทึบแสงรังสีเอกซ์ทาที่บริเวณส่วนนูนที่สุดของใบหน้าก่อนที่จะทำการถ่าย

ปี ค.ศ. 1923 Mc. Cowen (14) ได้ทำการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์และนำมาใช้ในทางทันตกรรมสัดฟัน โดยดูความสัมพันธ์ของเนื้อเยื่ออ่อนด้านข้างกับโครงสร้างของใบหน้า รวมทั้งดูการเปลี่ยนแปลงของใบหน้าในระหว่างการบำบัดรักษาทางทันตกรรมสัดฟัน

ปี ค.ศ. 1928 Deway และ Riesner (15) ใช้วิธียึดศีรษะคนไข้ด้วยเครื่องมือยึดศีรษะ (Head holder) ที่ประดิษฐ์ขึ้น เริ่มมีการสัดตำแหน่งของคนไข้โดยใช้ระนาบ Eye-Ear เป็นหลัก

ปี ค.ศ. 1929 Schwarz (16) ทำการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ ซึ่งสามารถเห็นส่วนโครงสร้างและเนื้อเยื่ออ่อนด้านข้างอย่างชัดเจน บริเวณเนื้อเยื่ออ่อนด้านข้างสามารถเห็นได้ชัดเจนเนื่องจากใช้สารทึบรังสีเอกซ์ชนิดครีม (Radio-opaque paste) ได้แก่ Bismuth ทาที่แนวกึ่งกลางใบหน้า ปรากฏว่าภาพที่ได้มีการบิดรูปไป เมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นจำลองของใบหน้าในคนเดียวกัน

ปี ค.ศ. 1931 Broadbent (4) ได้ดัดแปลงวิธีการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ โดยกำหนดระยะทางที่คงที่มีเครื่องยึดศีรษะไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับแนวกึ่งกลางของกะโหลกศีรษะ ซึ่งใช้เป็นการถ่ายแบบมาตรฐานมาจนถึงปัจจุบัน และในปีเดียวกัน Hofrath (17) ได้ทำการศึกษาลักษณะรูปร่างของโครงสร้างใบหน้า โดยมีการกำหนดระยะทางจากตำแหน่งผู้ป่วยไปยังฟิล์มที่คงที่ ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานเช่นเดียวกัน

ประโยชน์ของภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์

การวิเคราะห์ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ มีประโยชน์คือ (18) (19) (20)

1. อธิบายความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของกะโหลกศีรษะและใบหน้า (Cranio - facial components) ซึ่งส่งผลต่อลักษณะของใบหน้า (Facial type)
2. จำแนกและบ่งชี้ถึงความผิดปกติทั้งในส่วนของกระดูกและฟัน (Skeletal and dental abnormalities) โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่าง ๆ
3. ช่วยในการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมสัดฟัน โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของทั้งส่วนกระดูกกะโหลกศีรษะ กระดูกฐานขากรรไกรและฟัน
4. ใช้วิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของส่วนเนื้อเยื่อแข็ง (Hard tissue) และเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ซึ่งเกิดจากการรักษาทางทันตกรรมสัดฟันหรือการเจริญเติบโต หรือทั้ง 2 อย่างร่วมกัน
5. ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลหลังการรักษากับก่อนการรักษา
6. ใช้ในการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเจริญของกะโหลกศีรษะและใบหน้า รวมทั้งพยาธิสภาพที่เกิดบริเวณกะโหลกศีรษะและใบหน้า

เครื่องมือและวิธีการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (19) (20)

1. แหล่งกำเนิดรังสี (X-ray source) จากเครื่องถ่ายภาพรังสีภายนอกปาก

2. เครื่องยึดศีรษะ (Cephalostat) อันประกอบด้วยเคียวใส่ในรูหูขึ้นนอกทั้งสองด้าน (Ear rods) และส่วนเตะตั้งจมูก (Nasion position rod)
3. กล่องบรรจุฟิล์ม (Cassette) และที่ยึดกล่องบรรจุฟิล์ม (Cassette holder)
4. ที่กันรังสีเพื่อให้เห็นเนื้อเยื่ออ่อนชัดเจน (Soft-tissue shield)

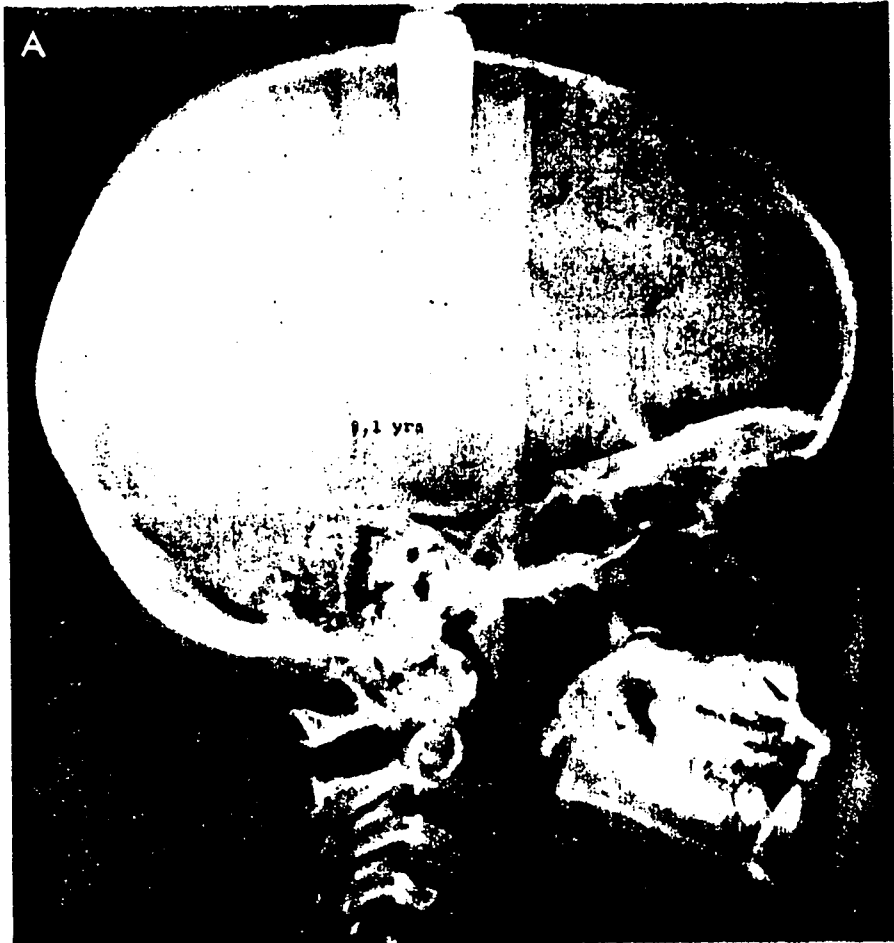
วิธีการถ่ายภาพรังสี (18) (19) (20) จะกระทำโดยจัดตำแหน่งผู้ป่วย, สัดเครื่องถ่ายภาพรังสีและใช้ฟิล์ม ดังนี้

1. ตำแหน่งผู้ป่วย, ผู้ป่วยอาจยืนหรือนั่ง โดยมีเคียวรูหูสอดเข้าไปในรูหูขึ้นนอก เพื่อกันการหมุนของศีรษะในแนวระนาบ จากนั้นปรับศีรษะผู้ป่วยในแนวตั้ง จนกระทั่งระนาบแฟรงค์เฟิร์ตขนานกับแนวระนาบ ไข้ที่เตะตั้งจมูกและศีรษะบริเวณตั้งจมูก เพื่อกันไม่ให้ศีรษะเคลื่อนที่ในแนวตั้ง

ความสัมพันธ์ของฟันบนและล่างมีได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับความต้องการ ผู้ป่วยอาจสบฟันแบบ Centric relation Centric occlusion หรือในตำแหน่งที่ขากรรไกรล่างอยู่ในขณะพัก (Rest position) หรือในตำแหน่งที่อ้าปากมากที่สุด ซึ่งตำแหน่งนี้มักจะใช้ดูลักษณะของหัว Condyle แต่ปกติที่ใช้ในการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์หัว ๆ ไปจะสบฟันในตำแหน่ง Centric occlusion ดังรูปที่ 2,3



รูปที่ 2 ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ในขณะที่ฟันอยู่ในตำแหน่ง Centric occlusion (รูปซ้าย) ขณะที่ขากรรไกรล่างอยู่ในตำแหน่งพัก (Rest position) (รูปกลาง) และขณะอ้าปากมากที่สุด (รูปขวา)



รูปที่ 3 ลักษณะของภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ ขยายให้เห็น
ชัดเจนในตำแหน่ง Centric occlusion

2. การตั้งเครื่องถ่ายภาพรังสี องค์ประกอบในการถ่ายภาพรังสีใช้ 15mA , 60-70kVp
เวลาที่ใช้ในการถ่าย 2.5 วินาที แปรตามอายุผู้ป่วย ความกว้างของกะโหลกศีรษะ ระยะทางจาก
แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ไปยังฟิล์ม 5 ฟุต และใช้แผ่นอลูมิเนียมรูปสามเหลี่ยม (Aluminium wedge) ซ้อน
ที่ด้านหน้าของกล่องบรรจุฟิล์มบริเวณที่ตรงกับแนวความโค้งของใบหน้า เพื่อให้เห็นเนื้อเยื่ออ่อนที่
เป็นรูปหน้าด้านข้างได้ชัดเจน มีแผ่นตะกั่วกันรังสีซึ่งมีรูเปิดขนาด 7/8 นิ้ว อยู่ที่กระบอกรังสี
เพื่อป้องกันการกระจายของรังสีเอ็กซ์

3. ฟิล์มที่ใช้ขนาด 8 x 10 นิ้ว บรรจุลงในกล่องบรรจุฟิล์ม ซึ่งภายในมีแผ่นเพิ่มแสง (Intensifying screen) ติดอยู่ที่ฝากล่องทั้งสองด้าน เพื่อเพิ่มแสงให้กับฟิล์ม เป็นการลดเวลาในการถ่ายภาพและผู้ป่วยได้รับรังสีน้อยลง

การพิจารณาภาพรังสีของใบหน้าเป็นด้านซ้ายหรือด้านขวา จะพิจารณาโดยถือหลักที่ว่า วัตถุที่อยู่ไกลจากฟิล์มจะมีการขยายมากกว่า วัตถุที่อยู่ใกล้ฟิล์ม เช่น ถ้าใบหน้าด้านขวาอยู่ติดกับฟิล์มจะเห็นภาพของอวัยวะด้านขวาชัดและมีการขยายขนาดน้อยกว่าอวัยวะด้านซ้าย

การลอกรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของภาพรังสี (Tracing Cephalogram) (21)

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

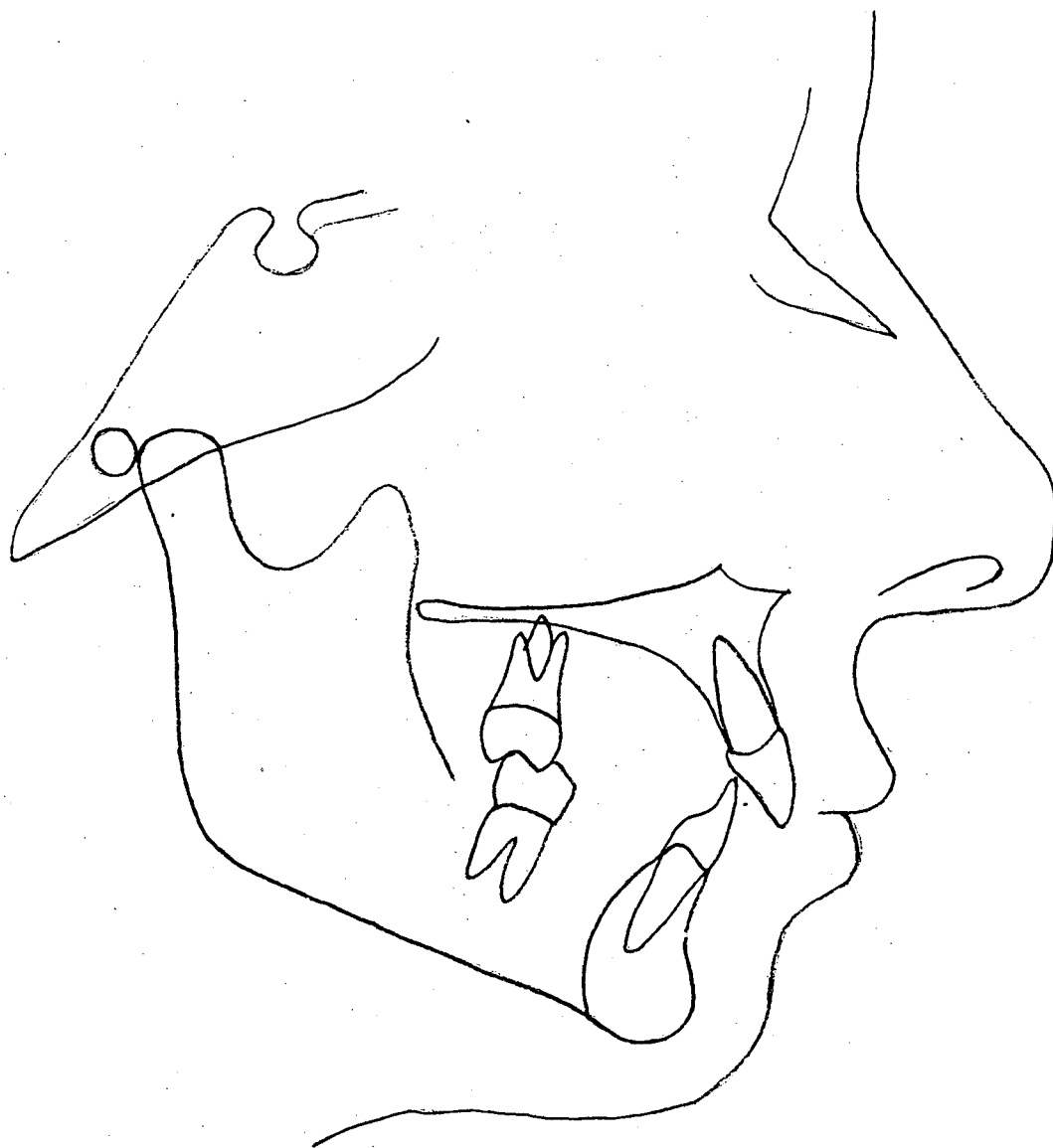
1. Traceolene หรือ Transparent Acetate Paper ทหนา 0.003 นิ้ว
2. กล่องดูฟิล์ม
3. ดินสอดำขนาด 0.5 มิลลิเมตรชนิด 2H
4. ไมโปรแทคเตอร์ (Protractor)
5. Masking tape

การทำ Cephalometric analysis ส่วนมากจะทำจากแผ่นภาพที่ลอกรายละเอียดมากกว่าที่จะทำจากแผ่นฟิล์มโดยตรง การลอกรายละเอียดทำโดย นำภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างติดลงบนกล่องดูฟิล์ม โดยใช้ Masking tape โดยให้ใบหน้าผู้ป่วยหันไปทางด้านขวา ใช้กระดาษ Acetate paper วางทับลงบนแผ่นฟิล์ม ติดบริเวณส่วนบนของกระดาษ Acetate ด้วย Masking tape เพื่อป้องกันการขยับขณะลอกรายละเอียด และสามารถยกกระดาษ Acetate ขึ้นลงเพื่อพิจารณาสัญณะโครงสร้างต่าง ๆ บนฟิล์มได้ ในขณะที่ทำการลอกรายละเอียดนั้น บริเวณรอบ ๆ จะต้องมืดและใช้กระดาษสีดำปิดบริเวณอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากฟิล์ม เพื่อให้สามารถเห็นโครงสร้างต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน

การลอกรายละเอียดควรทำอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากส่วนภายนอกทั่ว ๆ ไป กำหนดจุดต่าง ๆ จากนั้นจึงลอกรายละเอียดส่วนภายใน และท้ายที่สุดจึงลากเส้นต่าง ๆ การที่จะได้รายละเอียดต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์และใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด ผู้ทำจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับ

กายวิภาคทางภาพรังสีที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์มเป็นอย่างดี ในกรณีที่อวัยวะซึ่งเป็นคู่ไม่ซ้อนทับกันสนิท จะใช้ค่าเฉลี่ยของอวัยวะทั้งสองนั้น (18)

ภาพที่ลอกรายละเอียดอย่างสมบูรณ์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพที่ลอกรายละเอียดจากภาพถ่ายรังสีที่สมบูรณ์

ข้อจำกัดของภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ (18)

ถึงแม้ว่าวิธีการวิเคราะห์ภาพรังสีนี้จะมีประโยชน์และเป็นที่แพร่หลายมากในการวิเคราะห์ทางทันตกรรมสัดฟัน แต่การวิเคราะห์อาจผิดพลาดได้ เนื่องจากความผิดพลาดต่าง ๆ ดังนี้

1. ความผิดพลาดที่เกิดจากการถ่ายภาพรังสี ซึ่งอาจเกิดได้จากการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย, ความชัดเจนเนื่องจากปริมาณรังสีที่ใช้ไม่เพียงพอ, การบันทึกภาพคลาดเคลื่อนจากแนว Mid sagittal เป็นต้น
2. เกิดการขยายหรือการบิดเบี้ยวของภาพรังสีที่ได้ ซึ่งปัญหานี้ส่วนใหญ่เกิดจากระยะทางระหว่างฟิล์มและแหล่งกำเนิดรังสีไกลเกินไป หรือฟิล์มไม่ตั้งฉากกับรังสีที่ออกมา
3. ความผิดพลาดที่เกิดจากการลอกรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับกายวิภาคต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์และฟิล์มที่ชัดเจน
4. วิธีการใช้ที่ไม่ถูกต้อง ภาพรังสีที่ได้จำเป็นต้องคำนึงถึงเสมอว่าเป็นภาพ 2 มิติ ในขณะที่ใบหน้าของคนจะเป็น 3 มิติ ดังนั้นการอ่านค่าใด ๆ ก็ตามจะกระทำได้เพียงใน 2 มิติเท่านั้น
5. ปัญหาที่เกี่ยวกับข้อคิดเห็นที่แตกต่างกัน (Conceptual problems)

เกณฑ์การวิเคราะห์ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์

ภายหลังปี ค.ศ. 1931 เป็นต้นมา การศึกษาเกี่ยวกับ Cephalometry ได้มีการพัฒนาโดยตลอด มีการกำหนดจุดต่าง ๆ (Landmarks) และเส้นระนาบอ้างอิง (Reference plane) และวัดระยะทางระหว่างจุดกำหนด วัดมุมที่เกิดจากเส้นระนาบเหล่านี้ตัดกัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของส่วนประกอบและโครงสร้างใบหน้าและฟัน (Dentofacial complex) เพื่อช่วยแก้ไขลักษณะที่ผิดปกตินั้น รวมทั้งการศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าด้วย Downs (22) เป็นคนแรกที่นำ Cephalometry มาใช้ทางคลินิกทันตกรรมสัดฟัน และได้ศึกษาหาค่าเฉลี่ยค่าพิสัยของเด็กชาวอเมริกัน 20 คน ที่มีการสับฟันดีเลิศ ต่อมาได้มีผู้คิดวิธีวิเคราะห์อื่น ๆ อีกหลายท่านเช่น Tweed (23), Margolis (24), Krogman และ Sassouni (5), Rickettes (6) Higley (18) รวมทั้ง Steiner (6) ได้คิดวิธีวิเคราะห์ขึ้นอีกแบบหนึ่ง ซึ่งเรียกว่าเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไตเนอร์ (Steiner's analysis)

013213

1173 66331

โดยที่ในการใช้เกณฑ์การวิเคราะห์วิธีต่าง ๆ จำเป็นต้องอาศัยจุดกำหนดและระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกันไป Salzman(26) จึงกล่าวว่าจุดกำหนดที่ดีต้องสามารถเห็นได้ชัดเจน และสามารถกำหนดซ้ำใหม่ได้ง่าย มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งจะมีผลทำให้ระนาบและมุมที่เกิดจากจุดกำหนดนั้น ๆ มีความผิดพลาดน้อยด้วย

Bjork และ Palling(27), Krogman และ Sassouni(5), Yen(28), Salzman(19), Graber(20), Koski(29), Sekiguchi และ Savara(30) รวมทั้งทำอื่น ๆ (31)(32)(33) ได้ศึกษาและนิยามจุดกำหนดต่าง ๆ ซึ่งมองเห็นในภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างทั้งในกะโหลกศีรษะแห้งและในคน ได้สรุปว่า ความแปรปรวนของการกำหนดจุดนั้นมีมากกว่าความแปรปรวนจากการวัดและความแปรปรวนจุดกำหนดบนภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ เกิดจากปัญหา 3 ประการคือ

1. วิธีการถ่ายภาพรังสี
2. ความซับซ้อนของตำแหน่งทางกายวิภาคของจุดนั้น ๆ
3. ตำแหน่งของจุดกำหนดนั้น ๆ บนภาพถ่ายรังสีขณะทำการลอกรายละเอียด (Tracing)

ในปัจจุบันได้มีนิยามของจุดกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้กันในทางด้านทันตกรรมสัดฟันอย่างชัดเจนดังเช่นของ Salzman(19), Graber(20), Moyer(18) และทำอื่น ๆ

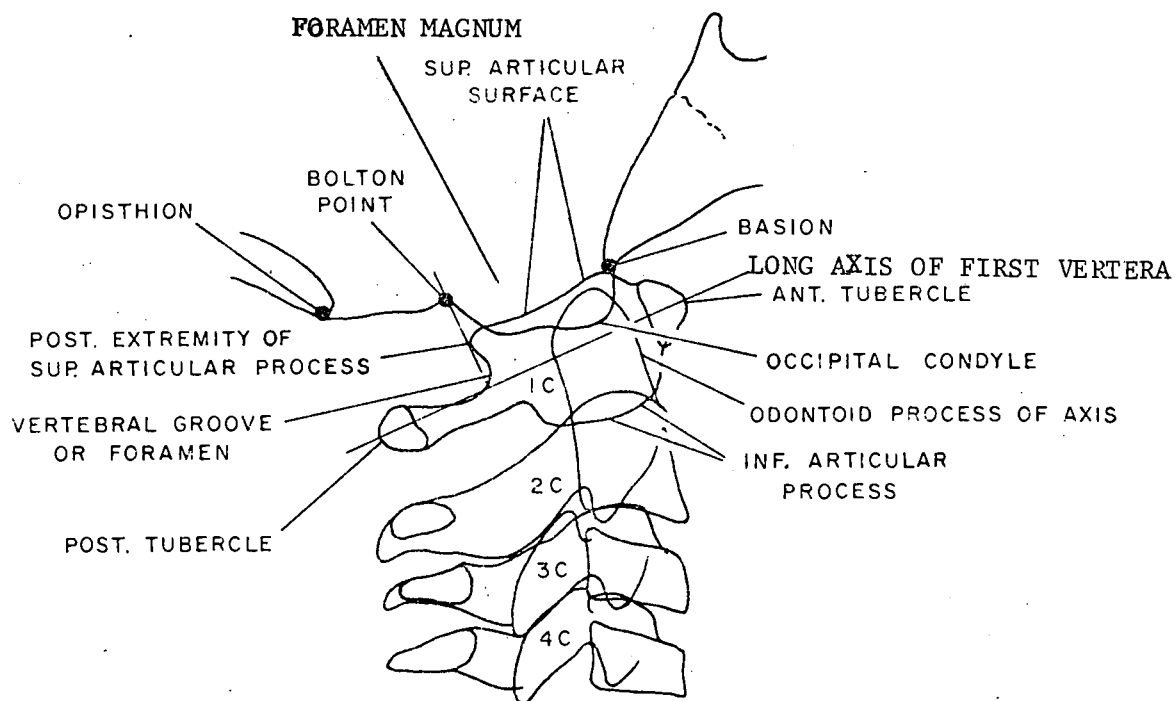
ส่วนระนาบอ้างอิงซึ่งเกิดจากการลากเส้นต่อจุดกำหนด 2 จุดนั้น Bjerin(34) กล่าวว่าเริ่มแรกในทางมานุษยวิทยา จะใช้ระนาบ Camper ซึ่งกำหนดโดย Peter Camper ระนาบ Camper จะต่อระหว่างจุดบนสุดของรูหูด้านนอกและปีกจมูก ส่วนระนาบพื้นฐานในทาง Cephalometry ได้แก่ระนาบแฟรงค์פורต์ ซึ่งกำหนดโดย Ihering ระนาบนี้จะผ่านจุดขอบบนสุดของรูหูด้านนอก (Upper periphery of external auricular canals) และจุดต่ำสุดของกระดูกตาข้างซ้าย ข้อดีของระนาบอ้างอิงแฟรงค์פורต์ คือจุดกำหนดทั้งสองสามารถเห็นได้ชัดเจน และระนาบนี้ค่อนข้างขนานกับระนาบในแนวนอนที่แท้จริง Bjerin ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระนาบอ้างอิงแฟรงค์פורต์ กับระนาบในแนวนอนที่แท้จริงในกลุ่มตัวอย่างชาย 24 คน และหญิง 11 คน อายุระหว่าง 22-36 ปี พบว่าระนาบอ้างอิงแฟรงค์פורต์ ทำมุมกับระนาบในแนวนอนที่แท้จริง



4.6 องศา และ 4.3 องศา ในทำขึ้นและทำนั่งตามลำดับ ซึ่งค่านี้น้อยมากเมื่อเทียบกับความไม่แน่นอนของตำแหน่งศีรษะในท่าปกติ

Broadbent และคณะ(35) กล่าวว่าถึงแม้จุด Bolton จะถูกบังโดย Mastoid process ในระยะวัยรุ่นก็ตาม แต่สามารถหาได้โดยง่าย โดยลากเส้นสัมผัสกับ Posterior extremity ของ Superior auricular process ซึ่งตั้งฉากกับแนวแกนของกระดูกหลังขมับที่หนึ่ง ไซตัดกับ ส่วนของกะโหลกศีรษะ (Skull) จะได้จุด Bolton ดังรูปที่ 5 และ Broadbent ได้แนะนำให้ใช้ Bolton plane (ลากจากจุด Bolton ไปยัง Nasion) เพราะทำให้เห็นภาพความยาวทั้งหมดของฐานกะโหลกศีรษะ นอกจากนี้ จุด Bolton ยังสามารถหาได้ง่ายกว่า Basion ทั้งนี้เพราะ Basion ซึ่งอยู่บนขอบเขตด้านหน้าของ Foramen magnum มักถูกบังโดยเตื่อยรูหู (Ear rods)

Björk (36) ได้ศึกษาถึงความผิดพลาดในการกำหนดจุดต่าง ๆ โดยการวัดค่าระยะทาง 32 ค่า และค่ามุม 55 ค่า ใช้ผู้วิจัย 2 คน ทำการวัดค่าละ 2 ครั้ง หาค่าของ Standard error ของ Mean difference ถ้าค่าใดมี Standard error น้อย แสดงว่าจุดกำหนดนั้นค่อนข้างคงที่ พบว่า Sella turcica และ Nasion มีความแม่นยำมากที่สุดจากจำนวนจุดต่าง ๆ ที่ใช้ และพบว่า Bolton และ Porion มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด



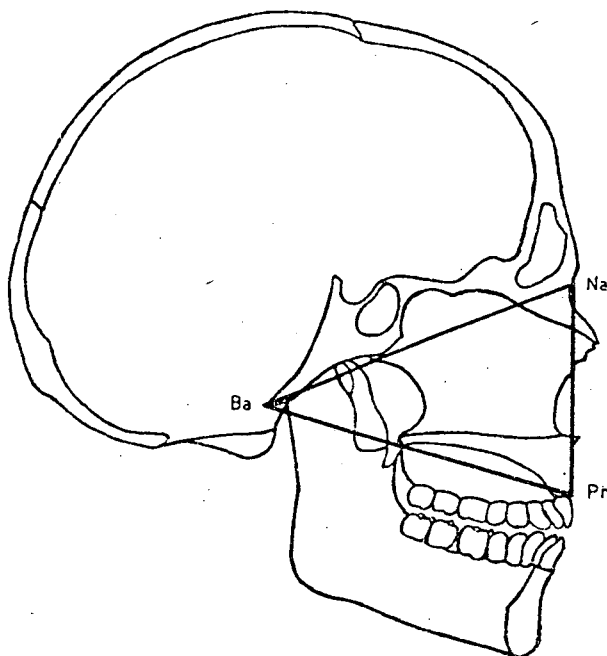
รูปที่ 5 รูปลายเส้นแสดงถึงส่วนฐานของกะโหลกศีรษะและกระดูกคอชั้นที่ 1 ชี้ให้เห็นถึง Foramen Magnum, Basion และวิธีการในการกำหนดจุด Bolton ในขณะที่ไม่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนจากภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้วยรังสีเอกซ์

Koski และ Virolainen (37) (38) ศึกษาภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์จำนวน 100 ภาพถึงความสัมพันธ์ของค้ำมูมต่าง ๆ ที่เกิดจากระนาบอ้างอิง คือ

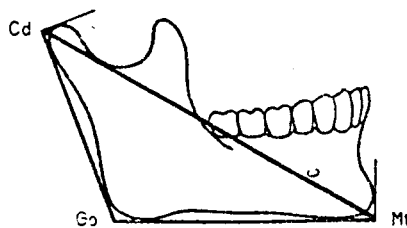
1. Opisthion - Acanthion หรือ His line
2. Nasion - Opisthion
3. Nasion - Bolton point หรือ Bolton line
4. Nasion - Basion
5. Nasion - Sella turcica
6. Porion - Orbitale หรือ Frankfort line

โดยการหา Systemic error of measurement พบว่าระนาบ Bolton และระนาบแฟรงค์ฟอร์ดมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าระนาบอื่น ๆ ซึ่งไม่แนะนำให้ใช้ระนาบนี้ และจากการหาค่า Variance ของค้ำมูมต่าง ๆ พบว่า ยิ่งระนาบใดครอบคลุมความยาวของกระดูกฐานกะโหลกศีรษะมากเท่าใด จะมีความสัมพันธ์ที่คงที่กับระนาบอ้างอิงอื่น ๆ มากเท่านั้น จึงแนะนำให้ใช้ His-line แทน Frankfort line นอกจากนี้ His-line ยังคงมีความสัมพันธ์ที่คงที่กับกระดูกฐานจมูกในระหว่างการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าระนาบนี้เป็นแนวแกนของการเจริญเติบโตในแนวระนาบของบริเวณใบหน้า

Lindegard (39) ศึกษาถึงความแปรปรวนของรูปแบบด้านข้าง (Profile pattern) ของโครงสร้างใบหน้าในกะโหลกศีรษะแห่ง 2 เชื้อชาติ จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากกลุ่มเมือง Oslo 150 คน และชนเผ่า Lapp 176 คน โดยศึกษาจากรูปสามเหลี่ยมของใบหน้าส่วนบน (Facial triangle) และขากรรไกรล่าง (Mandibular triangle) ดังรูป 6ก , 6ข



รูปที่ 6 ก.



รูปที่ 6 ข.

รูปที่ 6 ก รูปสามเหลี่ยมของใบหน้า (Facial triangle) ในระนาบกึ่งกลางของกะโหลกศีรษะ Na = Nasion, Pr = Prosthion, Ba = Basion.

รูปที่ 6 ข รูปสามเหลี่ยมขากรรไกรล่างในระนาบกึ่งกลางของกะโหลกศีรษะ Cd = Condylion, Go = Gonion, Mt = Mentale.

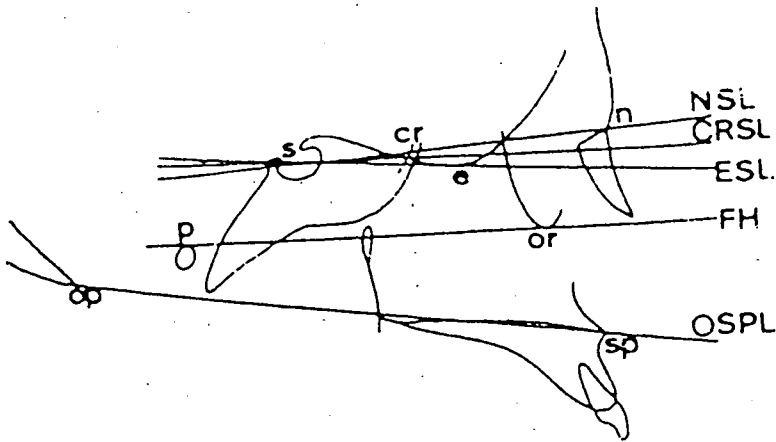
พบว่า จากรูปสามเหลี่ยมใบหน้าส่วนบน Na-Ba เป็นด้านที่มีสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนน้อยที่สุด และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ Condylomental line (Cd-Mt) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุดของสามเหลี่ยมขากรรไกรล่าง

Nanda และ Sassoumi(40) ได้แนะนำให้ใช้ระนาบ Optic ซึ่งเกิดจากการแบ่งครึ่งมุมที่เกิดจากระนาบ Supraorbital และ Infroorbital โดยได้ทำการวัดมุมระหว่างระนาบ Optic กับ Frankfort horizontal, Sella-Nasion, Bolton-Nasion และระนาบ Palatal พบว่าระนาบ Optic มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับ Frankfort horizontal แต่ระนาบ Optic มีความแม่นยำมากกว่า และไม่ได้เกิดจากจุดเพียง 2 จุด จึงแนะนำให้ใช้แทน Frankfort horizontal นอกจากนี้ระนาบ Optic ยังเป็นแนวที่ Optic nerve ทอดผ่าน ซึ่งจะสัมพันธ์กับตำแหน่ง Physiologic natural orientation ของศีรษะ

De Coster(41) แนะนำให้ใช้ขอบเขตของ Endocranial ของ Anterior cranial fossa ซึ่งเชื่อว่าจะไม่มีผลของการเจริญเติบโตมาเกี่ยวข้องหลังอายุ 7 ปี

Wei(42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแปรปรวนของระนาบอ้างอิง 5 เส้น ดังในรูปที่ 7 ซึ่งใช้กันมากในทาง Cephalometry โดยการวัดค่ามุม 10 มุม ซึ่งเกิดจากการตัดกันของระนาบต่าง ๆ คือ

1. Nasion-Sella (NSL)
2. Ethmoidale-Sella (ESL)
3. Frankfort horizontal
4. Cranial base registration point - Sella (CRSL)
5. Line of His (OPSL)



รูปที่ 7 จุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้ของ Wei (42)

พบว่า NSL มีความแปรปรวนน้อยที่สุด ค่า Frankfort horizontal, Ethmoidale-Sella, Cranial base registration point-Sella มีค่ามากขึ้นตามลำดับ ส่วน His line มีค่าความแปรปรวนมากที่สุด

Bjerin (34) พบว่า Sella turcica-Nasion จะทำมุมกับระนาบในแนวนอนที่แท้จริง 4.0° และ 4.4° ในทำขึ้นและทำนั่งตามลำดับ ซึ่งค่านี้น้อยมากเมื่อเทียบกับความแปรปรวนของตำแหน่งศีรษะในท่าปกติ

Jenkins (43) ศึกษาภาพถ่ายภาพเอ็กซเรย์ด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ พบว่าประกอบด้วย 3 Functional areas ได้แก่ Masticatory area, Cranial area และ Nasal orbital area ในส่วนของ Masticatory area เชื่อว่า Occlusal plane เป็นระนาบอ้างอิงสำหรับบริเวณดังกล่าว โดยข้อดีของระนาบนี้ ได้แก่

1. ในการรักษาทางทันตกรรมทุกชนิด จะมุ่งสนใจบริเวณนี้

2. ผลลัพธ์ของแรงทุกชนิดในบริเวณ Masticatory area จะมีผลต่อระนาบ Occlusal
3. ระนาบ Occlusal เกิดจากการเรียงตัวของฟัน ดังนั้นจึงเป็นระนาบเดียวที่จะเห็นความสัมพันธ์ของฟันในแต่ละขากรรไกร
4. ระนาบ Occlusal เป็นระนาบอ้างอิงของ Angle's classification .

แต่ข้อเสียของระนาบนี้ได้แก่

1. โดยปกติระนาบนี้จะไม่ได้เป็นเส้นตรง แต่เป็นเส้นโค้ง
2. มีค่าจำกัดความหลายแบบ
3. เป็นระนาบที่มีความเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง

Schudy (44) กล่าวว่าระนาบ Occluso-mandibular ซึ่งเกิดจากระนาบ Occlusal ตัดกับระนาบ Mandibular มีความสำคัญในการวางแผนการรักษาเป็นอย่างยิ่ง โดยจะเป็นตัวบ่งถึงตำแหน่งของฟันในแนวตั้งของ Dentofacial complex และจากการศึกษาภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์จำนวน 400 ภาพ พบว่าค่ามุม Occluso-mandibular plane angle ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าต่ำ จะมีค่าเฉลี่ย 9.3° กลุ่มกลาง มีค่าเฉลี่ย 16° และกลุ่มที่มีค่าสูงจะมีค่าเฉลี่ย 23° ในส่วนของฟัน พบว่าฟันหน้าบนจะทำมุมกับระนาบ Occlusal 58.5° ส่วนฟันหน้าล่างจะทำมุม 69.3° และพบว่าเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งฟันหน้าบนกับระนาบ NA และฟันหน้าล่างกับ NB ตำแหน่งฟันหน้าล่างกับระนาบ NB จะมีความสัมพันธ์กันมากกว่า

Ricketts และคณะ (45) กล่าวว่ามุมระหว่าง Basion-Nasion และระนาบ Frankfort กับมุม Facial axis (มุมระหว่าง Facial axis ตัดกับ Basion-Nasion) จะมีค่าคงที่ตลอด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การเจริญเติบโตได้ ในส่วนของฟันจะใช้ระนาบ A-Po เป็นระนาบอ้างอิงสำหรับตำแหน่งของฟันหน้า โดยพบว่าฟันหน้าบนจะอยู่หน้าต่อระนาบ A-Po ประมาณ 3.5 มม. ส่วนฟันหน้าล่างจะอยู่หน้าต่อระนาบ A-Po 1.0 มม. และทำมุม 22°

Hasund และ Boe (46) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของตำแหน่งพื้นหน้าล่างกับระนาบต่าง ๆ พบว่าจะสัมพันธ์กันในรูปของสมการ

$$Y \text{ I-NB (mm.)} = 0.47 \cdot X_{\text{ANB}} + 0.11 \cdot X_{\text{ML-NL}} + 0.06 \cdot X_{\text{N-angle}} - 2.40$$

Steiner (6) ได้คิดค้นเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลด์เนอรัซัน โดยใช้ระนาบ Sella-Nasion เป็นระนาบอ้างอิง โดยเชื่อว่าจุด S และจุด N เป็นจุดที่อยู่บนกระดูก สามารถเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างและโดยเฉพาะอย่างยิ่งอยู่ในแนวกึ่งกลางของใบหน้า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในขณะที่ยังมีชีวิต เคลื่อนไหวขณะทำการถ่ายภาพรังสีน้อย

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในเกณฑ์การวิเคราะห์แต่ละวิธีนั้นแตกต่างกันไป ซึ่งแต่ละระนาบที่ใช้กันอยู่จะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไปด้วย

อัตราการเจริญเติบโตของใบหน้า

การศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโตของใบหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระยะวัยรุ่น (Pubertal growth spurt) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การเจริญเติบโตของใบหน้ามีรูปแบบของการเจริญขึ้นเดียวกับการเจริญเติบโตของร่างกาย

Bambha (47) ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าแบบต่อเนื่องในเด็กผู้ชายจำนวน 25 คน และเด็กผู้หญิงจำนวน 25 คน พบว่า

1. รูปแบบการเจริญเติบโตของใบหน้าจะมีลักษณะคล้ายกับการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยที่การเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกายซึ่งวัดจากความสูง จะเกิดก่อนการเจริญเติบโตสูงสุดของใบหน้า และมีความแตกต่างระหว่างเพศในช่วงอายุที่เกิดการเจริญเติบโตสูงสุดของใบหน้า

2. อายุเฉลี่ยของการเจริญเติบโตสูงสุดของใบหน้าในเด็กผู้ชายเท่ากับ 14.26 ปี ในเด็กผู้หญิงเท่ากับ 12.41 ปี ส่วนการเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกายในเด็กผู้ชายเท่ากับ 14.17 ปี และในเด็กผู้หญิงเท่ากับ 11.86 ปี

Nanda (48) ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกับ การเจริญเติบโตของร่างกายซึ่งศึกษาจากความสูง พบว่าการเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกายจะเกิดการเจริญเติบโตสูงสุดของใบหน้า 9 เดือน

รักพร เหล่าสุทธีรวงษ์ (49) ศึกษาถึงการเจริญเติบโตของใบหน้าจากความสูงในกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยจำนวน 320 คน เพศชาย 120 คน และเพศหญิงจำนวน 120 คน อายุระหว่าง 8-16 ปี พบว่า ความสูงเป็นตัวแปรที่ใช้ในการทำนายการเจริญเติบโตของใบหน้าได้ดีที่สุด

วัฒนะ มรรธาสัย และ สัมรตรี วิถีพร (3) ศึกษาถึงช่วงอายุต่าง ๆ ในระยะที่มีการเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกาย ซึ่งวัดจากความสูงในกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยจำนวน 450 คน เพศชาย 225 คน และเพศหญิง 225 คน อายุระหว่าง 8-16 ปี พบว่า

1. จุดเริ่มต้นที่ร่างกายเจริญเติบโตเข้าสู่วัยหนุ่มสาว (Onset of pubertal growth) ในเพศชาย อายุ 12 ปี และเพศหญิงอายุ 10 ปี

2. จุดที่ร่างกายมีการเจริญเติบโตมากที่สุดในช่วงวัยหนุ่มสาว (Peak of pubertal growth) ในเพศชายอายุ 14 ปี และเพศหญิงอายุ 12 ปี

3. จุดสิ้นสุดการเจริญเติบโตของร่างกายในช่วงวัยหนุ่มสาว (End of pubertal growth) ในเพศชายอายุ 16 ปี และเพศหญิงอายุ 14 ปี

จากการศึกษาดังที่ได้กล่าวมา สรุปได้ว่าการเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกายเกิดก่อนการเจริญเติบโตสูงสุดของใบหน้าเกิดน้อย ซึ่งในเด็กไทยพบว่าอายุเฉลี่ยของการเจริญเติบโตสูงสุดของร่างกายในเพศชายเท่ากับ 14 ปี และในเพศหญิงเท่ากับ 12 ปี

ส่วนการศึกษาถึงค่าการเจริญเติบโตของใบหน้าในช่วงอายุต่าง ๆ ซึ่งสัมพันธ์กับเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลต์เนอร์นั้น ได้มีผู้ศึกษาคือ

De Kock และคณะ (50) ศึกษาแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพศชาย 25 คน และเพศหญิง 20 คน อายุระหว่าง 5-14 ปี พบว่ามุมระหว่าง Nasion-Sellion และขอบล่างสุดของขากรรไกรล่าง มีอัตราการเจริญลดลง 8% ในช่วงอายุ 8-14 ปี

Bishara (51) ศึกษาแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน เพศชาย 20 คน และเพศหญิง 25 คน อายุระหว่าง 5-17 ปี พบว่า

1. มุมระหว่างขากรรไกรล่างและระนาบ SN และมุม ANB จะมีค่าลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
2. ค่ามุมระหว่างขากรรไกรล่างและระนาบ SN ในเด็กผู้หญิงจะมีค่ามากกว่าในเด็กผู้ชาย
3. Interincisal angle, \angle -APo และ \angle -NB จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

Ricketts (52) ศึกษาการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างแบบต่อเนื่องจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ต้านข้างของกะโหลกศีรษะในเด็กอายุ 8-13 ปี เป็นเวลา 5 ปี พบว่า

1. การเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างมีลักษณะเป็นเส้นโค้งของวงกลม
2. มุมระหว่างระนาบ Occlusal และ Corpus axis คงที่ ขณะที่ขากรรไกรล่างเจริญขึ้น
3. ฟันหน้าล่างมีลักษณะการขึ้นในทิศทางขึ้นข้างบนและไปข้างหน้าสัมพันธ์กับระนาบ APO

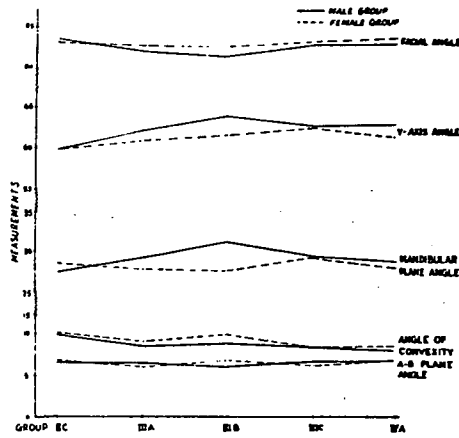
จากเกณฑ์การวิเคราะห์ของ Ricketts'(45) พบว่า ค่า Mandibular plane angle จะมีค่าลดลง 1 มม. ทุก ๆ 3 ปี สอดคล้องกับการศึกษาของ De Kock (50) และ Bishara (51) แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Broadbent(53) ซึ่งศึกษาในเด็กผิวขาวแบบต่อเนื่อง ตั้งแต่แรกเกิดจนเจริญเติบโตเต็มที่ และพบว่ามุมที่ระนาบ Palatal ทำกับระนาบ SN และมุมขอบล่างของขากรรไกรล่างทำกับระนาบ SN มีค่าคงที่ภายหลังฟันน้ำนมขึ้นเรียบร้อยแล้ว

Bergensen' (54) ศึกษาแบบต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 1-30 ปี และเพศหญิงจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 1-23 ปี พบว่าในการทำนายทิศทางของการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง จะไม่สามารถใช้ Mandibular plane angle (SN-MP) ในกลุ่มอายุที่ต่ำกว่า 6 ปีลงไป แต่สามารถใช้ทำนายในกลุ่มที่มีอายุมากกว่าได้ ค่า Mandibular plane angle จะมีค่ามากในกลุ่มที่มีอายุน้อยและค่อย ๆ ลดลงในกลุ่มอายุที่มากขึ้น และพบว่า 7% ของกลุ่มตัวอย่างมีการเจริญของระนาบ Mandibular ในแนวขนานกับระนาบเดิม และเพียง 1 รายที่พบว่าระนาบ Mandibular มีอัตราการเจริญทางด้านหน้ามากกว่าด้านหลัง

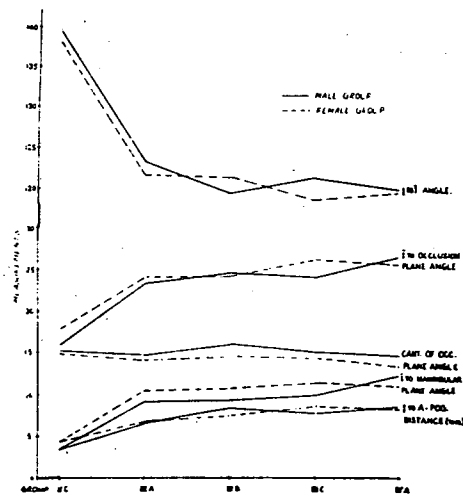
ไพฑูรย์ จินดาโรจนกุล(55) ศึกษาโครงสร้างใบหน้าของเด็กไทยอายุระหว่าง 8-16 ปี จำนวน 360 คน เพศชาย 180 คน และเพศหญิง 180 คน พบว่า

1. Convexity มีค่าลดลงตามอายุ
2. Mandibular plane angle มีค่าลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
3. Occlusal plane inclination มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ
4. Mandibular incisor protrusion และ Maxillary incisor protrusion มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ แต่ Interincisal angle มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงอายุ

Nanda และ Taneja(56) ศึกษาในเด็กอินเดียจำนวน 500 คน อายุระหว่าง 6-13 ปี พบว่า ค่า Mandibular plane angle จะเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 8-9 ปี และลดลงในช่วงอายุ 10-11 ปี ส่วนค่า Interincisal angle จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 8-9 ปี ทำให้ฟันมีการยื่นเพิ่มขึ้น (ดังรูปที่ 8,9)



รูปที่ 8 แสดงถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของกระดูกในระยะเวลา Transitional period จากการศึกษาของ Nanda และ Taneja (56)



รูปที่ 9 แสดงถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของส่วนฟันในระยะเวลา Transitional period จากการศึกษาของ Nanda และ Taneja (56)



Gianelly (57) ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 137 คน พบว่าค่า SNB และ SND จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 10-11 ปี และความยื่นของฟันหน้าบนจะมากขึ้น 1-2 มม. ตามอายุ

Sanin และ Savara(58) ศึกษาแบบต่อเนื่องในเด็กผู้ชายอายุระหว่าง 5-15 ปี ซึ่งมีการพัฒนาการสบฟันอย่างดีเลิศพบว่า

1. มีการยื่นมากขึ้นของฟันหน้าบนและฟันหน้าล่างเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
2. ขากรรไกรล่างมีลักษณะการเจริญไปด้านหน้ามากกว่า และจะเจริญไปจนถึงอายุ 11 ปี หลังจากนั้นจะมีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงอายุ 15 ปี ส่วนขากรรไกรบนจะเจริญไปจนถึงอายุ 11 ปี

คู่ภ วัฒน์ พุฒิมหาช (59) ศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโตของจุดกำหนดต่าง ๆ ในเด็กไทยอายุระหว่าง 8-16 ปี จำนวน 660 คน เพศชาย 330 คน และเพศหญิง 330 คน โดยใช้ระนาบ SN เป็นระนาบอ้างอิง ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1

Measurement (mm/yr.)	ในแนวระนาบ		ในแนวตั้ง	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
1. N	0.808	0.375	0	0
2. ANS	0.995	0.350	1.110	0.748
3. A	0.940	0.325	1.163	0.752
4. Ii	1.325	0.635	1.472	1.145
5. B	1.388	0.480	1.777	1.310
6. Pog	1.493	0.762	2.382	1.650
7. PNS	0.188	-0.002	1.135	0.608
8. Go	0.275	0.483	2.252	1.307

ตารางที่ 1. แสดงอัตราการเจริญเติบโตของจุดกำหนดต่าง ๆ ในเด็กไทยอายุระหว่าง 8-16 ปี

เพศชายและเพศหญิง จากการศึกษาของคู่ภ วัฒน์ พุฒิมหาช (59)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของจุด A และจุด B ในแนวระนาบ พบว่าในเพศชายจะมีอัตราการเจริญเติบโตของจุด A มากกว่าจุด B เท่ากับ 0.448 มม. ต่อปี และในเพศหญิง 0.155 มม. ต่อปี ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า SNA และ SNB จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ส่วน ANB จะมีค่าลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของจุด Go และ Pog ในแนวระนาบ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของจุด Go มีทิศทางไปทางด้านหลัง 0.275 มม. ต่อปี ในเพศชาย และ 0.483 มม. ต่อปี ในเพศหญิง ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของจุด Pog มีทิศทางไปทางด้านหน้า 1.493 มม. ต่อปี ในเพศชาย และ 0.762 มม. ต่อปี ในเพศหญิง แสดงว่า เมื่อมีการเจริญเติบโต ขากรรไกรล่างจะมีขนาดยาวขึ้น แต่เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของจุด Go และ Pog ในแนวตั้ง พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของจุด Pog มากกว่าจุด Go ในเพศชายเท่ากับ 0.13 มม. ต่อปี และในเพศหญิงเท่ากับ 0.346 มม. ต่อปี แสดงว่าขากรรไกรล่างมีแนวโน้มในการเจริญเติบโตทางด้านล่างมากกว่า

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของจุด Ii และจุด B ในแนวระนาบ พบว่าในเพศชายอัตราการเจริญเติบโตของจุด B มากกว่าจุด Ii เท่ากับ 0.063 มม. ต่อปี แต่ในเพศหญิงพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของจุด Ii มากกว่าจุด B 0.155 มม. ต่อปี

Jones (60) ศึกษาแบบต่อเนื่องในเด็กแฝดจำนวน 20 คู่ อายุระหว่าง 6-15 ปี พบว่าในขณะที่ฟันหน้าล่างขึ้นจะอยู่ในตำแหน่ง lingual เมื่อเปรียบเทียบกับขอบล่างของขากรรไกรล่าง เมื่อมีการเจริญเติบโตจะพบว่าฟันหน้าล่างจะมีการเอียงไปทาง labial มากยิ่งขึ้น จนกระทั่งอายุ 10-15 ปี ซึ่งอยู่ในระยะที่มีการเจริญเติบโตสูงสุด ฟันหน้าล่างจะมีการตั้งตรงมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในการศึกษาถึงอัตราและทิศทางในการเจริญเติบโตนั้น มีทั้งในด้านที่สนับสนุนและขัดแย้งกัน ทั้งนี้อาจเกิดจากลักษณะของกลุ่มตัวอย่างซึ่งใช้ในการศึกษาแตกต่างกัน ในคนไทยยังมีการศึกษาในเรื่องนี้น้อยมาก ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตในเด็กไทยยังมีข้อจำกัดอยู่

ความแตกต่างระหว่างเพศของ โครงสร้างใบหน้าเด็กไทย

อิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของใบหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ เพศ ในเด็กไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้คือ

รักพร เหล่าสุทริวงษ์(49) ศึกษาการเจริญเติบโตของใบหน้าจากความสูง ในกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเด็กเพศชายจำนวน 160 คน และเด็กเพศหญิงจำนวน 160 คน อายุระหว่าง 9-16 ปี ด้วยภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกะโหลกศีรษะด้านข้าง พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศ และกลุ่มอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ของทุกส่วนใบหน้า ยกเว้น Ar-Go ที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ

สมศักดิ์ เล็งประภากร(61) ได้ศึกษาในเด็กเพศชาย 150 คน และหญิง 150 คน อายุระหว่าง 11-16 ปี พบว่าความสัมพันธ์ของ โครงสร้างใบหน้าและฟันไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุและเพศ แต่ความสัมพันธ์ระหว่างฐานรองรับฟัน (Dental base) บนและล่าง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสรุปได้ว่า ฐานรองรับฟันล่างในเพศหญิง มีลักษณะยื่นมากกว่าในเพศชาย และค่าความสูงใบหน้าช่วงต่าง ๆ ตลอดจนสัดส่วนระหว่างความสูงใบหน้าช่วงต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างอายุและระหว่างเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไพฑูรย์ สนิดาโรจนกุล(55) ศึกษาวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีของกะโหลกศีรษะด้านข้าง ในเด็กไทยอายุ 8-16 ปี โดยใช้เกณฑ์ของริกเกตส์ ในเด็กเพศชายจำนวน 180 คน และเพศหญิงจำนวน 180 คน พบว่าค่าของมุมและระยะทางต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างระหว่างเพศและระหว่างอายุได้แก่

1. Upper lip length
2. Facial depth
3. Cranial length anterior
4. Posterior facial height
5. Porion location
6. Corpus length

ส่วนค้ำมูมที่มีความแตกต่างระหว่างเพศ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุได้แก่

1. Facial taper
2. Maxillary depth
3. Ramus position

วรรณ สุธาโต และ จิราภรณ์ ชัยวัฒน์ (10) ศึกษาค่าปกติของรูปร่างกะโหลกศีรษะและส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าซึ่งมีความสัมพันธ์ในคนไทย โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย 55 คน และเพศหญิง 45 คน อายุเฉลี่ย 22.02 ปี พบว่า เพศชายมีใบหน้านูนมากกว่าเพศหญิง แต่พื้นเพศหญิงยื่นกว่ามากกว่าเพศชาย และความยาวของใบหน้าเพศชายยาวกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$)

ศุภวัฒน์ พุฒิกาย (59) ศึกษาอัตราและทิศทางการเจริญเติบโตของโครงสร้างใบหน้าในคนไทยอายุ 8-18 ปี ในกลุ่มตัวอย่างคนไทย 660 คน (เพศชาย 330 คน และเพศหญิง 330 คน) พบว่าอัตราและทิศทางการเจริญเติบโตของกระดูกโครงสร้างใบหน้า ณ จุดกำหนดต่าง ๆ มีทั้งทิศทางในแนวตั้งและแนวระนาบ และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ ซึ่งผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับการศึกษาของท่านอื่น ๆ ผู้วิจัยได้อธิบายว่าสาเหตุประการหนึ่ง ซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโตของกระดูกโครงสร้างใบหน้ามีลักษณะลุ่มล่าม เป็นผลเนื่องจากการศึกษาแบบข้ามกลุ่ม และใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนจำกัด จึงไม่พบช่วงเวลาใบหน้ามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยเฉพาะการไกรล่างในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาระหว่างอายุ 8-18 ปี ควรจะมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

ศศิธร สุรนรักษ์ (62) วิเคราะห์ลักษณะใบหน้าคนไทยทั้ง 3 แบบ โดยใช้เกณฑ์ริกเกตส์ ในคนไทยเพศชายและเพศหญิงอย่างละ 250 คน อายุเฉลี่ยประมาณ 19 และ 18 ปีตามลำดับ พบว่าโครงสร้างใบหน้าเพศชายและเพศหญิงที่มีลักษณะใบหน้าแบบเดียวกัน มีความแตกต่างกัน เมื่อทดสอบโดยวิธีการทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าเพศมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของใบหน้า บัลลีย์หนึ่ง

ความแตกต่างระหว่างเชื้อชาติ

จากการศึกษาของ Krogman และ Sassouni (5), Lamberton (63), Choy (64), Chan (65), Uesato (66) และท่านอื่น ๆ พบว่าเชื้อชาติมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของศีรษะ รวมทั้งลักษณะองค์ประกอบของใบหน้า

จากวรรณคดีที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง ซึ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนการรักษาในทางทันตกรรมจัดฟันเป็นอย่างยิ่งนั้นมีหลายวิธี เกณฑ์การวิเคราะห์แต่ละวิธีจะใช้ระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกันไป โดยที่เกณฑ์การวิเคราะห์ของลิตเนอร์ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้ง่าย และสามารถนำไปใช้อธิบายแก่ผู้ป่วยได้ รวมทั้งความแตกต่างระหว่างเพศ อายุ และเชื้อชาติ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของศีรษะและใบหน้า ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค่าเฉลี่ยมุมและระยะทางต่าง ๆ ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของลิตเนอร์ ในเด็กเชียงใหม่ อายุต่าง ๆ กัน ทั้งเพศชายและเพศหญิง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต่อไป แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อเขตในการใช้ดังกล่าวของลิตเนอร์ซึ่งเป็นผู้คิดค้นเกณฑ์การวิเคราะห์นี้ ที่กล่าวไว้ว่า

"These estimates are useful as guides but must be modified for the individuals."

เกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลด์เนอร์ (7)(8)(18)(21)

ก. จุดอ้างอิงที่ใช้ในเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลด์เนอร์ดังรูปที่ 10-16

1. Nasion (N) เป็นจุดที่อยู่หน้าสุดบน Naso-Frontal Suture ในแนว Mid-Sagittal Plane



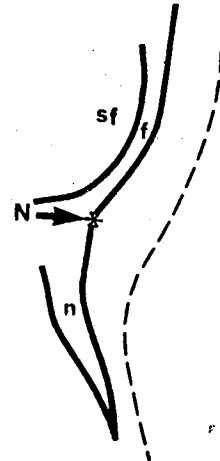
ก. รูปกะโหลกศีรษะทางด้านข้างแสดงตำแหน่ง Nasion



ข. รูปกะโหลกศีรษะทางด้านตรงแสดงตำแหน่ง Nasion



ค. ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์แสดงตำแหน่ง Nasion



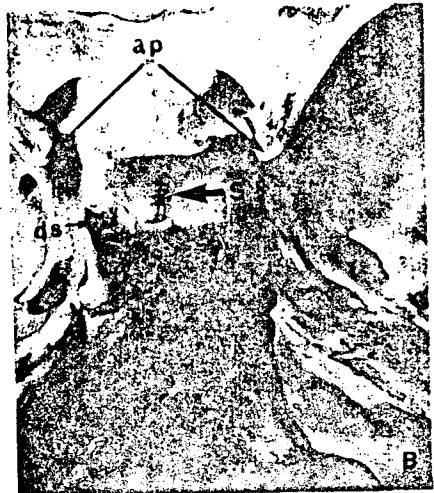
ง. แผนภาพที่ลอกรายละเอียดแสดงตำแหน่ง Nasion

รูปที่ 10 ตำแหน่ง Nasion

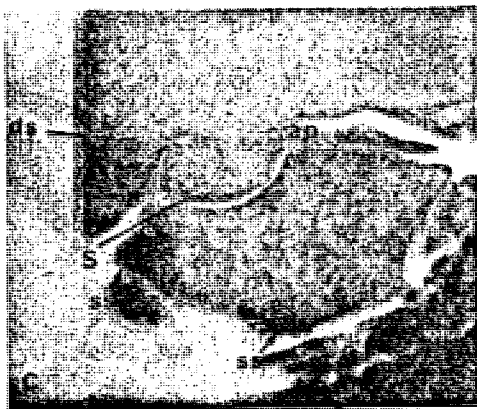
2. Sella (S) เป็นจุดกึ่งกลางของ Bony crypt ของ Sella Turcica เป็นจุด
 ซึ่งสร้างขึ้นอยู่กึ่งกลางแนวของส่วนที่กว้างที่สุดของ Sella Turcica



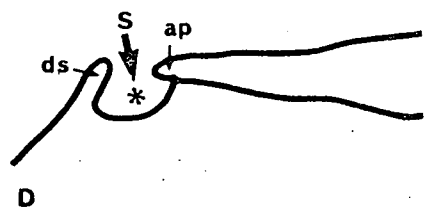
ก. รูปกะโหลกศีรษะแห้ง แสดงตำแหน่ง Sella



ข. รูปกะโหลกศีรษะแห้ง ด้านในส่อง แสดงตำแหน่ง Sella



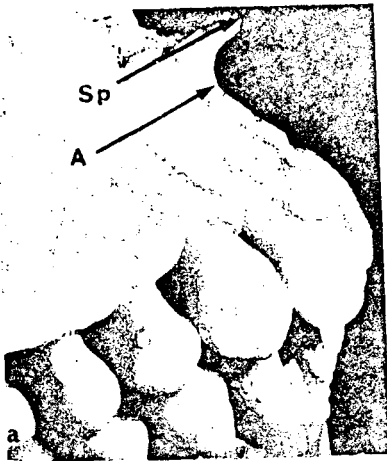
ค. ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์ แสดงตำแหน่ง Sella



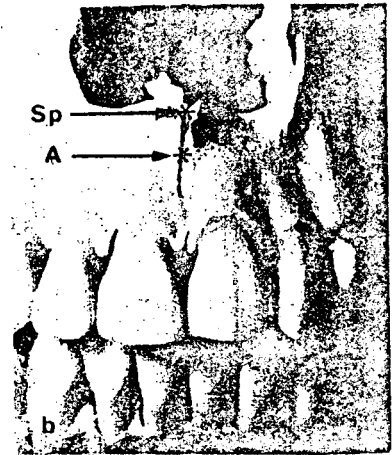
ง. แผนภาพที่ลอกรายละเอียดแสดงตำแหน่ง Sella

รูปที่ 11 ตำแหน่ง Sella turcica

3. Subspinale (Point A) เป็นส่วนเว้าที่สุดของ Anterior contour ของ Maxillary alveolar process ในแนว Mid-sagittal



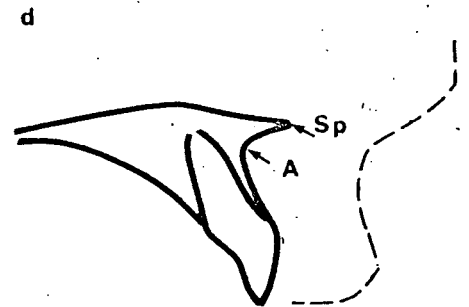
ก. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านข้าง แสดงตำแหน่งจุด A



ข. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านหน้า แสดงตำแหน่งจุด A



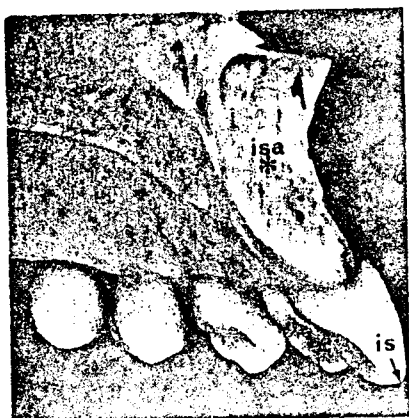
ค. ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วย รังสีเอกซ์แสดงตำแหน่งจุด A



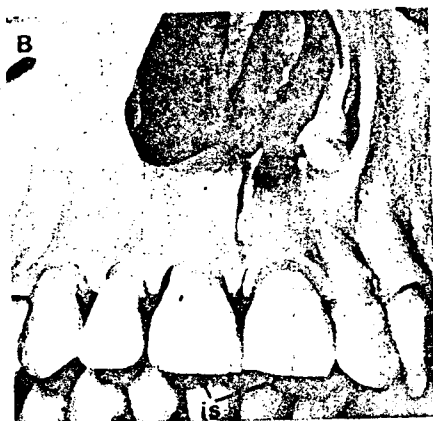
ง. แผนภาพที่ลอกรายละเอียดแสดง ตำแหน่งจุด A

รูปที่ 12 ตำแหน่งจุด A

- 4. Incisal point ของฟันหน้าบน - Incision Superius (is) เป็นจุดปลายสุดของฟันหน้าบน
- 5. Apical point ของฟันหน้าบน (isa) เป็นจุด Apical สุดของปลายรากฟันหน้าบน



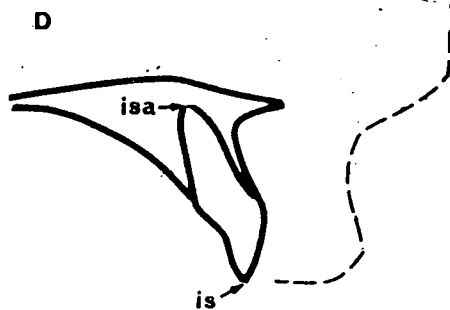
ก. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านข้าง แสดงตำแหน่งของฟันหน้าบน



ข. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านหน้า แสดงตำแหน่งของฟันหน้าบน



ค. ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์แสดงตำแหน่งของฟันหน้าบน

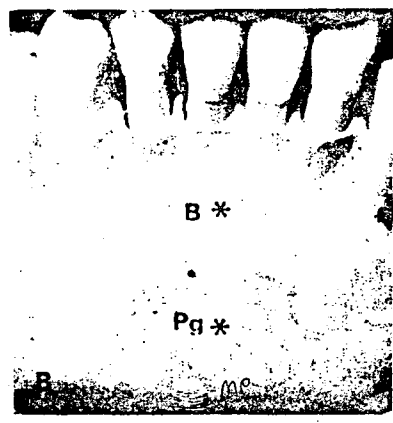


ง. แผนภาพที่ลอกรายละเอียดแสดงตำแหน่งของฟันหน้าบน

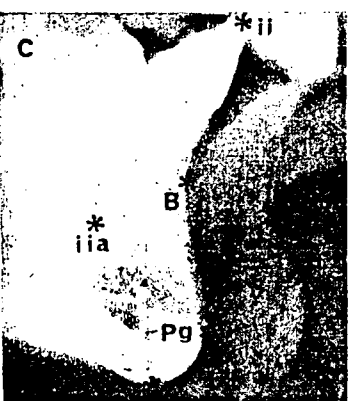
- 6. Supramentale (Point B) เป็นจุดเว้าสุดของ Anterior contour ของ Mandibular alveolar process ในแนว Mid-sagittal
- 7. Pogonion (Pg) เป็นจุดหน้าสุดของลูกคางในแนว Mid-sagittal
- 11. Menton (Me) เป็นจุดต่ำสุดของ Mandibular symphysis
- 12. Gnathion (Gn) เป็นจุดกึ่งกลางระหว่าง Pg และ Me หาโดยลากเส้นแบ่งครึ่งมุมระหว่าง Facial plane (Na-Pg) กับ Mandibular plane (MP)
- 13. Incisial point ของฟันหน้าล่าง เป็นจุดปลายสุดของ Crown ของฟันหน้าล่าง
- 14. Apical point ของฟันหน้าล่าง เป็นจุด Apical สุดของรากของฟันหน้าล่าง



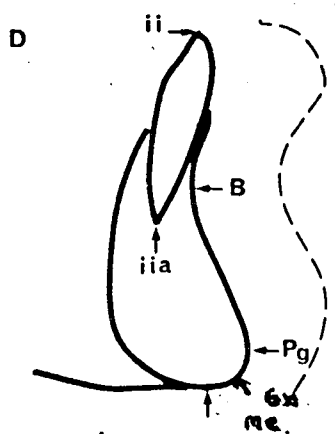
ก. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านข้าง แสดงตำแหน่งฟันหน้าล่าง



ข. รูปกะโหลกศีรษะแห้งด้านหน้า แสดงตำแหน่งฟันหน้าล่าง



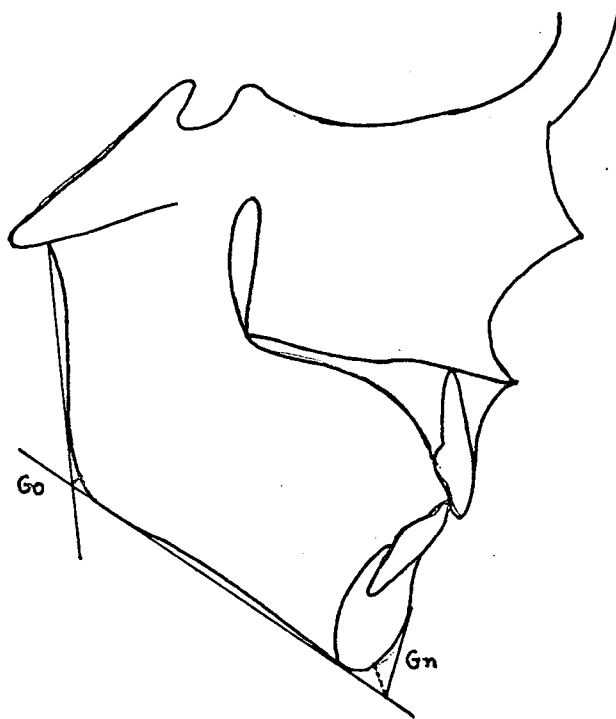
ค. ภาพถ่ายกะโหลกศีรษะด้านข้างด้วยรังสีเอกซ์แสดงตำแหน่งฟันหน้าล่าง



ง. แผนภาพที่ลอกรายละเอียดแสดงตำแหน่งฟันหน้าล่าง

รูปที่ 14 ตำแหน่งฟันหน้าล่าง

15. Gonion (Go) เป็นจุดซึ่งได้จากเส้นแบ่งครึ่งมุม Mandibular angle (Posterior Ramal plane) ทำกับ Mandibular plane



รูปที่ 15 ตำแหน่ง Gonion และ Gnathion

16. Point D เป็นจุดกึ่งกลางของ Symphysis
17. Point E เป็นจุดที่ได้จากการลากเส้นสัมผัสด้าน Distal สุดของ Condyle ไปตั้งฉากกับระนาบ SN พบระนาบ SN ที่จุด E
18. Point L เป็นจุดที่ได้จากการลากเส้นสัมผัสด้านหน้าสุดของลูกคาง ที่จุด Pg ไปตั้งฉากกับระนาบ SN พบระนาบ SN ที่จุด L

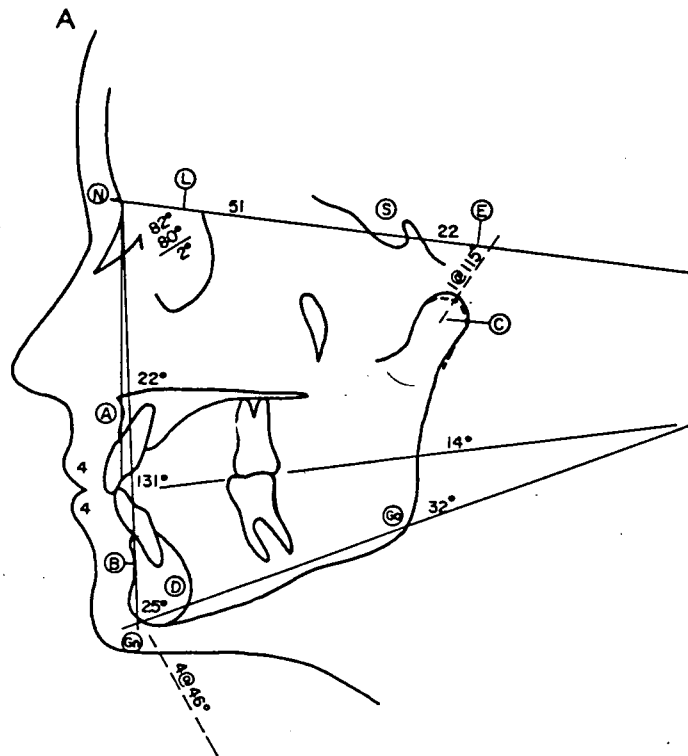
ค. ค่ามุมที่ใช้ในเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลด์เนอร์

1. SNA แสดงความสัมพันธ์ในแนว Anteroposterior ของขากรรไกรบน ที่มีต่อส่วน Anterior cranial base
2. SNB แสดงถึงความสัมพันธ์ในแนว Anteroposterior ของขากรรไกรล่าง ที่มีต่อส่วน Anterior cranial base
3. ANB แสดงถึงความสัมพันธ์ในแนว Anteroposterior ของขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง
4. SND แสดงตำแหน่งและทิศทาง การเจริญของขากรรไกรล่างในแนว Antero posterior ที่สัมพันธ์กับส่วน Anterior cranial base ซึ่งค่า SND นี้ถือว่าเป็นค่าที่แน่นอนกว่า SNB หรือ SN Pg เพราะถือว่าจุด D นี้เป็นจุดอ้างอิงที่เหมือนกับ Sella ซึ่งถูกล้อมรอบด้วยกระดูกซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเคลื่อนที่ของฟัน
5. $\underline{1}$ -NA แสดงความสัมพันธ์ของฟันหน้าบนกับขากรรไกรบนในแนว Antero-posterior บอกให้ทราบถึงความเอียง (Inclination) ของฟันหน้าบนที่สัมพันธ์กับขากรรไกรบน
6. $\bar{1}$ -NB แสดงความสัมพันธ์ของฟันหน้าล่างกับขากรรไกรล่างในแนว Antero-posterior บอกให้ทราบถึงความเอียงของฟันหน้าล่างกับส่วน Anterior ของขากรรไกรล่าง
7. $\underline{1}$ - $\bar{1}$ แสดงความสัมพันธ์ของฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง ตลอดจนความสัมพันธ์ของฟันและไบหน้า และแสดงถึงทั้ง ความสวยงามและการทำงานของ ฟันหน้าด้วย ในกรณีพบว่าทั้งฟันหน้าบนและฟันหน้าล่างยื่นมากกว่าปกติ ทั้งคู่ จะเรียกลักษณะนี้ว่า Bimaxillary protrusion
8. Occlusal-SN แสดงตำแหน่งการสบฟันกับ Anterior cranial base และไบหน้า ในแนว Anteroposterior และพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ Occlusal Plane ในระนาบตั้ง
9. GoGn-SN แสดงความสัมพันธ์ของ Anterior cranial base กับ Lower border ของขากรรไกรล่าง

ค่าระยะทางซึ่งวัดเป็นมิลลิเมตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

1. I-NA วัดจากส่วน Anterior สุดของฟันหน้าบนถึง เส้น NA โดยวัดตั้งฉากกับระนาบ NA ระยะทางนี้จะแสดงถึงตำแหน่งความยื่นของฟันหน้าบน เมื่อเทียบกับขากรรไกรบน (Maxillary incisor procumbency) โดยปกติแล้วฟันหน้าบนจะอยู่หน้าต่อระนาบ NA
2. I-NB วัดจากส่วน anterior สุดของฟันหน้าล่างถึงระนาบ NB โดยวัดตั้งฉากกับระนาบ NB ระยะทางนี้จะแสดงถึงตำแหน่งความยื่นของฟันหน้าล่าง เมื่อเทียบกับขากรรไกรล่าง (mandibular incisor procumbency) โดยปกติแล้วฟันหน้าล่างจะอยู่หน้าต่อระนาบ NB
3. SE เป็นระยะทางที่วัดจากจุด Sella ไปยังจุด E จะแสดงถึงตำแหน่งของ Condyle ในแนว Anteroposterior
4. SL เป็นระยะทางที่วัดจากจุด Sella ไปยังจุด L จะแสดงถึงตำแหน่งของขากรรไกรล่างในแนว Anteroposterior โดยเทียบระนาบ SN

จากการศึกษาในคนอเมริกันผิวขาว Steiner สรุปค่ามาตรฐานของค่ามุมและระยะทางดัง กล่าวมาแล้วดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ค่ามาตรฐานของคนอเมริกันผิวขาว ตามเกณฑ์การวิเคราะห์ของสไลต์เนอร์

1.	SNA	(angle)	82°
2.	SNB	(angle)	80°
3.	ANB	(angle)	2°
4.	SND	(angle)	76°
5.	\underline{I} -NA	(angle)	22°
6.	\underline{I} -NA	(mm.)	4
7.	\bar{I} -NB	(angle)	25°
8.	\bar{I} -NB	(mm.)	2
9.	Pog-NB	(mm.)	-
10.	\underline{I} - \bar{I}	(angle)	131
11.	GoGn-SN	(angle)	32
12.	Occlusal-SN	(angle)	14
13.	SL	(mm.)	51
14.	SE	(mm.)	22