

## บทที่ 2

### วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

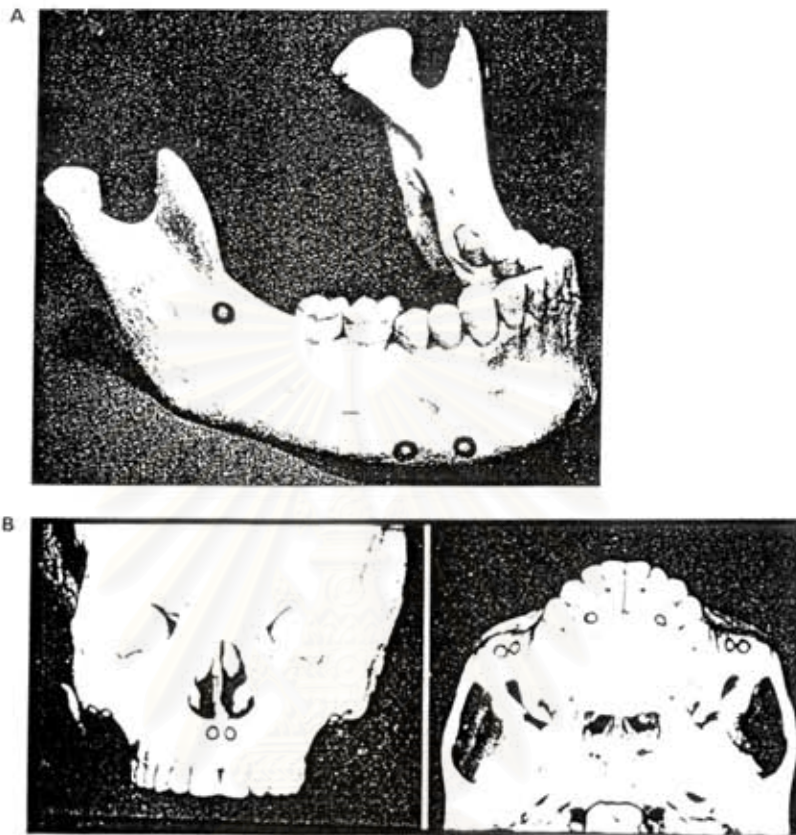
ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1931 Broadbent ในประเทศสหรัฐอเมริกา และ Hofrath ในประเทศเยอรมัน ได้เสนอเทคนิคการถ่ายภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง และจากนั้นเป็นต้นมา ทันตแพทย์จัดฟัน ได้นำภาพรังสีเทคนิคดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของกระดูกใบหน้า และขากรรไกรที่เกิดจากการเจริญเติบโต และ/หรือ จากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมากกว่าเดิม โดยการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง (cephalometric superimposition) ของผู้ป่วยรายเดียวกัน ในช่วงเวลาต่างกัน บนจุดอ้างอิงที่คงที่ หรือได้รับผลกระทบจากการเจริญเติบโตน้อยที่สุด Bjork (1968) ได้เสนอการฝังโลหะ (implant) ในขากรรไกรบนและล่าง เพื่อใช้เป็นตำแหน่งซ้อนทับภาพรังสีและศึกษาการเปลี่ยนแปลงของใบหน้าในบริเวณอื่นๆ ข้อมูลดังกล่าวรวมกับการศึกษาทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (Melsen, 1974; Melsen และ Melsen, 1982) ทำให้ได้ข้อสรุปถึงตำแหน่งที่ค่อนข้างคงที่

ตำแหน่งที่ Bjork และ Skieller (1955) แนะนำให้ฝังโลหะในขากรรไกรบนเพื่อซ้อนทับภาพรังสี ได้แก่ (รูปที่ 1)

- 1) ใต้ anterior nasal spine (ANS) (anterior implant)
- 2) zygomatic process ของขากรรไกรบน (lateral implant)
- 3) รอยต่อระหว่างกระดูกเพดานกับกระดูกเบ้าฟันถัดจากฟันกรามแท้ซี่แรกมาทางด้านใกล้กลาง

**ความถูกต้องของการประเมินการเปลี่ยนแปลงกระดูกใบหน้าและขากรรไกรด้วยเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง**

การซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องได้ต้องใช้ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างที่ถ่ายต่อเนื่องกัน ด้วยกำลังขยายที่เท่ากัน ตำแหน่งศีรษะและปริมาณรังสีที่ได้รับต้องเท่ากัน นอกจากนี้ การลอกรายละเอียดภาพรังสี (tracing) ที่นำมาซ้อนทับภาพรังสีต้องถูกต้องตามที่ Broadbentและคณะ(1975) อธิบายไว้ว่า เมื่อลอกรายละเอียดภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างที่ถ่ายต่อเนื่องกันควรเริ่มจากคู่ที่อายุน้อยที่สุด แล้วกระทำต่อไปตามการเจริญเติบโต หรือ



รูปที่ 1 การฝังโลหะในขากรรไกรบน และล่าง เพื่อใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงที่คงที่

(A) ฝังโลหะในขากรรไกรล่าง 4 จุด คือ ที่เส้นกึ่งกลางของ symphysis ที่ได้ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 หรือ 2 หรือ ฟันกรามแท้ซี่แรกข้างขวา บน external aspect ของ ramus ข้างขวา และได้ฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 ข้างซ้าย

(B) ฝังโลหะในขากรรไกรบน 4 จุดก่อนฟันดัดขึ้น ฝังที่เพดานทั้งสองข้างหลังฟันเขี้ยวซ้ายและขวา หลังฟันดัดขึ้นแล้วฝังที่ สองข้างของ median suture ได้ anterior nasal spine และ ใน zygomatic process ข้างละ 2 ซี่

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

เริ่มต้นจากคู่มือที่มีอายุมากที่สุด แล้วทำย้อนหลัง เพื่อให้ผู้ศึกษาสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นชนิดค่อยเป็นค่อยไป

Jacobson และ Sadowsky (1995) สรุปว่า ความแม่นยำของการวัดโดยอาศัยภาพรังสีกะโหลกศีรษะขึ้นกับความถูกต้องของการวัดซึ่งมักจะถูกจำกัดด้วยปัญหาดังต่อไปนี้

1. ภาพรังสีกะโหลกศีรษะที่ถ่ายในเวลาต่างกัน และถ่ายโดยบุคคลที่แตกต่างกันทำให้มีความถูกต้องได้ยาก แม้ศีรษะจะอยู่คงที่ในเครื่องยึดศีรษะ (cephalostat) หรือ ตำแหน่งธรรมชาติของศีรษะก็ตาม
2. ภาพรังสีของโครงสร้างที่มี 2 ข้างจะไม่เท่ากันในภาพรังสี 2 ภาพที่ถ่ายในเวลาต่างกัน หากมีการเคลื่อนเพียงเล็กน้อยของตำแหน่งศีรษะ
3. คุณภาพของภาพรังสีขึ้นกับความคมชัดและความเข้มของภาพรังสี
4. โครงสร้างอ้างอิงในภาพรังสีไม่สามารถบ่งชี้ได้อย่างคงที่ทุกครั้ง
5. การวัดในภาพรังสีกะโหลกศีรษะเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงใน 2 มิติ ในขณะที่ในความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงในกะโหลกศีรษะเกิดขึ้นใน 3 มิติ

#### การซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะโดยรวม (Overall superimposition)

การซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะโดยรวม มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกใบหน้าและขากรรไกรเมื่อนำไปสัมพันธ์กับฐานกะโหลกซึ่งการเจริญเติบโตเกือบทั้งหมดเกิดขึ้นในช่วงอายุน้อย กล่าวคือ intersphenoidal และ interethmoidal synchondrosis ปิดแล้วเมื่ออายุ 6 หรือ 7 ปี จะมีเพียง spheno-occipital synchondrosis เท่านั้นที่ยังเปิดอยู่ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงในแนวหน้า-หลังของกระดูก ethmoid ซึ่งเป็นฐานกะโหลกส่วนหน้า (anterior cranial base) จึงมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ภายหลังจากอายุนี้อ การเปลี่ยนแปลงใดๆบริเวณผิวกระดูกเกิดจากการปรับเปลี่ยนรูปร่าง (remodeling) เท่านั้น จึงถือได้ว่าฐานกะโหลกส่วนหน้าเป็นตำแหน่งคงที่บริเวณกะโหลกศีรษะ (Knott, 1971)

การวิจัยที่ผ่านมา อาศัยจุดและระนาบอ้างอิงบริเวณกะโหลกศีรษะ ในการประเมินการเจริญเติบโตของใบหน้า เช่น

Broadbent (1937) ใช้ระนาบ Bolton (Bo-Na) เพื่อแสดงการเจริญเติบโตของใบหน้าในทิศทางลงล่างและไปข้างหน้า

Ricketts (1972) เลือกใช้ระนาบ Frankfort และระนาบ pterygoid vertical

เทคนิคที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะโดยรวม มีดังต่อไปนี้

1) การซ้อนทับภาพรังสีที่จุด R และระนาบ Bolton-nasion ขนานกัน หรือสามเหลี่ยมของ Broadbent

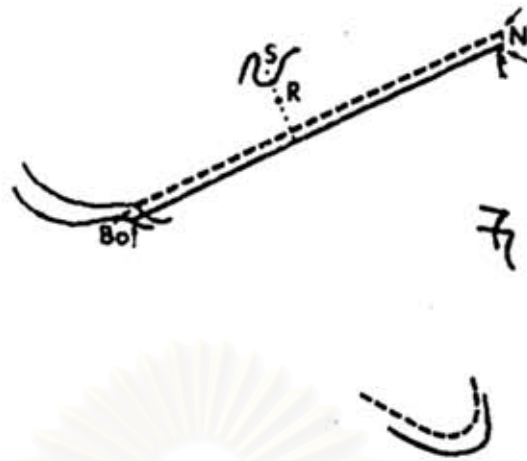
• เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีนี้เสนอโดย Broadbent (1935, 1937) โดยให้ซ้อนทับภาพรังสีที่จุด R ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของเส้นตั้งฉากจากจากระนาบ Bolton-nasion (Bo-Na) ไปยังจุด sella (S) โดยจัดให้ระนาบ Bo-Na ของภาพรังสีทั้งสองที่นำมาซ้อนทับขนานกัน (รูปที่ 2, 3) เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีนี้มีพื้นฐานจากการศึกษาของ Broadbent ในกะโหลกศีรษะแห้ง และการศึกษาเปรียบเทียบความแปรปรวนของระนาบ Bolton-nasion, porion-nasion และ sella-nasion ในกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 3 ถึง 18 ปี ซึ่งพบว่า ระนาบ Bolton-nasion มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนต่ำที่สุด จึงสมควรใช้ระนาบ Bolton-nasion เป็นตัวแทนของฐานกะโหลก

2) การซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ sella-nasion (S-Na,S-N) (รูปที่ 4)

นักวิจัยจำนวนมาก (Bambha, 1961; Brodie, 1941, 1953; Bjork, 1947, 1955; Ortiz และ Brodie, 1949; Steiner, 1953; Nanda, 1955; Krogman และ Sassouni, 1957; Fishman, 1969) ใช้ระนาบ sella-nasion เป็นระนาบอ้างอิงซึ่งได้รับการบันทึกว่าคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างข้างเคียง (Wei, 1968) ด้วยเหตุผลที่ว่า ทั้งจุด S และ Na ตั้งอยู่ในระนาบ midsagittal และ เปลี่ยนตำแหน่งเพียงเล็กน้อยเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ (รูปที่ 5) Steiner (1953) ใช้ระนาบ SN ซ้อนทับที่จุด sella เพื่อประเมินการเปลี่ยนตำแหน่งในแนว sagittal ของขากรรไกรล่าง และใช้ระนาบ SN ซ้อนทับที่จุด nasion เพื่อประเมินการเปลี่ยนตำแหน่งของขากรรไกรบนที่พิจารณาจากค่ามุม SNA

Bjork (1955) แนะนำให้ซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ SN ที่จุด sella เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ในช่วงหนุ่มสาว ต่อมาในปี 1960 และ 1983, Bjork รายงานข้อบกพร่องของจุด S และ Na ว่า จุด Na อาจเคลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างได้จากการเจริญเติบโตของ frontonasal suture และ การปรับเปลี่ยนรูปร่างของ dorsum sellae ร่วมกับการขยายขนาดของต่อมใต้สมอง อาจทำให้จุด sella เปลี่ยนตำแหน่งไปทางด้านหลังได้

Knott (1971) กล่าวถึงข้อด้อยของเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีทั้งสองข้างต้นว่า เกี่ยวข้องกับบริเวณที่ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระหว่างที่ร่างกายเจริญเติบโต ได้แก่ การเจริญเติบโตที่ spheno-occipital synchondrosis และการปรับเปลี่ยนรูปร่างของกระดูกที่ nasion และ sella โดย nasion จะเคลื่อนไปข้างหน้าและขึ้นบนหรือลงล่างซึ่งไม่แน่นอน การเปลี่ยนตำแหน่งของ nasion



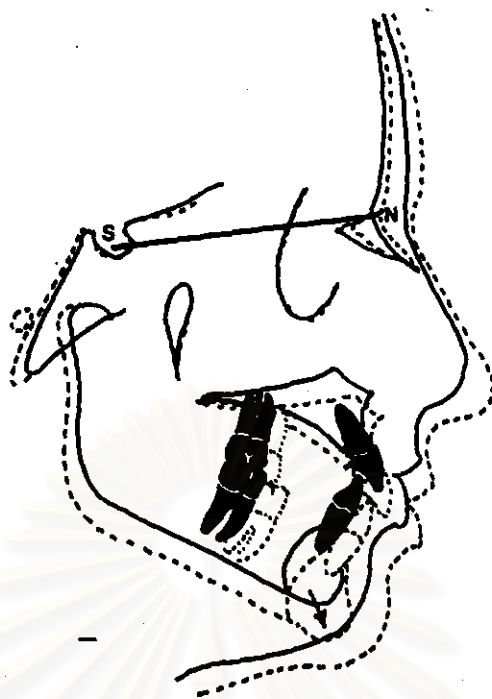
รูปที่ 2 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีที่จุด R โดยจัดให้ระนาบ Bolton-nasion ของภาพ  
ลอกลายก่อนและหลังการรักษา ซีนานกัน

จาก Ghafari, Engel และ Laster; Am J Orthod Dentofac Orthop, 1987.



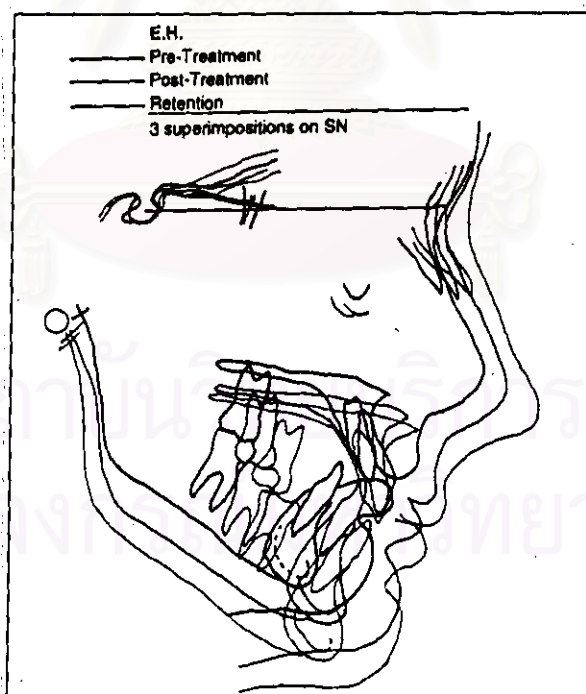
รูปที่ 3 การใช้ตามเหลี่ยมของ Broadbent (N-S-Bo) และจุดซ้อนทับ R (ครีซี)

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 4 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ S-Na ที่จุด sella เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของใบหน้าโดยรวม

จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 5 การจัดวางภาพลอกลายต่อเนื่องกัน 3 ภาพ บนเส้น sella-nasion ซ้อนทับที่จุด sella :

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

ส่วนใหญ่เกิดจากการขยายของโพรงอากาศ frontal ซึ่งจะมีผลทำให้ frontonasal suture เคลื่อนขึ้นบนหรือลงล่าง เป็นข้อผิดพลาดในการซ้อนทับภาพรังสีได้ (Nelson, 1960, และ Knott, 1971) Melsen (1974) พบว่า sella turcica มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้จุด sella เคลื่อนลงล่างและไปข้างหลัง หรือเคลื่อนลงล่าง Broadbent และคณะ (1975) พบว่า จุด Bolton มักโดนบังด้วย mastoid process ในช่วงวัยรุ่น

Stramud (1959) แนะนำให้ใช้ระนาบ sella-ethmoidale (SE) เป็นระนาบอ้างอิงบริเวณกะโหลกศีรษะโดยอ้างว่า จุด nasion มีความแปรปรวนในทิศทางการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตามระนาบ SN และ SE มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดเมื่ออายุตั้งแต่ 3 ปี จนถึงผู้ใหญ่

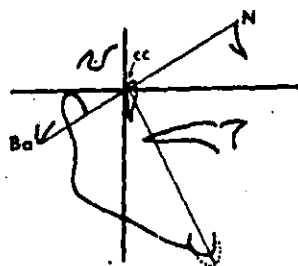
Ricketts, Schulhof และ Bagha (1976) กล่าวว่าระนาบ Frankfort (FH) เป็นระนาบอ้างอิงที่เชื่อถือได้มากกว่าระนาบ SN เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างกับระนาบ FH (FH-Na และ FH-NPog) มีความแปรปรวนน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างกับระนาบ SN (SNA และ SNB) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Wei (1968) ที่พบว่า ระนาบ SN มีความแปรปรวนน้อยกว่า FH

Nanda (1991) พบว่า ระยะ S-Na มีความแตกต่างกันมากในแต่ละบุคคล จึงไม่สมควรใช้เป็นระนาบอ้างอิงเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในแนวหน้า-หลัง ของขากรรไกรบนและล่าง

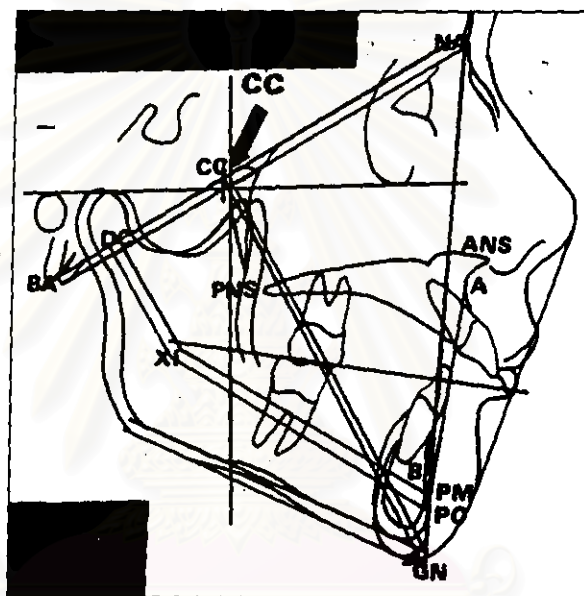
### 3) การซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ basion-nasion (ระนาบ Ba-Na )

Ricketts (1979) แนะนำให้ใช้ระนาบ basion-nasion เป็นระนาบอ้างอิงในการซ้อนทับภาพรังสีจุด cc เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ facial axis, ทิศทางการเจริญเติบโตของลูกคาง และตำแหน่งของฟันกรามบน ทั้งนี้จุด cc คือ จุดตัดของ facial axis กับระนาบ basion-nasion ( รูปที่ 6,7,8 )

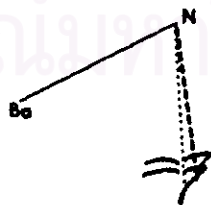
ความคงที่ของระนาบ Ba-Na ยังคงมีข้อโต้แย้ง เนื่องจากจุด nasion มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ขณะเดียวกันตำแหน่งของจุด basion ยังได้รับอิทธิพลจากการปรับเปลี่ยนรูปร่างของพื้นผิวของ clivus และขอบเขตด้านหน้าของ foramen magnum และการเปลี่ยนแปลงของส่วน basilar ของกระดูก occipital ร่วมกับการเจริญเติบโตใน spheno-occipital synchondrosis (Melsen, 1974)



รูปที่ 6 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ basion-nasion ที่จุด CC  
จาก Ghafari,Engel และ Laster; Am J Orthod Dentofac Orthop,1987.



รูปที่ 7 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสี ตามวิธีของ Ricketts  
จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry,1995.



รูปที่ 8 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ basion-nasion ที่จุด nasion  
จาก Ghafari,Engel และ Laster; Am J Orthod Dentofac Orthop,1987.



Kristensen (1989) อ้างว่า เนื่องจากจุด nasion, sella และ basion เคลื่อนที่ไปในขณะที่มีการเจริญเติบโต ทำให้เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีที่อาศัยระนาบ S-Na หรือ Ba-Na นั้นเชื่อถือได้น้อย แต่สามารถทำซ้ำเดิมได้ง่าย

#### 4) เทคนิค basion horizontal

Coben (1955, 1986) แนะนำให้ใช้ระนาบ basion horizontal ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่ในระดับเดียวกับขอบหน้าของ foramen magnum และขนานกับระนาบ Frankfort เป็นระนาบอ้างอิงในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะและใบหน้า โดยมีจุด basion เป็นจุดอ้างอิง ทั้งนี้เขากล่าวว่า ความสัมพันธ์ของตำแหน่งปกติของศีรษะ แกนการมองเห็นของตา และฐานกะโหลกส่วนหน้าจะไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นควรซ้อนทับภาพรังสีที่จุด basion เมื่อจัดให้ระนาบ S-N ของภาพรังสีทั้งสองขนานกัน ทั้งนี้จะทำให้เส้นที่ลากจากจุด basion ขนานกับระนาบ Frankfort ดั้งเดิม หรือระนาบ Frankfort ที่เอียงจากภาพรังสี 2-3 ภาพ มีความสัมพันธ์ที่กับระนาบ SN และระนาบ basion horizontal ของภาพรังสีต่อเนื่องชุดนั้น ภาพรังสีถัดมาแต่ละภาพสามารถทำการซ้อนทับอย่างง่ายด้วย co-ordinating grids ซึ่งถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ (Coben, 1979) (รูปที่ 9)

#### 5) เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิง

เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีนี้มีพื้นฐานมาจากการศึกษาของ De Coster (1952) และ Nelson (1960) ซึ่งพบว่าฐานกะโหลกส่วนหน้าซึ่งเริ่มต้นจากส่วนโค้งด้านในของกระดูก frontal ไปยังผนังด้านหน้าของ sella turcica มีค่าคงที่ ซึ่งสนับสนุนโดยการศึกษาทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของ Melsen (1974)

Bjork (1960, 1983) สนับสนุนการซ้อนทับภาพรังสีที่ผนังด้านหน้าของ sella turcica ส่วนโค้งด้านหน้าของแอ่งกะโหลกส่วนกลาง ส่วนโค้งด้านหน้าของ cribriform plate และ fronto-ethmoidal crests และถ้ากระทำได้ De Coster (1952) แนะนำให้ซ้อนทับที่พื้นผิวด้านสมอง (cerebral surface) ของเพดานกระบอกตา, ชั้น cortical ของกระดูก frontal และรอยละเอียดของเส้นใยกระดูกภายในกะโหลกศีรษะ

เทคนิคนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Ford (1958) ที่พบว่า cribriform plate หยุดการเจริญเติบโตในแนวหน้า-หลัง ภายหลังจากอายุ 2 ปี และระยะจากจุด pituitary ถึง foramen caecum มีค่าคงที่ภายหลังจากอายุ 6 ถึง 7 ปี เช่นเดียวกับการศึกษาของ Melsen (1974) ที่พบว่าพื้นผิวด้านในของ

กระดูก frontal และ cribriform plate คงที่ภายหลังอายุ 6 ถึง 7 ปี ทั้งในแนว sagittal และแนวตั้ง  
ผนังด้านหน้าหน้าของ sella turcica คงที่ภายหลังอายุ 5 ปี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการปรับเปลี่ยน  
รูปร่างบริเวณผนังด้านหลังทำให้จุดกึ่งกลางของ sella turcica ไม่คงที่จนกระทั่งผ่านช่วงวัยรุ่นไป  
แล้ว

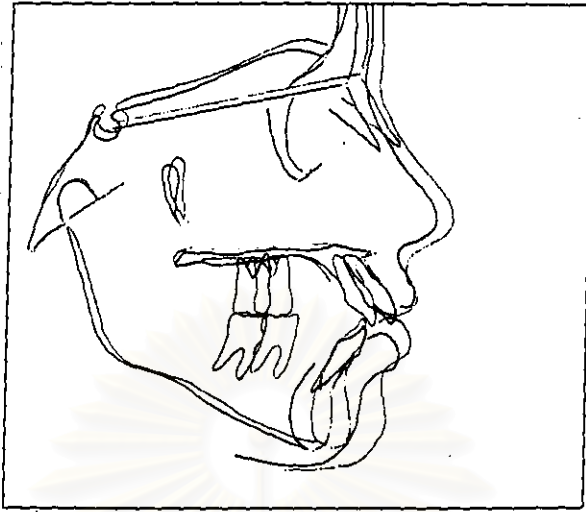
Nelson (1960) แนะนำว่า ควรใช้จุดกึ่งกลางระหว่างเงาซ้ายและขวาของส่วนโค้งทางด้าน  
หน้าของ greater wing ของกระดูก sphenoid บริเวณที่ติดกับระนาบของกระดูก sphenoid เป็นโครงสร้าง  
สร้างอ้างอิงในการซ้อนทับภาพรังสี

โดยสรุป โครงสร้างอ้างอิงบริเวณกะโหลกศีรษะ ได้แก่ (รูปที่ 10)

- 1) ผนังด้านหน้าของ sella turcica
- 2) รูปร่างของ cribriform plate ของกระดูก ethmoid (lamina cribrosa)
- 3) รอยละเอียดของเส้นใยกระดูกใน ethmoid cells
- 4) ขอบเขตด้านแนวกลาง (median border) ของเพดานกระบอกตา
- 5) ระนาบของกระดูก sphenoid (planum sphenoidale)

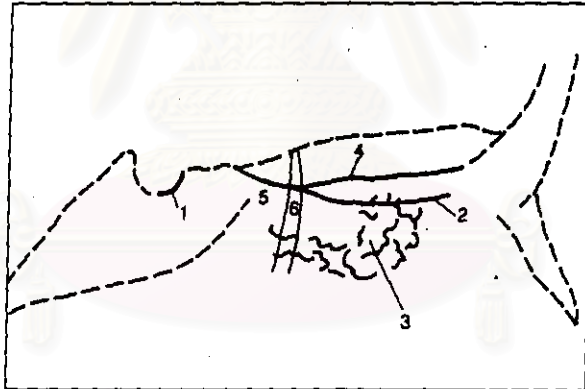
Weislander (1993) ได้เสนอการประเมินผลการเจริญเติบโต และผลการรักษาโดยเทคนิค  
ระบบ grid คือเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะตามฐานกะโหลกส่วนหน้า ซ้อนทับที่จุด  
sella แล้วสร้าง grid โดยลากเส้นตั้งฉากจากจุด sella ลงมายังระนาบการสบฟัน การเปลี่ยนแปลง  
ตำแหน่งของขากรรไกรบนและล่างวัดได้โดยใช้ grid อ้างอิง (รูปที่ 11 )

การซ้อนทับภาพรังสีบริเวณฐานกะโหลกดังกล่าวข้างต้น แสดงถึงการเจริญเติบโตและผล  
ของการรักษาที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างของใบหน้า ปริมาณและทิศทางการเจริญเติบโตของขากรรไกร  
บนและล่าง การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่าง และการเปลี่ยนแปลงของ  
เนื้อเยื่ออ่อนรอบๆ โดยเฉพาะจมูก ริมฝีปาก และคอ นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเคลื่อนของฟันเมื่อ  
เปรียบเทียบกับฐานกะโหลก วิธีการนี้ไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงเฉพาะตำแหน่งในแต่ละขา  
กรรไกรได้อย่างชัดเจน จึงต้องอาศัยเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีเฉพาะในแต่ละขากรรไกร



รูปที่ 9 เทคนิค basion horizontal

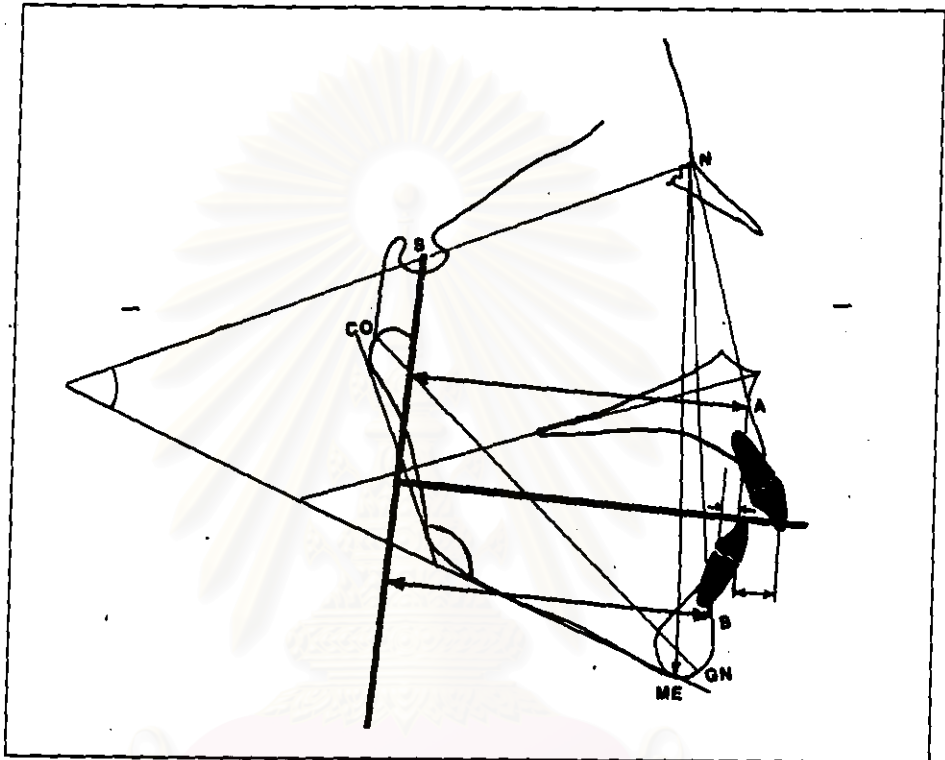
จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 10 ฐานกะโหลกส่วนหน้าซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นบริเวณอ้างอิงในการซ้อนทับภาพรังสี ได้แก่

1. ผนังด้านหน้าของ sella turcica
2. รูปร่างของ cribriform plate ของ ethmoid cell (lamina cribrosa)
3. รายละเอียดของระบบเส้นใยกระดูกใน ethmoid cell
4. ขอบเขตด้านกึ่งกลางของพื้นกระบอกตา
5. ระนาบของกระดูก sphenoid (planum sphenoidale)

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 11 การวิเคราะห์แบบ Grid โดยลากเส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟันจาก sella วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง โดยอ้างอิงจาก grid

จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.

สถาบันวิจัยทันตกรรม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เทคนิคข้อห้ามภาพรังสีในขากรรไกรบน

เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีกะโหลกศีรษะเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันในขากรรไกรบนมีความหลากหลาย

### 1. เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS

เป็นเทคนิคที่มีผู้อ้างถึงมากที่สุด (Broadbent, 1937; Moore, 1959; Salzmann, 1960; Ricketts, 1960, 1972, 1981; McNamara, 1981) (รูปที่ 12 )

Broadbent (1937) พบว่า เมื่อข้อห้ามภาพรังสีบนระนาบเพดานที่จุด ANS พื้นผิวด้านหน้าของขากรรไกรบนและจุด A จะเคลื่อนไปทางด้านหลัง

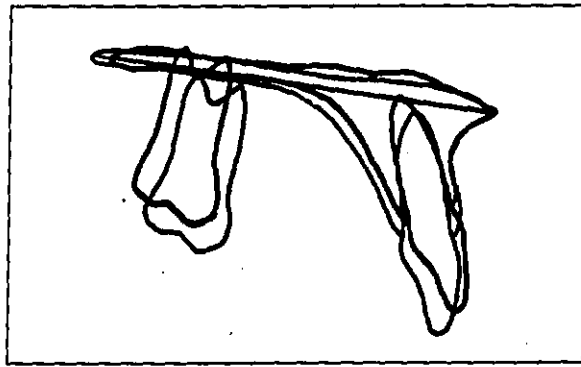
### 2. เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีตามระนาบเพดานที่ร่อง pterygomaxillary

Moore (1959) แนะนำเทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีตามระนาบเพดาน โดยจัดให้ขากรรไกรบนข้อห้ามกันพอดีที่สุดแล้วข้อห้ามที่ร่อง pterygomaxillary เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรบนจากการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนตำแหน่งของฟันในขากรรไกรบน (รูปที่ 13 )

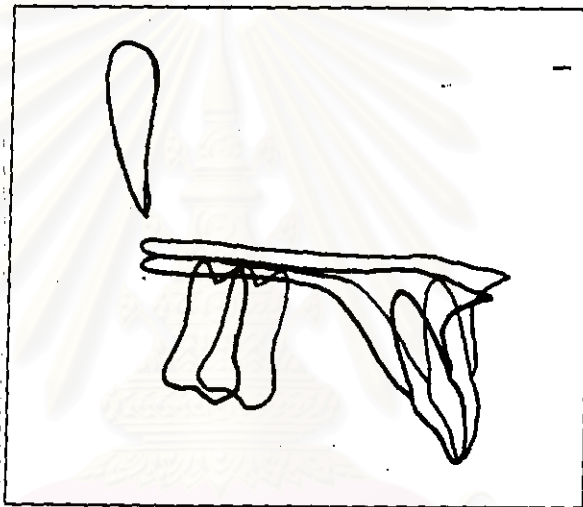
เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีในขากรรไกรบนที่ใช้ระนาบเพดานปาก (ANS-PNS) เป็นระนาบอ้างอิง หรือเทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีที่จัดให้รูปร่างลักษณะโดยรวมของขากรรไกรบนข้อห้ามกันมากที่สุดนั้นเป็นเทคนิคที่อนุโลมให้ทดแทนกันได้ แต่เนื่องจากกระดูกเพดานมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างอยู่ตลอดเวลา สังเกตได้จากมีการละลายตัวของกระดูกเพดานทางด้านจมูก และมีการพอกเพิ่มของกระดูกเพดานทางด้านช่องปาก ทำให้เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีวิธีนี้ยังมีข้อด้อย (Bjork และ Skieller, 1977 a, b) ไม่ควรข้อห้ามที่จุด ANS และ PNS เนื่องจากเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า จุด ANS และ PNS มีการปรับเปลี่ยนรูปร่างในแนวหน้าหลังอย่างมีนัยสำคัญ (Bjork และ Skieller, 1977 a) และภายหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันระนาบเพดานปากมีการหมุน (Baumrind, 1987)

### 3. เทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีตามพื้นช่องจมูกที่พื้นผิวด้านหน้าของขากรรไกรบน

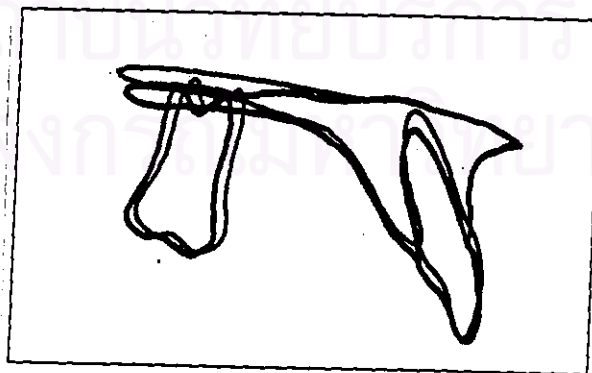
Downs (1948) และ Brodie (1949) แนะนำเทคนิคการข้อห้ามภาพรังสีไปตามพื้นช่องจมูกแล้วข้อห้ามที่พื้นผิวด้านหน้าของขากรรไกรบน Downs อธิบายว่า การกระทำเช่นนี้เพื่อกำจัดปัญหาเรื่องความแปรปรวนของ ANS (รูปที่ 14 )



รูปที่ 12 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS  
จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 13 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS โดยจัดให้ขากรรไกรบนซ้อนทับ  
กันมากที่สุด จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 14 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนพื้นช่องจมูกที่พื้นผิวด้านหน้าของขากรรไกรบน  
จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

#### 4. เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีที่พื้นผิวด้านบนและล่างของเพดาน

Salzmann (1960) ได้เสนอเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีที่พื้นผิวด้านบนและล่างของเพดานแข็ง เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในขากรรไกรบน และกำจัดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการเจริญพอกเพิ่มบริเวณ ANS

#### 5. เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีโดยจัดให้โครงสร้างภายในเพดานซ้อนทับกันมากที่สุด

McNamara (1981) เสนอให้ซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะโดยจัดให้โครงสร้างภายในกระดูกเพดาน ซ้อนทับกันพอดีที่สุด (รูปที่ 15)

#### 6. เทคนิค common Ptm co-ordinate และคงความสัมพันธ์ของ basion horizontal

Coben (1986) แนะนำเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบน common Ptm co-ordinate และคงความสัมพันธ์ของ basion horizontal (รูปที่ .16)

#### 7. เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงที่ zygomatic process

การศึกษาการเจริญของขากรรไกรบนจากภาพรังสีร่วมกับการฝังโลหะในบริเวณต่างๆของขากรรไกรบนของ Bjork (1955, 1966, 1968) และ Bjork และ Skieller (1972, 1976, 1977a,b) แสดงให้เห็นว่าขากรรไกรบนมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างอย่างมากตลอดช่วงเวลาที่มีการเจริญเติบโต การปรับเปลี่ยนรูปร่างนี้ได้แก่ การละลายของกระดูกพื้นช่องจมูกลดต่ำลง ในขณะที่บริเวณ zygomatic process ไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนรูปร่างและพื้นผิวด้านหน้ามีตำแหน่งคงเดิม ยกเว้นบริเวณต่ำสุดของ key ridge และบริเวณสูงสุดที่พื้นกระบอกตา ซึ่งขัดแย้งกับความเห็นของ Enlow, Kuroda และ Lewis (1971) ที่เสนอว่า พื้นผิวด้านหน้าของขากรรไกรบนมีการละลายตัวระหว่างที่มีการเจริญเติบโต

Bjork และ Skieller (1977a,b) พบว่าพื้นผิวด้านหน้าของ zygomatic process มีความคงที่ในแนวหน้า-หลัง (sagittal) การปรับเปลี่ยนรูปร่างโดยการพอกเพิ่มที่พื้นกระบอกตา และการละลายที่พื้นช่องจมูกมีอัตราส่วน 3 ต่อ 2 ในช่วงอายุ 4 ถึง 20 ปี ในกลุ่มตัวอย่างเด็กชาย (รูปที่ 17) ส่วนพื้นผิวทางด้านหลังของ zygomatic process มีการพอกเพิ่มโดยเกิดขึ้นมากที่สุดบริเวณต่ำสุดของ key ridge

จากการค้นพบดังกล่าวข้างต้น Bjork และ Skieller (1977a,b) จึงแนะนำให้ซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะบนพื้นผิวด้านหน้าของ zygomatic process โดยจัดวางภาพรังสีก่อนและหลังรักษาให้ระยะที่พื้นช่องจมูกลดต่ำลงเนื่องจากการละลายตัวของกระดูกเท่ากับระยะที่พื้นกระบอกตาลดต่ำลงเนื่องจากการพอกเพิ่มของกระดูก (รูปที่ 18)

Luder (1981) แนะนำเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนส่วนโค้งด้านหน้าของ zygomatic process ซ้อนทับที่จุดต่ำสุดที่ key ridge

เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในตำแหน่งที่ขากรรไกรบนซ้อนทับกันมากที่สุดมีความน่าเชื่อถือสูงกว่าเทคนิคที่ใช้ระนาบ ANS-PNS เนื่องจากส่วนเพดานปากที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีนั้นรวมเอาส่วนฐานขอบกระดูกเข้าไว้ด้วย อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ก็ยังคงจัดว่ามีความน่าเชื่อถือต่ำ และสามารถทำซ้ำได้ปานกลางด้วย (Bishara และ Athanasiou, 1995)

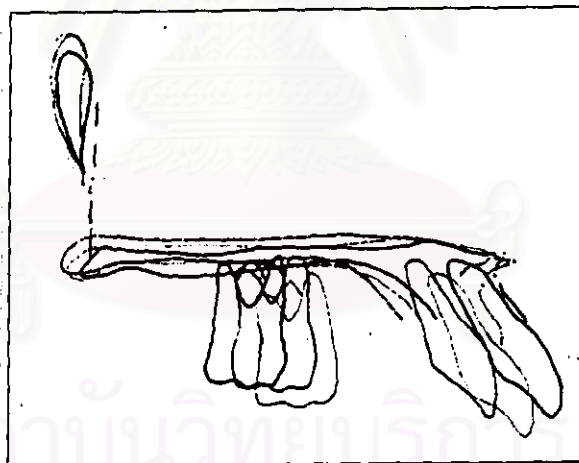
Isacson, Worms และ Spiedel (1976) เปรียบเทียบผลการประเมินการเคลื่อนของฟันบนเมื่อซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรบน ณ ตำแหน่งที่ฝังโลหะกับการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานปาก ณ จุด ANS พบว่า การเคลื่อนของฟันบนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาของ Doppel, Damon, Joondeph และ Little (1994) เพื่อค้นหาโครงสร้างอ้างอิงที่เหมาะสมสำหรับการซ้อนทับภาพรังสีเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในขากรรไกรบน ซึ่งกระทำในภาพรังสีกะโหลกศีรษะที่ถ่ายก่อนและหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันของกลุ่มตัวอย่างที่ได้กับการฝังโลหะ 50 คน (ชาย 23 คน หญิง 27 คน) อายุ 8.7 ปีถึง 20.3 ปี อายุเฉลี่ยเมื่อถ่ายภาพรังสีก่อนการรักษาคือ  $11.9 \pm 1.4$  ปี และอายุเฉลี่ยเมื่อถ่ายภาพรังสีหลังการรักษาคือ  $16.0 \pm 1.7$  ปี พบว่าพื้นกระบอกตาลเคลื่อนขึ้นบนมากกว่าที่ระนาบเพดานเลื่อนลงล่างในอัตราเฉลี่ย 1.5 ต่อ 1 มม. สอดคล้องกับการศึกษาของ Bjork และ Skieller (1977a,b) ขากรรไกรบนมีการหมุนในขนาดและทิศทางที่หลากหลายเมื่อพิจารณาสัมพันธ์กับฐานกะโหลก เช่นเดียวกับระนาบเพดานก็มีการหมุนในขนาดและทิศทางที่หลากหลายเมื่อพิจารณาสัมพันธ์กับขากรรไกรบน โครงสร้างภายในกระดูกเพดานรวมทั้ง Infraorbital foramen, PTM, จุด ANS, จุด PNS, จุด A และขอบบนและล่างของกระดูกเพดานไม่คงที่พอที่จะเป็นโครงสร้างอ้างอิง หรือจุดอ้างอิงในการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรบน ในขณะที่ส่วนหน้าและส่วนหลังของ zygomatic process ของขากรรไกรบนเป็นโครง



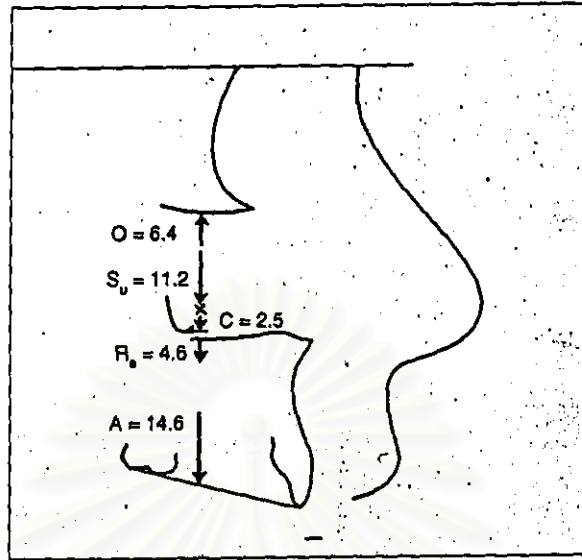


รูปที่ 15 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนตำแหน่งที่โครงสร้างภายในเพดานซ้อนทับกันมากที่สุด  
จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



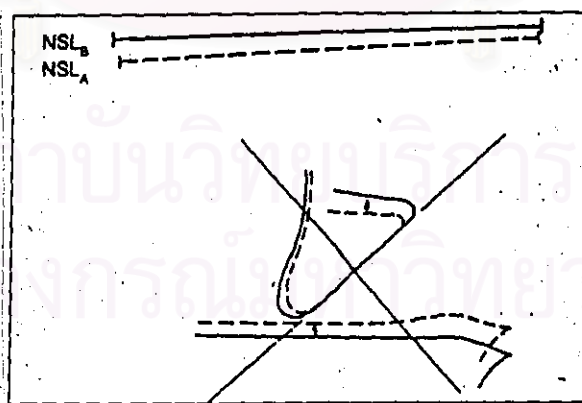
รูปที่ 16 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบน common Ptm co-ordinate และคงความสัมพันธ์ของ  
basion horizontal

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย จากอายุ 4 ปี จนถึงผู้ใหญ่ ในเด็กชาย 9 คน วัดจาก lateral implant จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

- Su - การลดต่ำลงของ suture ของขากรรไกรบน
- O - การพอกเพิ่มของกระดูกที่พื้นกระบอกตา
- A - ความสูงที่เพิ่มขึ้นของสันกระดูกเบ้าฟัน จากการพอกเพิ่มของกระดูก
- Re - การลดต่ำลงของพื้นช่องจมูก จากการละลายตัวของกระดูก
- C - การพอกเพิ่มของกระดูกที่ infrazygomatic crest



รูปที่ 18 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิง

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

สร้างที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพื่อใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงสำหรับการซ้อนทับภาพรังสีเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในซากกระดูก

Baumrind, Bassat, Bravo, Curry และ Korn (1996) วิจัยการเคลื่อนของฟันในซากกระดูกที่เกิดจากการเจริญเติบโต และจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 31 คน ที่มีการสบฟันชนิด Class I หรือ Class II รุนแรงปานกลางและยังมีการเจริญเติบโต กลุ่มตัวอย่างทุกรายได้รับการฝังโลหะตามวิธีของ Bjork (1955, 1968) กลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติได้รับการจัดฟันด้วยเทคนิค edgewise และส่วนใหญ่มีการใช้เครื่องมือจัดฟันนอกช่องปาก ประเมินการเคลื่อนของฟันเปรียบเทียบกับส่วนกะโหลกโดยซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะบนฐานกะโหลกส่วนหน้า (ACB) (รูปที่ 19) จากนั้นซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะบริเวณซากกระดูก โดยซ้อนทับบนโลหะ (IMP-MAX) (รูปที่ 20) และซ้อนทับบนตำแหน่งที่กระดูกเพดานและซากกระดูกส่วนหน้าซ้อนทับกันพอดีที่สุด (A-MAX) (รูปที่ 20) เพื่อประเมินการเคลื่อนของฟันตัดและฟันกรามแท้ซี่แรกจากจุดอ้างอิงดังนี้

U6C - ยอดปุ่มฟันใกล้กลางด้านแก้มของฟันกรามแท้ซี่แรกบนซี่ที่อยู่หน้าสุด

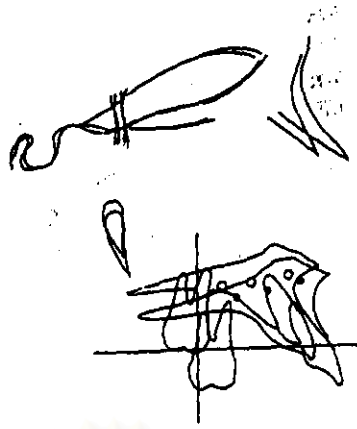
U6A - ปลายรากฟันใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่แรกบนซี่ที่อยู่หน้าสุด

UIE - ปลายตัดของฟันตัดซี่กลางบนซี่ที่ยื่นที่สุด

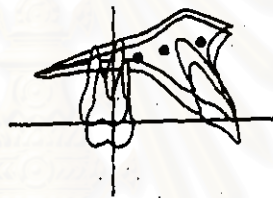
UIA - ปลายรากฟันตัดซี่กลางบนซี่ที่ยื่นที่สุด

ระยะที่จุดอ้างอิงดังกล่าวเคลื่อนไปในแนวราบและแนวตั้ง วัดสัมพันธ์กับระนาบในแนวราบ (แกน X) ได้แก่ระนาบการสบฟันของ Downs (1948) และระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง (แกน Y) ได้แก่เส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟันที่ลากผ่านยอดปุ่มฟันใกล้กลางด้านแก้มของฟันกรามแท้ซี่แรกบนระนาบอ้างอิงทั้งสองกำหนดในภาพรังสีกะโหลกศีรษะภาพแรก (รูปที่ 21) การศึกษา Baumrind และคณะสรุปว่า การซ้อนทับภาพรังสีบนตำแหน่งที่กระดูกเพดานและซากกระดูกส่วนหน้าซ้อนทับกันพอดีที่สุด (A-MAX) ประเมินการเคลื่อนของฟันมาทางด้านหน้ามากกว่าเมื่อเทียบกับเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบน โลหะ (IMP-MAX)

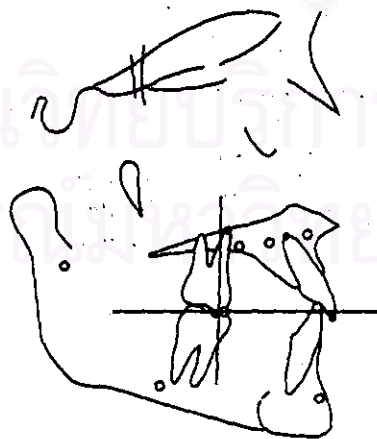
Nielsen (1989) เปรียบเทียบเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของฟันบน 2 เทคนิค ได้แก่เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS และเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงในซากกระดูก กับเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโลหะ การศึกษากระทำโดยใช้ภาพรังสีกะโหลกศีรษะก่อนและหลังการรักษาของผู้ป่วย 18 ราย เป็นเด็กชาย 6 ราย เด็กหญิง 12 ราย อายุเฉลี่ย 18 ปี ภาพรังสีแรกถ่ายเมื่ออายุ  $10 \pm 0.56$  ปี เกณฑ์ในการ



รูปที่ 19 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของใบหน้าโดยรวม จากเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนฐานกะโหลกส่วนหน้า (ACB) จาก Baumrind, Ben-Bassat, Bravo, Curry และ Korn; Angle Orthod, 1996.



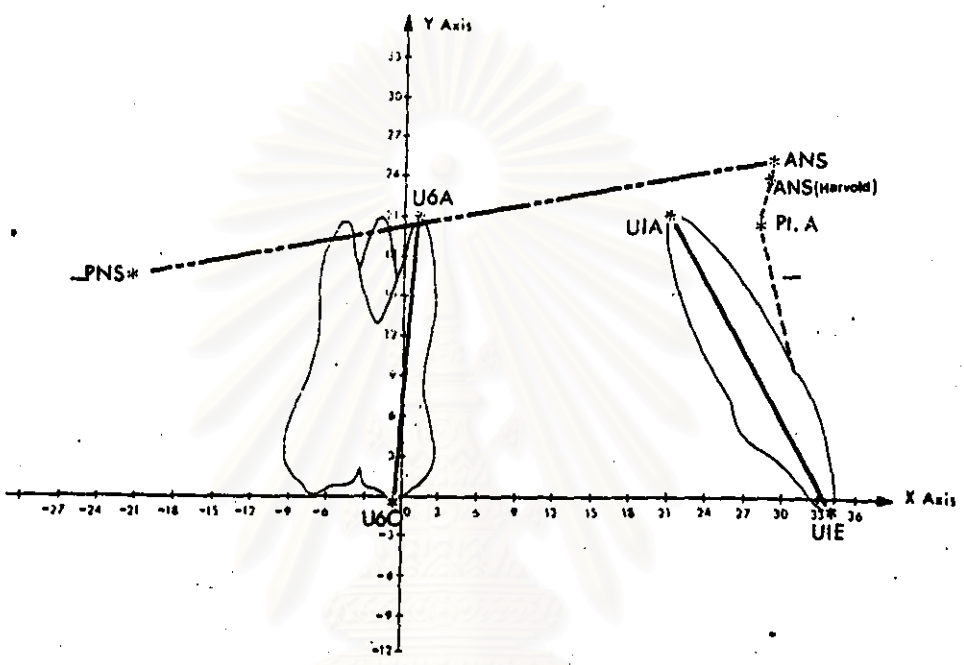
รูปที่ 20 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโลหะ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงภายในขากรรไกรบน จาก Baumrind, Ben-Bassat, Bravo, Curry และ Korn; Angle Orthod, 1996.



รูปที่ 21 ภาพลอกลาย แสดงตำแหน่งฟันตัด และฟันกรามแท้ซี่แรก จุดอ้างอิง และระนาบอ้างอิงในแนวแกน X และ แกน Y ระนาบอ้างอิงในแนวแกน X ได้แก่ระนาบการสบฟันของ Downs จาก Baumrind, Ben-Bassat, Bravo, Curry และ Korn; Angle Orthod, 1996.

เลือกภาพรังสีที่ใช้ศึกษาเน้นที่คุณภาพของภาพรังสีเป็นหลัก โดยต้องมีความคมชัดบริเวณ zygomatic process, anterior nasal spine (ANS) และพื้นที่กระดูกตา กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษามีทั้ง ที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และไม่ได้ได้รับการรักษาใดๆ มีการสบฟันชนิด Class I และ Class II การลอกลายเส้นภาพรังสีจะโลกศึระจะกระทำอย่างอิสระในเวลาที่แตกต่างกัน และกระทำเฉพาะแต่ละภาพรังสีในแต่ละเทคนิคตามที่ Baumrind, Miller และ Molthen กล่าวไว้ในปี 1976 และ 1980 ภาพรังสีสำหรับเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานและเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงไม่มีโลหะฝังอยู่ด้วย เพื่อกำจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้น และซ้อนทับภาพรังสีทั้ง 3 เทคนิคซ้ำอีกครั้งในเวลาที่แตกต่างกัน และให้ผู้วิจัยคนที่สองทำการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงซ้ำอีกครั้งอย่างอิสระในเวลาที่แตกต่างกันเพื่อกำจัดความลำเอียงที่อาจจะเกิดขึ้น จุดอ้างอิงเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฟันบน ได้แก่ ปุ่มฟันใกล้กลางด้านแก้มของฟันกรามแท้บนซี่แรก (U6C) ปลายรากฟันกรามแท้บนซี่แรก (U6A) ปลายตัดของฟันตัดซี่กลางบนซี่ที่ยื่นที่สุด (UIE) และปลายรากฟันซี่กลางบนซี่ที่ยื่นที่สุด (UIA) ระนาบอ้างอิงที่กำหนดไว้บนภาพรังสีแรกได้แก่ ระนาบการสบฟันของ Downs (1948) (แกน X) และเส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟันของ Downs ที่ลากผ่านปุ่มฟันใกล้กลางของฟันกรามแท้บนซี่แรก (แกน Y) (รูปที่ 22) ผลการศึกษาพบว่า เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานบนตำแหน่งที่ซ้อนทับกันพอดีที่สุด และการซ้อนทับที่จุด ANS ประเมินการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดอ้างอิงในส่วนกระดูกและฟันในแนวตั้งน้อยกว่าปกติ เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนรูปร่างของขากรรไกรบน โดยประเมินการขึ้นของฟันบนน้อยกว่าปกติถึงร้อยละ 30 ถึง 50 และการซ้อนทับภาพรังสีบนโลหะ และการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงพบว่า ANS มีการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้งมากกว่า PNS ถึงสองเท่า นอกจากนี้ยังพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโลหะ และบนโครงสร้างอ้างอิงในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงในแนวตั้ง (รูปที่ 23, 24) ดังนั้น Nielsen (1989) จึงสรุปว่า เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิง คือ พื้นผิวด้านหน้าของ zygomatic process นั้น มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงในขากรรไกรบน จากการเจริญเติบโต และ/หรือจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน แต่เทคนิคนี้มีข้อด้อยที่สำคัญ คือ zygomatic process เป็นโครงสร้างที่มีสองข้าง จึงอาจมีปัญหาในการกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของโครงสร้างอ้างอิงบนภาพลอกลาย ทำให้เทคนิคดังกล่าวมีความสามารถในการทำซ้ำได้ต่ำ (Bishara และ Athanasion, 1995) .

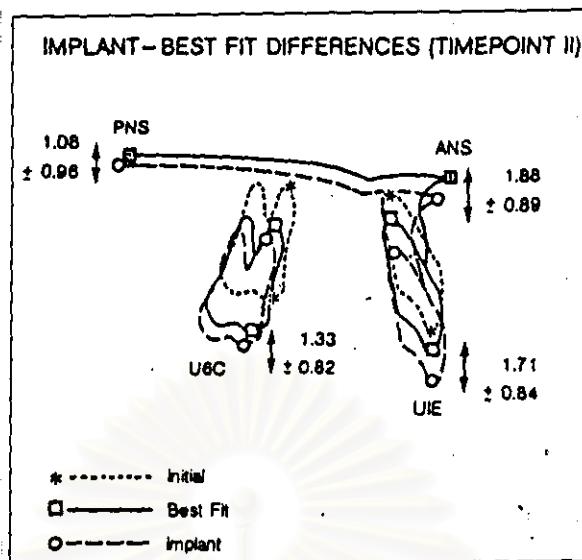
Cook , Sellke และ Be Gole (1994) เปรียบเทียบเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสี เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งฟันบน 2 เทคนิคคือ เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS



รูปที่ 22 จุดอ้างอิงและระนาบอ้างอิงของภาพรังสีก่อนการรักษา ระนาบอ้างอิงในแนวแกน X คือ ระนาบการสบฟันของ Downs

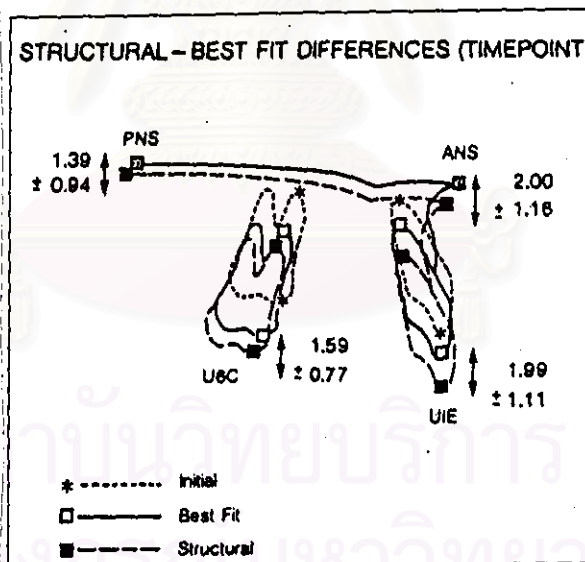
จาก Nielsen; Am J Orthod Dentofac Orthop, 1989.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 23 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง ในการเคลื่อนไปของจุดอ้างอิงใน กระดูก และฟัน ระหว่างเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโลหะกับเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบน ตำแหน่งที่ซ้อนทับกันมากที่สุด ในเวลา 4 ปี (N = 18)

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 24 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง ในการเคลื่อนไปของจุดอ้างอิงใน กระดูกและฟัน ระหว่างเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิงและเทคนิคการซ้อนทับ ภาพรังสีบนตำแหน่งที่ซ้อนทับกันมากที่สุด ในระยะเวลา 4 ปี (N = 18)

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

และเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนตำแหน่งที่โครงสร้างภายในของกระดูกเพดานปากซ้อนทับกันมากที่สุด ศึกษาในภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างก่อนและหลังการรักษาของผู้ป่วยเด็กที่มีการสบฟันชนิด Class II Division I จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 รักษาด้วย cervical pull headgear และ utility arch ในขากรรไกรล่าง กลุ่มที่ 2 รักษาด้วย cervical pull headgear เพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 3 ไม่ได้รับการรักษา ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการถ่ายภาพรังสีก่อนและหลังการรักษาคือ 1 ปี 6 เดือน วัดผลโดยบันทึกจุด 2 จุดบนภาพรังสีก่อนการรักษาลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองลักษณะของโลหะตามวิธีของ Chebib และคณะ (1976) จากนั้นซ้อนทับภาพรังสีไปตามกระดูก cortical ทางด้านลิ้นของเพดานโดยจัดให้โครงสร้างภายในซ้อนทับพอดีที่สุดแล้วบันทึกจุด 2 จุดเดิมบนภาพรังสีซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์วัดการเปลี่ยนแปลงในแนวราบ แนวตั้ง และการเปลี่ยนแปลงมุม โดยวัดจากจุดที่อยู่ข้างหลัง ส่วนเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS เครื่องคอมพิวเตอร์จะวัดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นจากจุด ANS สำหรับการวัดความสามารถในการทำซ้ำได้ของเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีทั้งสองทำโดยสุ่มภาพรังสีก่อนและหลังการรักษา 10 ชุด ลอกลายภาพรังสีซ้ำและทำการวัดซ้ำตามวิธีดังกล่าวข้างต้นโดยทิ้งระยะเวลาห่างจากการวัดครั้งแรก 14 วันแล้วนำผลที่ได้ทั้งสองมาเปรียบเทียบกันด้วยสถิติ t-test พบว่าเทคนิคทั้งสองประเมินการเคลื่อนของฟันบนไปในทางเดียวกันและไม่มีเทคนิคใดเหนือกว่าในทางสถิติ จึงแนะนำให้ใช้เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีตามระนาบเพดานที่จุด ANS เนื่องจากทำได้ง่ายกว่า

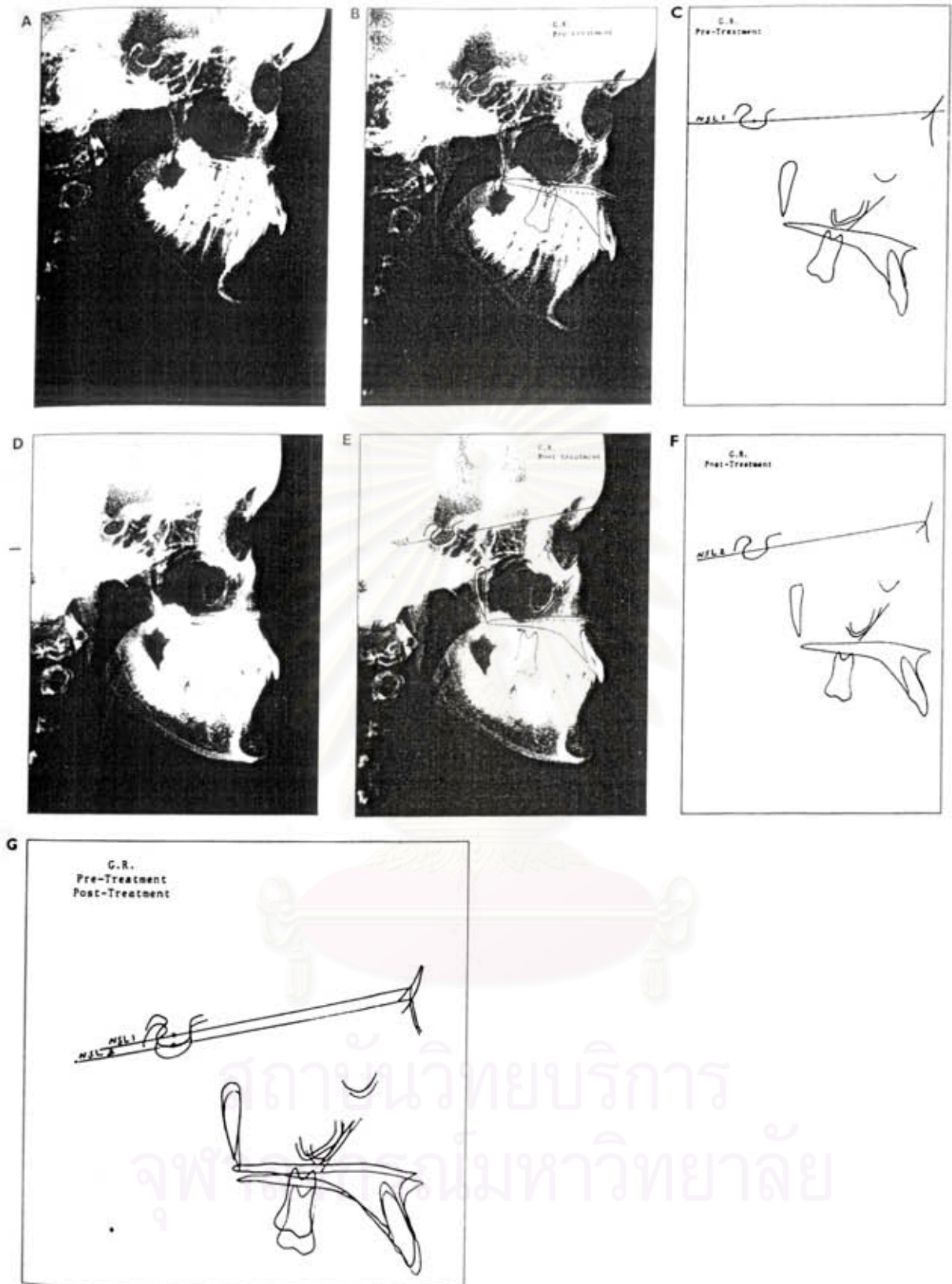
Bishara และ Athanasiou (1995) ได้เสนอเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรบน 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคที่อาศัยโครงสร้างอ้างอิง และเทคนิคที่ดัดแปลงมาจากเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีโดยจัดให้ซ้อนทับกันมากที่สุด

### ขั้นตอนการซ้อนทับภาพรังสีโดยอาศัยโครงสร้างอ้างอิงในขากรรไกรบน

เทคนิคนี้เหมาะสำหรับกรณีที่มีรายละเอียดของ zygomatic process มีความชัดเจนในภาพรังสีทั้งสองภาพที่นำมาซ้อนทับกัน มีวิธีการตามขั้นตอนดังนี้ (รูปที่ 25)

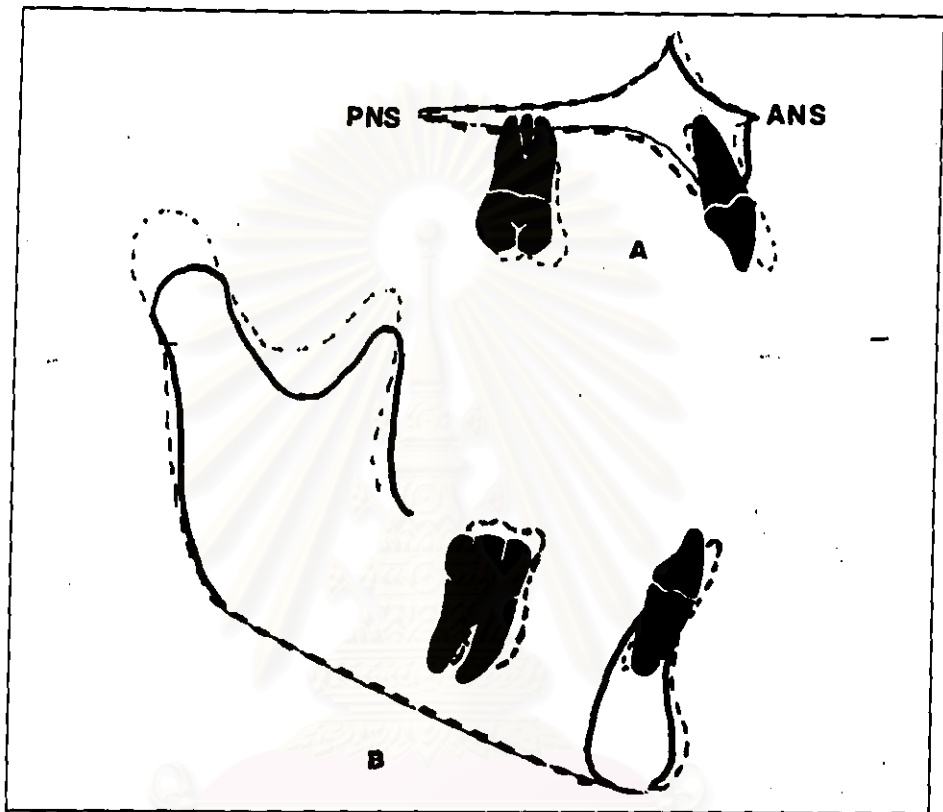
1. วาดกระดาษลอกลายบนภาพรังสีกะโหลกศีรษะ ลอกรายละเอียดรูปร่างของ zygomatic process แล้วลากเส้นสัมผัสพื้นผิวด้านหน้า ถ้าเห็นรูปร่างของ zygomatic process เป็น 2 เส้น ให้แบ่งครึ่งระหว่างเส้นทั้งสอง
2. ลอกรายละเอียดรูปร่างของกระดูกเพดานปาก ฟันกรามแท้ซี่แรกบน ฟันตัดซี่กลางบนที่ยื่นที่สุด zygomatic process ฟันกระบอกตา เส้น N-S และเส้นที่ลากสัมผัสพื้นผิวด้านหน้าของ





รูปที่ 25 ขั้นตอนการซ้อนทับภาพรังสีบนโครงสร้างอ้างอิง (A) ภาพรังสีก่อนการรักษา (B) ภาพลอกลายบนภาพรังสีก่อนการรักษา (C) ภาพลอกลายก่อนการรักษา (D) ภาพรังสีหลังการรักษา (E) ภาพลอกลายบนภาพรังสีหลังการรักษา (F) ภาพลอกลายหลังการรักษา (G) การซ้อนทับของภาพลอกลายก่อน และหลังการรักษา

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 33 A เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนตำแหน่งที่ขากรรไกรบนซ้อนทับกันมากที่สุดโดยระนาบ ANS-PNS ขนานกัน

B เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างบนรูปร่างของกระดูก cortical ทางด้าน โกล์ดไลน์ของ symphysis และขอบล่างของขากรรไกรล่างรวมทั้งคลองประสาทขากรรไกรล่าง

จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.

zygomatic process ภาพลอกลายของภาพถ่ายรังสีแรกใช้สีดำ และภาพลอกลายของภาพรังสีที่สองใช้สีน้ำเงิน หรือสีแดง แล้วแต่ว่าอยู่ในระยะใด

3. ซ้อนทับภาพลอกลายทั้งสองบนเส้นสัมผัสพื้นผิวด้านหน้าของ zygomatic process เพื่อพิจารณาการพอกเพิ่มของกระดูกที่พื้นกระบอกตา เลื่อนภาพลอกลายให้ปริมาณที่มีการละลายของพื้นช่องจมูกเท่ากับที่มีการพอกเพิ่มของพื้นกระบอกตา แล้วยึดไว้ด้วยแถบขาว

4. ปริมาณของการหมุนของขากรรไกรบนศึกษาได้จากระนาบ N-S ทั้งสองที่ทำมุมกัน ถ้าจุดที่ระนาบทั้งสองตัดกันอยู่มาทางด้านหน้า แสดงว่าเป็นการหมุนมาข้างหน้า

เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรบนโดยอาศัยโครงสร้างอ้างอิงในขากรรไกรบนมีความน่าเชื่อถือในระดับปานกลางถึงสูง แต่มีความสามารถในการทำซ้ำได้ต่ำ (Kristensen, 1989)

**เทคนิคที่ดัดแปลงจากการซ้อนทับภาพรังสีในตำแหน่งที่โครงสร้างภายในขากรรไกรบนซ้อนทับกันมากที่สุด**

เทคนิคนี้ใช้ในกรณีที่มีรายละเอียดของ zygomatic process บนภาพรังสีไม่ชัดเจน วิธีนี้จะทำการซ้อนทับภาพรังสีบนพื้นผิวของช่องจมูกและกระดูกเพดาน ในบริเวณที่ไม่ถูกกระทบโดยการเคลื่อนของฟันตัด มีวิธีตามขั้นตอนดังนี้ (รูปที่ 26 )

1) ลอกรายละเอียดโครงสร้างภายในขากรรไกรบน ได้แก่ ขอบเขตของกระดูกเพดาน ฟันกรามแท้ซี่แรก ทางเข้าของ incisal canal (ถ้ามองเห็น) และฟันตัดซี่กลางบนที่ยื่นที่สุดด้วยสีที่เหมาะสม

2) วางภาพลอกลายที่สองทับบนภาพแรก ปรับให้โครงสร้างต่อไปนี้ซ้อนทับพอดีกันที่สุด

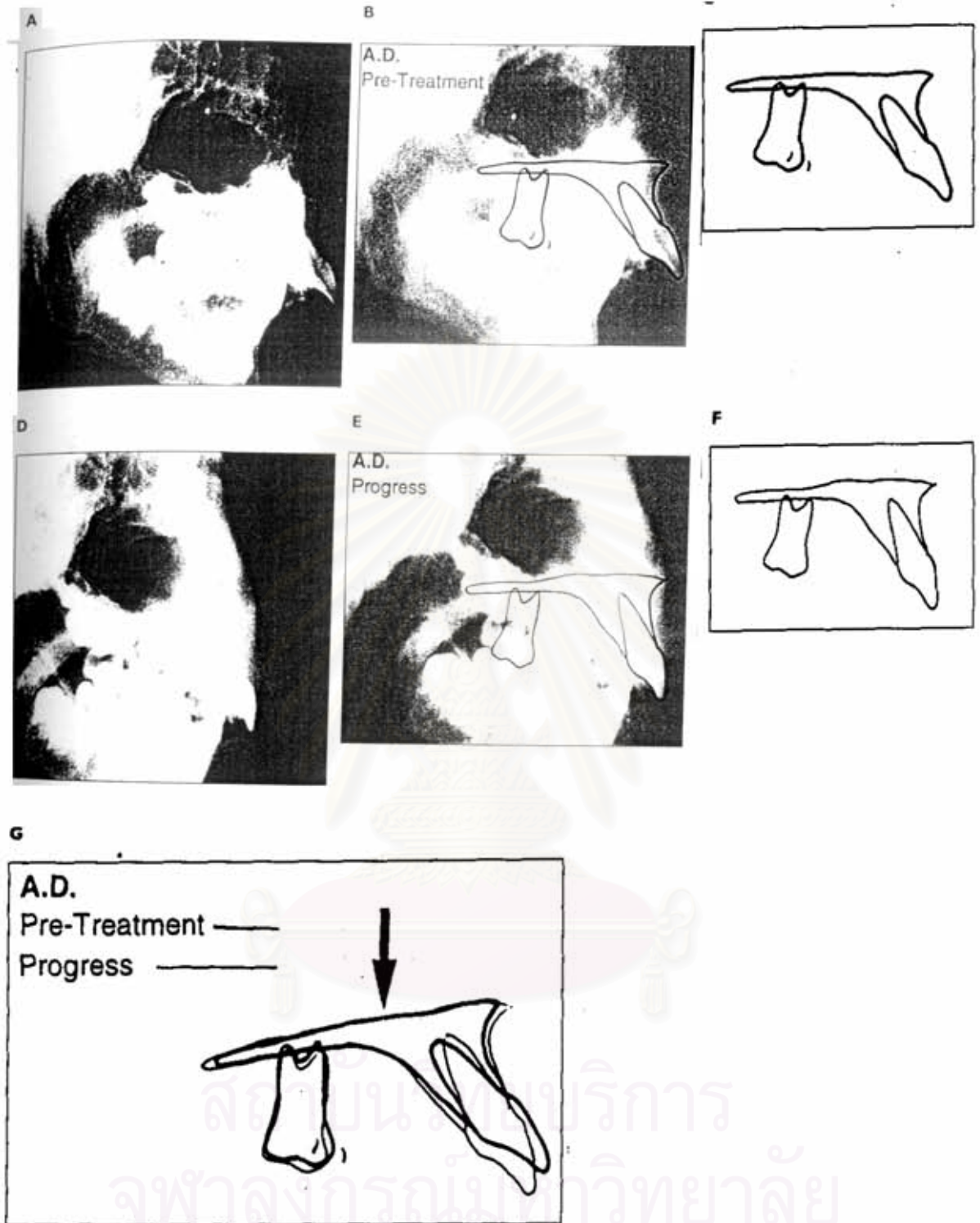
2.1 รูปร่างของกระดูกเพดาน

2.2 รูปร่างของพื้นช่องจมูก

2.3 ทางเข้าของ incisal canal

ยึดภาพลอกลายทั้งสองด้วยแถบขาวตามที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นว่า เมื่อเลือกใช้เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีให้พอดีที่สุด พึงระลึกว่าเทคนิคนี้คาดคะเนการขึ้นของฟันกรามแท้ น้อยกว่าที่ควรประมาณร้อยละ 30 และการขึ้นของฟันตัดประมาณร้อยละ 50

เทคนิคนี้มีความน่าเชื่อถือในระดับต่ำ และสามารถทำซ้ำใหม่ได้ปานกลาง (Kristensen, 1989)



รูปที่ 26 ขั้นตอนการซ้อนทับภาพรังสีที่ ดัดแปลงจากวิธีซ้อนทับกันพอดีที่สุด

(A) ภาพรังสีก่อนการรักษา (B) ภาพลอกลายบนภาพรังสีก่อนการรักษา (C) ภาพลอกลาย ก่อนการรักษา (D) ภาพรังสีขณะทำการรักษา (E) ภาพลอกลายบนภาพรังสีขณะทำการรักษา (F) ภาพลอกลายขณะทำการรักษา (G) การซ้อนทับของภาพลอกลายก่อนการรักษาและขณะทำการรักษา

จาก Bishara และ Athanasiou; Orthodontic Cephalometry, 1995.

## เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง

เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างไม่มีความหลากหลายเหมือนเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรบน

Ricketts (1975) เสนอเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง โดยใช้ corpus axis (PM-Xi) เป็นระนาบอ้างอิง ซ้อนทับที่ PM (รูปที่ 27)

Salzmann (1960) เสนอวิธีการซ้อนทับภาพรังสีเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในขากรรไกรล่าง โดยการซ้อนทับภาพรังสีตามขอบล่างของขากรรไกรล่าง และด้านในของกระดูก symphysis แม้ว่าขอบล่างของขากรรไกรล่างจะมีความน่าเชื่อถือต่ำ เนื่องจากจุด gonion เคลื่อนไปทางด้านหลังและลงล่างขณะมีการเจริญเติบโต และระนาบขากรรไกรล่างก็มีผู้กำหนดไว้หลากหลาย แต่ระนาบขากรรไกรล่างที่เขาแนะนำให้ใช้ ได้แก่

- 1) ระนาบที่สัมผัสกับขอบล่างของขากรรไกรล่าง ซึ่งค่อนข้างเป็นปัญหา ในกรณีที่มี antegonial notch ลึกหรือส่วนโค้งของขอบล่างขากรรไกรล่างมีความโค้งมาก
- 2) เส้นที่ลากจากจุด gonion ไปยังจุด gnathion
- 3) ระนาบระหว่างจุด gonion และจุด menton (รูปที่ 28)

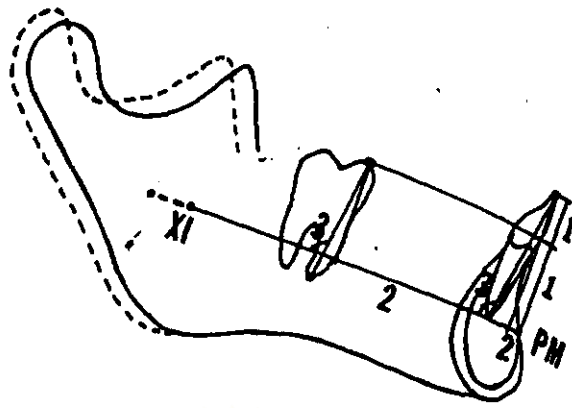
Salzmann (1972) แนะนำโครงสร้างและระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง ได้แก่

- 1) ขอบล่างของขากรรไกรล่าง
- 2) เส้นสัมผัสขอบล่างของขากรรไกรล่าง
- 3) ระนาบขากรรไกรล่างที่ลากระหว่างจุด Menton (Me) และ Gonion (Go)

เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบขากรรไกรล่างมีความแม่นยำต่ำ แต่สามารถทำซ้ำได้สูง (Kristensen, 1989)

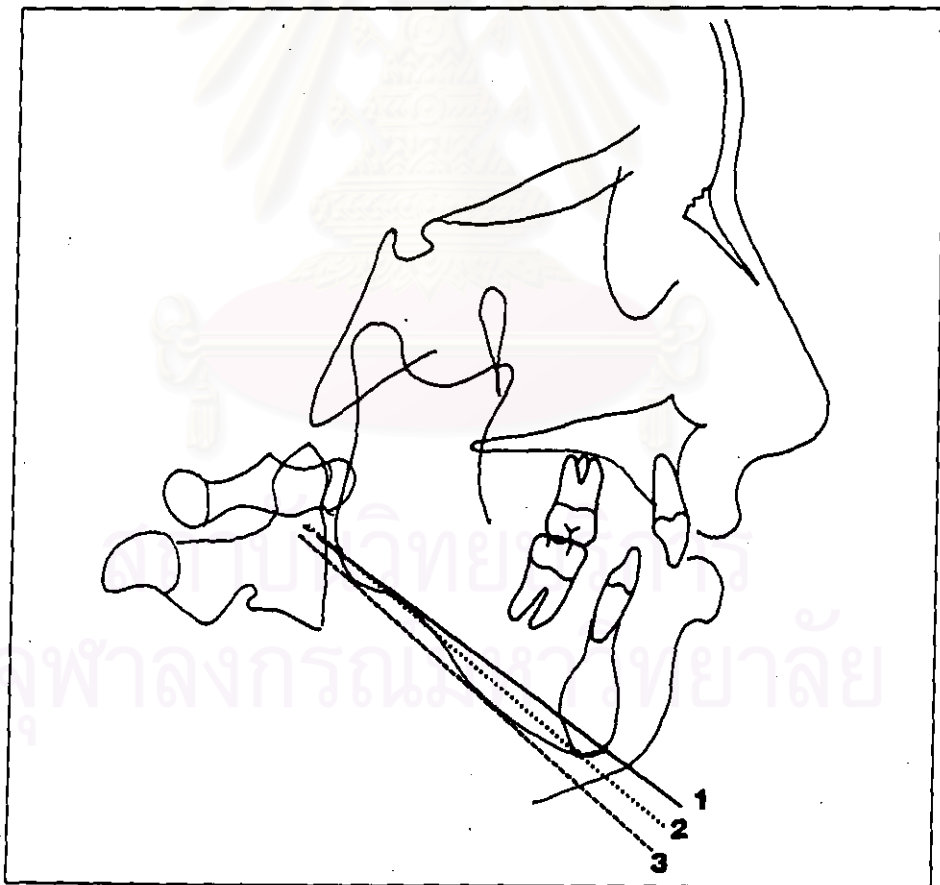
Bjork (1963) แย้งว่าเทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างดังกล่าวมีความถูกต้องไม่มากนัก เนื่องจากขากรรไกรล่างมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างตามขอบอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรล่างโดยอาศัยการฝังโลหะของ Bjork (1955) แสดงให้เห็นว่าการเจริญของขากรรไกรล่างส่วนใหญ่เกิดที่บริเวณหัวข้อต่อขากรรไกร ส่วน



รูปที่ 27 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง หรือเทคนิคซ้อนทับภาพรังสีตำแหน่งที่ 4 ซึ่ง  
เสนอโดย Ricketts จาก Cook, Sellke และ BeGole; Am J Orthod Dentofac Orthop, 1994.

- 1) การเปลี่ยนแปลงในแนวตั้ง
- 2) การเปลี่ยนแปลงในแนวราบ
- 3) การเปลี่ยนแปลงของมุมระหว่างแนวแกนฟันกับ corpus axis การเคลื่อนที่ไป  
ทางโคลกลาง และขึ้นบน เป็น + การเคลื่อนที่มาจากกลางและลงล่าง เป็น -



รูปที่ 28 ระนาบขากรรไกรล่าง 1) gonion-gnathion 2) gonion-menton  
3) เส้นสัมผัสขอบล่างกระดูกขากรรไกรล่าง

จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.

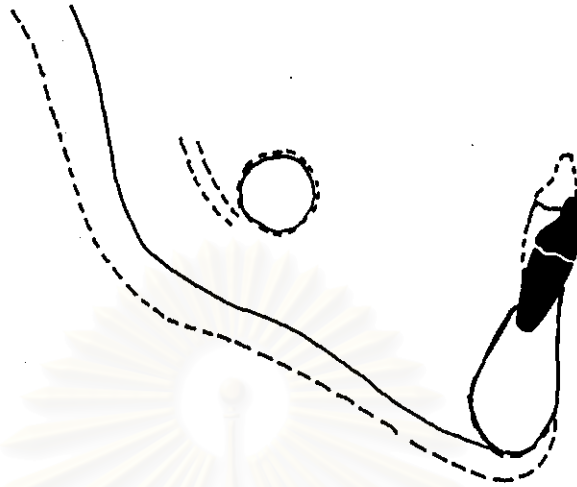
หน้าของขากรรไกรล่างคงที่ ความหนาของ symphysis ที่เพิ่มขึ้นเกิดในบริเวณผิวทางด้านหลังและขอบล่าง ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความสูงของ symphysis ด้วยการพอกเพิ่มของเยื่อหุ้มกระดูกได้ symphysis จะเกิดขึ้นตลอดไปทางด้านหลังจนถึงขอบหน้าของส่วนล่างของขากรรไกรล่าง บริเวณใต้มุมขากรรไกรล่างมักมีการละลายตัวของกระดูก การพอกเพิ่มและละลายตัวของกระดูกจะทำให้ขอบล่างของขากรรไกรล่างมีรูปร่างแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

ทิศทางของการเจริญของหัวข้อต่อขากรรไกรโดยทั่วไปมักจะมาทางด้านหน้า แต่อาจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ซึ่งทิศทางของการเจริญของหัวข้อต่อขากรรไกรนี้อาจแตกต่างกันได้ถึง 45 องศา ทำให้การเจริญของขากรรไกรล่างมีทิศทางไปข้างหน้า ไปในแนวตั้งหรือแม้แต่ไปทางด้านหลัง Bjork พบว่า คลองประสาทขากรรไกรล่าง (mandibular canal) ไม่มีการปรับเปลี่ยนรูปร่างไปตามพื้นผิวด้านนอกของขากรรไกรล่าง และเส้นใยกระดูกที่เกี่ยวข้องอยู่กับคลองประสาทมีความคงที่ เขาสรุปว่า รูปร่างของคลองประสาทบ่งบอกถึงรูปร่างเดิมของขากรรไกรล่าง นอกจากนี้ ขอบล่างของหน่อฟันกรามที่กำลังเจริญก็มีความคงที่จนกระทั่งเริ่มสร้างรากฟัน ดังนั้น ในช่วงเวลาหนึ่ง รูปร่างของคลองประสาทและหน่อฟันกรามอาจใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงในการวิเคราะห์การเจริญของขากรรไกรล่างได้ (รูปที่ 29) ในทางคลินิกสามารถทำการซ้อนทับภาพรังสีที่โครงสร้างอ้างอิงดังกล่าวเพื่อประเมินการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษาโดยอาศัยการฝังโลหะของ Bjork (1963, 1969) และ Bjork และ Skieller (1983) สรุปว่า โครงสร้างอ้างอิงที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีในกระดูกขากรรไกรล่าง ได้แก่ (รูปที่ 30)

- 1) รูปร่างทางด้านหน้าของกระดูกคาง
- 2) รูปร่างด้านในของ cortical plate ตรงบริเวณขอบล่างของ symphysis และเส้นใยกระดูกในส่วนล่างของ symphysis
- 3) รูปร่างของคลองประสาทขากรรไกรล่างทางด้านหลัง และรูปร่างของหน่อฟันกรามที่มีการสะสมของแร่ธาตุแล้ว ซึ่งใช้ได้ในช่วงตั้งแต่เริ่มมีการสะสมแร่ธาตุของส่วนตัวฟันจนถึงเริ่มสร้างรากฟัน (Bjork และ Skieller, 1983)

เทคนิคที่ใช้โครงสร้างอ้างอิงในการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างมีความน่าเชื่อถือในระดับปานกลางถึงสูง และสามารถทำซ้ำเดิมได้ปานกลางถึงสูงเช่นกัน (Kristensen, 1989)



รูปที่ 29 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างบนโครงสร้างข้างอิงตามเทคนิคของ Bjork จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.



รูปที่ 30 โครงสร้างข้างอิงในขากรรไกรล่างที่ใช้ในการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง  
 1) รูปร่างทางด้านหน้าของกระดูกคาง 2) รูปร่างด้านในของ cortical plate ตรงบริเวณขอบ  
 ล่างของ symphysis 3) รูปร่างของ mandibular canal 4) รูปร่างของหน่อฟันกราม  
 จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.



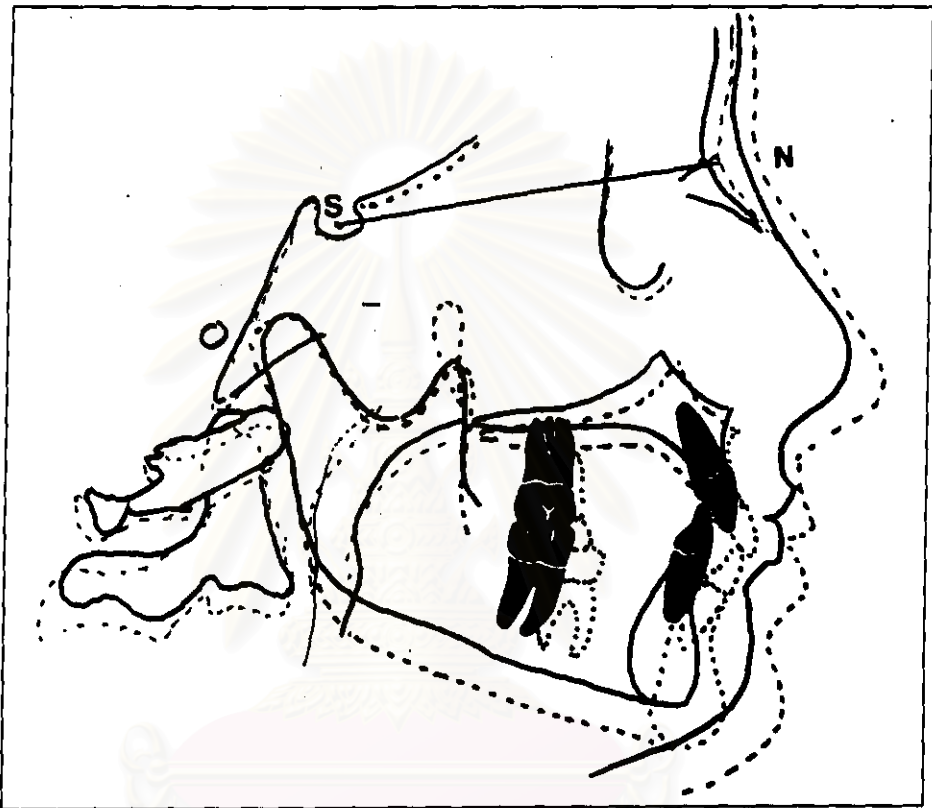
ในกรณีทีโครงสร้างอ้างอิงไม่ชัดเจนและระบุได้ยากนั้น สามารถใช้ขอบล่างของขากรรไกรล่างแทนได้ แต่ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ขอบล่างของขากรรไกรล่างนั้นมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอยู่อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับโครงสร้างอ้างอิงดังกล่าวไว้ข้างต้น และมีความแปรปรวนอย่างมาก การเปลี่ยนแปลงรูปร่างนี้ได้แก่การพอกเพิ่มในส่วนหน้า และการละลายตัวในส่วนหลัง เช่น บริเวณ gonion (Bjork, 1969)

Johnston (1986) และ Luecke และ Johnston (1992) ได้พัฒนาการวิเคราะห์แบบ Pitchfork (รูปที่ 31) เพื่อประเมินผลการเจริญ และ/หรือการเคลื่อนที่ของขากรรไกรบนและล่าง รวมทั้งบันทึกการเคลื่อนที่ของฟันกรามและฟันตัดบนและล่าง การเจริญและ/หรือการเคลื่อนที่ของขากรรไกรบนและล่างวัดเปรียบเทียบกับฐานกะโหลก (ซ็อนทับที่จุด SE) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันกรามและฟันตัดบนและล่าง วัดเปรียบเทียบกับขากรรไกร (ซ็อนทับตามบริเวณ) การวัดทั้งหมดกระทำตามแนวระนาบการสบฟัน และให้เครื่องหมายตามการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขตำแหน่งของฟันกรามและ overjet ดังนั้น ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงของกระดูกและฟันจะเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ของฟันกรามและ overjet จากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

Jacobson และ Sadowsky (1995) ได้สรุปเทคนิคการซ็อนทับภาพรังสีที่เป็นที่ยอมรับเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงระหว่างภาพถ่ายรังสี 2 ภาพที่ถ่ายในเวลาต่างกันอย่างถูกต้อง ได้แก่

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและ/หรือการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาของกะโหลกศีรษะและใบหน้า ให้ซ็อนทับภาพรังสีบนระนาบ Sella-Nasion (S-N) ซ็อนทับที่จุด sella (S)
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และ/หรือการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาของขากรรไกรบน ให้ซ็อนทับภาพรังสีตามระนาบ ANS-PNS โดยจัดให้พื้นผิวของกระดูกเพดานซ็อนทับกันพอดีที่สุด
3. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และ/หรือการเปลี่ยนแปลงจากการรักษาของขากรรไกรล่าง ให้ซ็อนทับภาพรังสีบนกระดูก cortical ด้านใกล้ลิ้นของ symphysis และบนคลองประสาทขากรรไกรล่าง หากว่าคลองประสาทไม่คมชัด ให้จัดวางตามขอบล่างของขากรรไกรล่าง (รูปที่ 32, 33)





รูปที่ 32 เทคนิคการซ้อนทับภาพรังสีบนระนาบ sella-nasion ที่ sella เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลง  
ของใบหน้า และกะโหลกศีรษะโดยรวม

จาก Jacobson และ Sadowsky; Radiographic Cephalometry, 1995.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย