

จุดและระนาบอ้างอิงจากภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างเพื่อประเมินการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่าง

ธัญญา บำรุงศักดิ์* อุดม ทองอุดมพร**

บทคัดย่อ

หลักสำคัญของการประเมินการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่างด้วยวิธีการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างคือ จุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้สำหรับการซ้อนทับภาพรังสีซึ่งถูกกำหนดมาจากทั้งบริเวณกะโหลกศีรษะและภายในกระดูกขากรรไกรล่างควรเป็นตำแหน่งที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญเติบโตรวมถึงการกำหนดจุดและระนาบอ้างอิงในฟันตัดซี่กลาง

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการต่าง ๆ ของการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างที่นิยมใช้สำหรับการประเมินการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันตัดซี่กลางล่างในทางทันตกรรมจัดฟัน รวมถึงเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของแต่ละวิธีในแง่ของการเลือกใช้จุดและระนาบอ้างอิง

คำสำคัญ: การซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง; จุดอ้างอิง; ระนาบอ้างอิง; ฟันตัดล่าง

*ฝ่ายทันตกรรมโรงพยาบาลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี 22150

**ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

บทนำ

ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญต่อการวินิจฉัย การวางแผนการรักษา รวมถึงการประเมินผลการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การเปลี่ยนตำแหน่งของฟันอันเป็นผลจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันและ/หรือการเจริญเติบโตของผู้ป่วยสามารถประเมินได้โดยการนำภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างซึ่งถูกถ่ายในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมาซ้อนทับกัน โดยมีหลักการที่สำคัญ คือ การใช้โครงสร้างในกะโหลกศีรษะที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเจริญเติบโตหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากนำมาซ้อนทับ (lateral cephalometric superimposition)(1)

วิธีการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างได้ถูกนำเสนอหลายวิธี(2-8) โดยแต่ละวิธีมีการใช้จุดและระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกันจึงส่งผลทำให้การประเมินผลการรักษาแตกต่างกันได้(9-11) ในส่วนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการซ้อนทับภาพรังสีเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยและสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโต(6, 12) ความสามารถในการทำซ้ำของการกำหนดตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับความคลาดเคลื่อนของการกำหนดจุดอ้างอิงบนภาพรังสี(13, 14) การลอกรายละเอียดภาพรังสีรวมถึงการใช้เทคนิคในการถ่ายภาพรังสีที่ไม่

ถูกต้อง(15-17) ทั้งนี้จุดทางกายวิภาคบนภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงที่ควรกำหนดได้ง่ายและมองเห็นได้ชัดเจน (18-22) อีกทั้งควรเลือกใช้จุดและระนาบอ้างอิงให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการศึกษา

โครงสร้างทางกายวิภาคและระนาบอ้างอิงที่นำมาใช้ซ้อนทับเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของฟันและกระดูกขากรรไกรควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้(23, 24)

1. มีความคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงในระดับน้อยมากตามการเจริญเติบโต(22)
2. มีระดับความเชื่อมั่นสูงและความผิดพลาดจากการกำหนดจุดอ้างอิงน้อย (good reliability and low method error)
3. มีความสามารถในการทำซ้ำภายในบุคคลที่ดี (good intra-individual reproducibility)
4. มีความแปรปรวนระหว่างบุคคลน้อย (low inter-individual variability)
5. มีความใกล้เคียงกับระนาบแนวนอนที่แท้จริง (an average orientation close to the true horizontal plane)
6. ระยะทางระหว่างจุดอ้างอิงที่นำมาใช้สร้างระนาบอ้างอิงมีความยาวมากพอ
7. ระนาบอ้างอิงควรอยู่ใกล้กับสิ่งที่สนใจศึกษา(23)

บทความนี้นำเสนอวิธีต่าง ๆ ของการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างที่นิยมใช้ประเมินการ

เปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันตัดล่างจากการเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันซึ่งใช้จุดและระนาบอ้างอิงที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการซ้อนทับที่ใช้ระนาบอ้างอิงเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา (SN plane -7), วิธีการซ้อนทับของแพนเจอร์ซ (Pancherz), วิธีการซ้อนทับที่ใช้ระนาบขากรรไกรล่าง (mandibular plane), วิธีการซ้อนทับของริกเก็ต (Ricketts) ซึ่งใช้คอร์ปัส แอกซิส (Corpus axis) เป็นระนาบซ้อนทับและวิธีการซ้อนทับของบียอร์ค (Bjork)

วิธีการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง

1. การใช้ระนาบเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา (Sella-Nasion minus 7° plane; SN-7°)

Broadbent(2) ในปี 1931 เสนอให้ใช้ระนาบเซลล่า-นาซิออน (Sella-Nasion plane; SN plane) และจุดนาซิออน (Nasion; N) เป็นตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับ โดยระนาบดังกล่าวเป็นระนาบที่มีระดับความเชื่อมั่นสูงและเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่ออายุมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป(25, 26) อีกทั้งเมื่อทำการเปรียบเทียบระนาบเซลล่า-นาซิออนกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต (Frankfurt horizontal plane) ซึ่งเป็นระนาบอ้างอิงหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการศึกษากะโหลกศีรษะ พบว่าระนาบแฟรงค์เฟิร์ตมีความใกล้เคียงกับระนาบแนวนอนที่แท้จริง (true horizontal plane) เมื่อศีรษะผู้ป่วยอยู่ในตำแหน่งธรรมชาติ (natural head position)(24,27-30) อย่างไรก็ตามการกำหนดตำแหน่งของจุดพोरิออน (Porion; Po) ให้ถูกต้องและการทำซ้ำให้ได้ตำแหน่งเดิมบนภาพรังสีนั้นทำได้ยาก(16, 31-33) ตรงข้ามกับ

การใช้ระนาบเซลล่า-นาซิออนที่สามารถกำหนดตำแหน่งอ้างอิงได้ถูกต้องและมีระดับความเชื่อมั่นสูงกว่า(30, 34) จากหลายการศึกษาที่ผ่านมาได้กล่าวถึงวิธีการกำหนดระนาบแนวนอนที่แท้จริงโดยสร้างจากเส้นระนาบที่ทำมุมกับระนาบเซลล่า-นาซิออนที่จุดเซลล่า (Sella; S) ต่ำลงมา 7 องศา(35-37) วิธีดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Shetty และคณะ(30) ในปี 2013 ที่พบว่าระนาบแฟรงค์ฟอร์ตมีค่าใกล้เคียงกับระนาบแนวนอนที่แท้จริงมากที่สุดและระนาบเซลล่า-นาซิออนมีความสัมพันธ์กับระนาบแนวนอนที่แท้จริงประมาณ 7.33 องศา ดังนั้นจึงนำคุณสมบัติที่ดีของระนาบเซลล่า-นาซิออนร่วมกับคุณสมบัติที่ดีของระนาบแฟรงค์ฟอร์ตมาสร้างเป็นระนาบเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา(Sella-Nasion minus 7° plane; SN-7°) เพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการซ้อนทับและประเมินการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในมิติแนวตั้งของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและฟันสำหรับการประเมินมิติแนวหน้า-หลังของกระดูกขากรรไกรและฟันใช้เส้นอ้างอิงที่สร้างเส้นลากตั้งฉากกับระนาบเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา ที่ผ่านจุดเซลล่า อย่างไรก็ตามการใช้ระนาบเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา เป็นระนาบอ้างอิงเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของฟันตัดหน้าล่างยังคงมีข้อด้อยทั้งอิทธิพลจากการหมุนของขากรรไกรล่างและระยะห่างระหว่างระนาบดังกล่าวกับฟันตัดหน้าล่างที่ค่อนข้างไกล ดังนั้นการใช้ระนาบอ้างอิงเซลล่า-นาซิออนลบ 7 องศา เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของฟันตัดหน้าล่างจึงมีโอกาสดเกิดความคลาดเคลื่อนและไม่สามารถ

ประเมินผลการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันดังกล่าวได้แท้จริง

2. การซ้อนทับของแพนเชิร์ซ (Pancherz)

Pancherz(7, 38) นำเสนอวิธีการซ้อนทับภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและฟันประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์การสบฟันในแนวหน้า-หลัง (sagittal occlusal analysis; SO) และการวิเคราะห์การสบฟันในแนวดิ่ง (vertical occlusal analysis; VO) โดยใช้ระนาบการสบฟัน (occlusal line; OL) ที่สร้างจากปลายฟันหน้าตัดบน (incisal edge) มายังปุ่มฟันด้านไกลกลางใกล้แก้ม (distobuccal cusp) ของฟันกรามบนซี่ที่หนึ่งและเส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน (occlusal line perpendicular; OLp) ซึ่งสร้างจากเส้นที่ลากตั้งฉากกับระนาบการสบฟันที่ผ่านจุดเซลล่าตามลำดับกระบวนการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในแนวหน้า-หลังระหว่างภาพรังสีทำโดยการใช้ตารางอ้างอิง (grid) ซึ่งประกอบด้วยระนาบเซลล่า-นาซิออน, ระนาบการสบฟันและเส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟันที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเริ่มต้นถ่ายทอดมาที่ภาพรังสีที่สองและซ้อนทับกันบนระนาบเซลล่า-นาซิออนและจุดเซลล่าข้อดีของวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของแพนเชิร์ซ คือ การใช้ระนาบอ้างอิงบริเวณฐานกะโหลกศีรษะส่วนหน้า (ระนาบเซลล่า-นาซิออน) ที่สามารถทำซ้ำได้ดี(23) อีกทั้งระยะระหว่างฟันกับระนาบการสบฟันยังเป็นเส้นที่มีระยะใกล้กับฟันแต่ละซี่ที่สนใจ

ศึกษา รวมถึงเป็นระนาบที่ค่อนข้างขนานไปกับการเคลื่อนที่ของฟัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของระนาบอ้างอิง วิธีการดังกล่าวสามารถแสดงผลลัพธ์โดยรวมของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันตัดหน้าล่างเมื่อเปรียบเทียบกับกะโหลกศีรษะได้ อย่างไรก็ตามการวัดการเปลี่ยนแปลงของฟันตัดหน้าล่างอาจมีความคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของขากรรไกรล่างอันเป็นผลมาจากเจริญเติบโตและการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

3. การใช้ระนาบขากรรไกรล่าง (Mandibular plane)

ในช่วงแรกของการใช้ระนาบขากรรไกรล่าง ซ้อนทับเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง จากภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างนั้น ระนาบดังกล่าวถูกสร้างจากขอบล่างของขากรรไกรล่างที่มีลักษณะโค้งเว้า(2) ซึ่งสามารถซ้ำทำได้ยาก(39) ต่อมา Downs(40) ได้นำเสนอหลักการสร้างระนาบขากรรไกรล่างซึ่งถูกสร้างขึ้นจากจุดที่อยู่ต่ำที่สุดบนขอบนอกของแนวประสานคาง (mandibular symphysis) หรือจุดเมนตอล (Menton; Me) ลากไปยังจุดที่อยู่ด้านล่างสุดและหลังสุดบริเวณมุมขากรรไกรล่าง (mandibular angle) หรือจุดโกนิออน (Gonion; Go) ซึ่งสามารถทำซ้ำได้ง่ายกว่าเช่นเดียวกับการศึกษาของ Mills(43) ที่แนะนำให้ใช้การกำหนดจุดดังกล่าวเพื่อสร้างระนาบขากรรไกรล่างในการวิเคราะห์ ในขณะที่การศึกษาของ Tweed(41) ยังคงใช้ระนาบที่สัมผัสขอบล่างของขากรรไกรล่างในการกำหนดเป็น

ระนาบขากรรไกรล่าง Steiner(3) กำหนดระนาบขากรรไกรล่างจากจุดโกนิออนไปยังจุดแนท็อน (Gnathion; Gn) (รูปที่ 3) ซึ่งเป็นจุดที่อยู่หน้าต่อแนวประสานคางส่งผลให้การกำหนดจุดของแนท็อนมีความหลากหลายขึ้นกับรูปแบบการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง(42) จากข้อจำกัดของการสร้างระนาบขากรรไกรล่างดังกล่าวส่งผลให้ความน่าเชื่อถือต่ำ(42) โดยเฉพาะในกรณีที่ยอบล่างของขากรรไกรล่างมีความโค้งมาก ถึงแม้ว่าวิธีการใช้ระนาบขากรรไกรล่างเป็นตำแหน่งซ้อนทับจะมีความเชื่อมั่นต่ำ(42) แต่จากการศึกษาของ Maheen Ahmed และคณะ(43)และ Amritraj Jabbal และคณะ(44) พบว่าการกำหนดระนาบขากรรไกรล่างทั้ง 3 วิธี ที่กล่าวมา มีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือสูงในการกำหนดจุดอ้างอิง อย่างไรก็ตาม ในกรณีของผู้ป่วยที่ขากรรไกรล่างยังมีการเจริญเติบโตอยู่นั้นจะสามารถพบกระบวนการปรับเปลี่ยนรูปร่าง (remodeling) บริเวณขอบล่างของขากรรไกรล่างได้(4) ทำให้จุดและระนาบอ้างอิงที่ถูกกำหนดมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการใช้ระนาบขากรรไกรล่างเป็นตำแหน่งซ้อนทับและระนาบอ้างอิงจึงไม่เหมาะสมกับผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่(45)

4. การใช้ระนาบคอร์ปัส แอกซิส (Corpus axis)

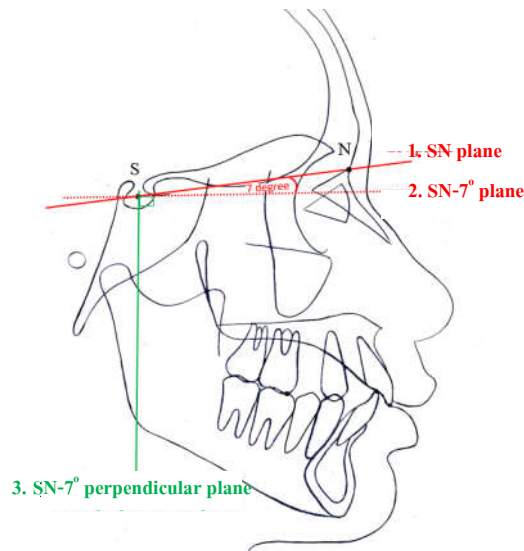
Ricketts ในปี ค.ศ.1975(5) ได้นำเสนอวิธีการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างโดยใช้จุดโปรทิวเบอร์แลน เมนไท (Protuberance menti; PM) ซึ่งเป็นจุดรอยต่อระหว่างส่วนโค้งเว้ากับส่วนโค้งนูนที่

ขอบนอกทางด้านหน้าของแนวประสานคางและ
 ระบายคอร์ปัส แอกซิส (corpus axis) ซึ่งเป็นระนาบที่
 สร้างจากจุดซาย (Xi point) ไปยังจุดโพรทูปอบแลน
 เมนไท เป็นจุดและระนาบสำหรับการซ้อนทับร่วมกับการ
 ใช้ระนาบคอร์ปัส แอกซิสเป็นระนาบอ้างอิงใน
 การวัดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันล่าง (รูปที่ 4)
 ทั้งนี้จุดซายซึ่งเป็นตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของ
 แอสเซนดิ้งเรมัส (ascending ramus) ซึ่งถูกกำหนดมา
 จากเส้นตรง 4 เส้น ที่ลากขนานและตั้งฉากกับระนาบ
 แฟรงก์พอร์ต โดยผ่านขอบด้านนอกขอบด้านล่าง,
 ขอบด้านหน้า, ขอบด้านหลังของแอสเซนดิ้งเรมัสและ
 โคโรนอยด์นอช (coronoid notch) เกิดเป็นสี่เหลี่ยม
 จากนั้นลากเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมดังกล่าวได้
 จุดตัดเป็นจุดซายดังนั้นการกำหนดจุดซายจึงได้รับผล
 จากการปรับเปลี่ยนรูปร่างของเรมัสและโคโรนอยด์-
 นอช ร่วมกับการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่าง
 บริเวณเรมัส โดยทั่วไปการเพิ่มพูนที่โคโรนอยด์นอช
 จะเกิดขึ้นมากกว่าการละลายที่ขอบล่างของมุม
 ขากรรไกรล่าง ซึ่งจะส่งผลให้จุดซายอยู่ในตำแหน่งที่
 สูงในแนวคิงเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแกนกลาง
 ของขากรรไกรล่างซึ่งเป็นตำแหน่งที่คงที่(39, 46)

5. การซ้อนทับของบียอร์ค(Bjork)

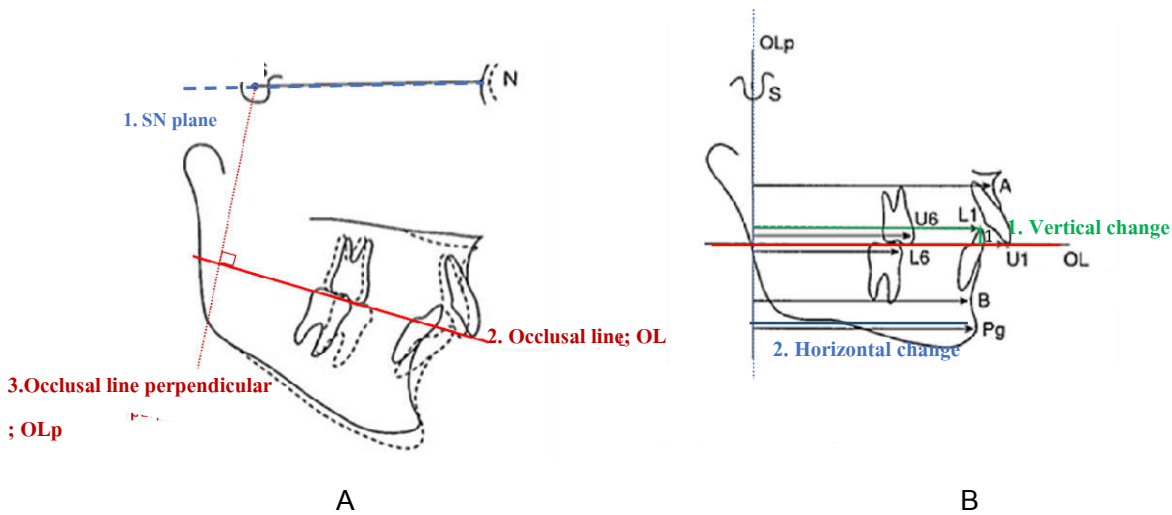
Bjork และ Skiller ในปี ค.ศ.1972(47)ได้
 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของโลหะที่ผูกฝังใน
 กระดูกศีรษะและใบหน้าในระหว่างที่มีการ
 เจริญเติบโต พบว่าจุดที่ฝังโลหะซึ่งเป็นตำแหน่ง
 มาตรฐานในการเปรียบเทียบ (gold standard) มี

ตำแหน่งคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่ขากรรไกรล่าง
 มีการเจริญเติบโตนั้น ได้แก่ 1. รูปร่างทางด้านหน้า
 ของกระดูกคาง 2. รูปร่างทางด้านในของแผ่นกระดูก
 ทึบ (cortical plate) บริเวณขอบล่างของแนวประสาน
 คาง (mandibular symphysis) และเส้นใยกระดูก
 (trabeculae) ในส่วนล่างของแนวประสานคาง
 3. รูปร่างคลองประสาทขากรรไกรล่างด้านหลังและ
 4. รูปร่างของหน่อฟันกรามซี่ที่สามที่มีการสะสมของ
 แร่ธาตุแล้ว (รูปที่ 5) ดังนั้นตำแหน่งดังกล่าวจึงถูก
 พิจารณาใช้เป็นตำแหน่งซ้อนทับเพื่อดูการ
 เปลี่ยนแปลงของฟันและรูปร่างของขากรรไกรล่าง(4)
 เช่นเดียวกับสมาคมทันตกรรมจัดฟันแห่ง
 สหรัฐอเมริกา (American Board of Orthodontics)(45)
 ได้แนะนำให้ใช้ตำแหน่งดังกล่าวมาซ้อนทับเพื่อดูการ
 เปลี่ยนแปลงของฟันล่างและกระดูกขากรรไกรล่าง
 โดยใช้การซ้อนทับโครงสร้างในส่วนหน้าก่อนการ
 ซ้อนทับโครงสร้างในส่วนหลัง วิธีการซ้อนทับ
 ภาพรังสีของบียอร์คที่ใช้โครงสร้างอ้างอิงในการ
 ซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่างมีความน่าเชื่อถือ
 ในระดับสูงและสามารถทำซ้ำเดิมได้สูง (44,45) แต่
 ข้อดีของการซ้อนทับภาพรังสีตามวิธีการของ
 บียอร์ค คือ การไม่มีเส้นตรงที่จะใช้เป็นระนาบอ้างอิง
 เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของฟันล่างจึงไม่สามารถแปล
 ผลเป็นระยะการขจัดที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ดังนั้นการ
 วัดระยะของฟันล่างที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นปริมาณ
 หน่วยวัดจำเป็นต้องกำหนดเส้นตรงในระนาบ
 แนวนอนและแนวคิงเพื่อใช้วัดร่วมด้วย



รูปที่ 1 1.ระนาบเซลล์-นาซิออน 2.ระนาบเซลล์-นาซิออนลบ 7 องศา
3.เส้นตั้งฉากกับระนาบเซลล์-นาซิออนลบ 7 องศา

Figure 1 1. SN plane 2. SN-7 degrees plane 3. SN-7 degrees perpendicular plane



รูปที่ 2 วิธีการซ้อนทับภาพรังสีของแพนเชิร์ช(23)

รูปที่ 2A 1. ระนาบเซลล์-นาซิออน 2. ระนาบสบฟัน 3. เส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน

รูปที่ 2B 1. การเปลี่ยนแปลงในแนวตั้ง: วัดจากปลายฟันตัดล่างไปยังระนาบสบฟัน

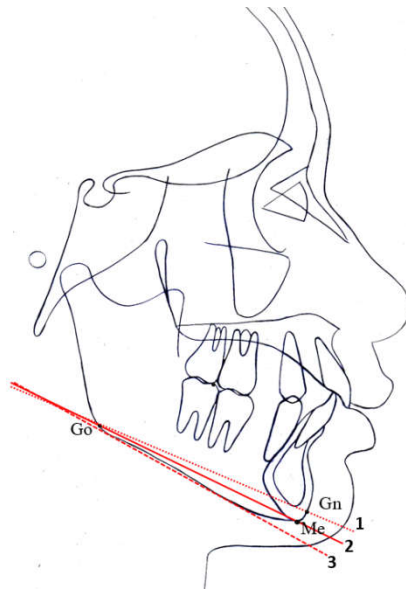
2. การเปลี่ยนแปลงในแนวราบ: วัดจากปลายฟันตัดล่างไปยังเส้นตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน

Figure 2 Superimposition as described by Pancherz(23)

Figure 2A 1. SN plane 2. Occlusal line; OL 3. Occlusal line perpendicular; OLp

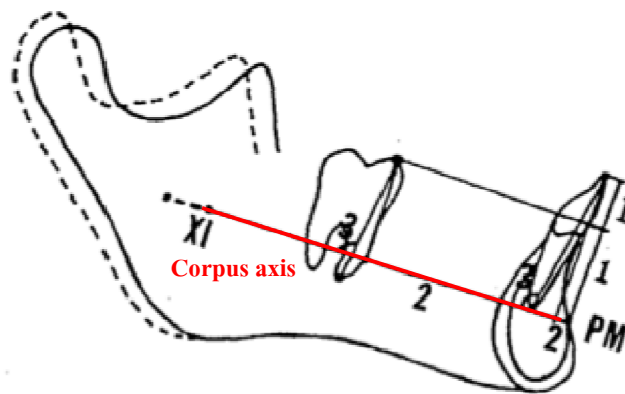
Figure 2B 1. Vertical change, measured from the OL to the incisal edge of lower incisors

2. Horizontal change, measured from OLp to the incisal edge of lower incisors



รูปที่ 3 1.ระนาบขากรรไกรล่าง Gonion-gnathion 2.Gonion-menton 3.เส้นสัมผัสขอบล่างกระดูกขากรรไกร(43)

Figure 3 1.Mandibular plane Gonion-gnathion 2.Gonion-menton 3.inferior border of mandible(43)

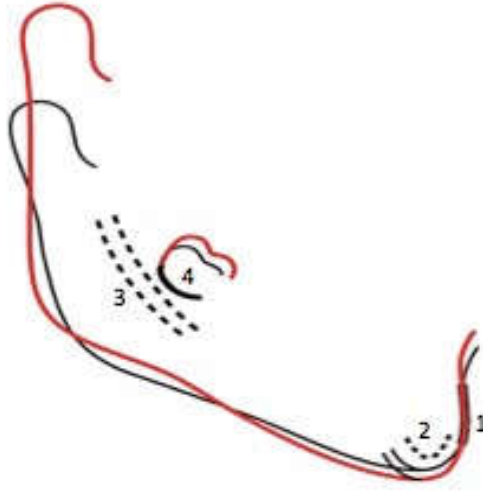


รูปที่ 4 วิธีการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีของริกเก็ตต์ ในขากรรไกรล่าง(50)

1. การเปลี่ยนแปลงในแนวตั้ง: จากปลายฟันตัดล่างไปยังระนาบคอร์ปัส แอกซิส
2. การเปลี่ยนแปลงในแนวราบ: จากปลายฟันตัดล่างไปยังเส้นตั้งฉากกับระนาบคอร์ปัส แอกซิส
3. การเปลี่ยนแปลงของมุมระหว่างแนวแกนฟันกับระนาบคอร์ปัส แอกซิส

Figure 4 Mandibular superimposition as described by Ricketts(50)

1. Vertical change, measured from the corpus axis to the incisal edge of lower incisors
2. Horizontal change, measured from a line perpendicular to the corpus axis from PM to the incisal edge of lower incisors
3. Angular change, measured from the long axis of lower incisors to the corpus axis



รูปที่ 5 โครงสร้างอ้างอิงในขากรรไกรล่างที่ใช้ในการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีในขากรรไกรล่างตามวิธีการของ บียอร์ค

1. รูปร่างทางด้านหน้าของกระดูกคาง
2. รูปร่างทางด้านในของcortical plate ตรงบริเวณขอบล่างของ symphysis และเส้นใยกระดูกในส่วนล่างของ symphysis
3. รูปร่างคลองประสาทขากรรไกรล่างด้านหลัง
4. รูปร่างของหน่อฟันกรามล่างซี่ที่สามที่มีการสะสมของแร่ธาตุแล้ว

Figure 5. The stable anatomical structures of the mandible for using mandibular superimposition described by Bjork

1. The anterior contour of the chin
2. The inner cortical structure at the inferior border of the symphysis
3. Trabecular structures related to the mandibular canal
4. The lower contour of a lower third molar germ from the time mineralization of the crown is visible until the roots begin to form

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวิธีการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีทั้ง 3 วิธี เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของฟันในขากรรไกรล่าง(30, 44,45)

Table 1 Comparison of three mandibular superimposition methods (30, 44, 45)

	ระนาบขากรรไกรล่าง	คอปัสเอกซิส	บียอร์ค
ตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับ (Position of superimposition)	-	ระนาบคอปัสเอกซิส(Xi-PM) และจุด PM	1. รูปร่างทางด้านหน้าของกระดูกกลาง 2. รูปร่างทางด้านในของ cortical plate ตรงบริเวณขอบล่างของ symphysis 3. รูปร่างคลองประสาทขากรรไกรล่างด้านหลัง 4.รูปร่างของหน่อฟันกรามซี่ที่สามที่มีการสะสมของแร่ธาตุแล้ว
ประเภทของตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับ (Type of superimposed point and line)	1. จุดทางกายวิภาค (จุดที่สัมผัสขอบล่างของขากรรไกรล่าง,จุด Me และจุดGn) 2. จุดที่สร้างขึ้น (จุด Go)	1. จุดทางกายวิภาค (PM) 2. จุดที่สร้างขึ้น (Xi) ระนาบที่สร้างขึ้นคอปัสเอกซิส, Xi-PM)	1. โครงสร้างทางกายวิภาค
ระนาบอ้างอิงที่ใช้วัด (Reference plane)	Gonion-Gnathion หรือ Gonion-Menton หรือ เส้นสัมผัสขอบล่างกระดูกขากรรไกร	ระนาบคอปัส เอกซิส	ต้องกำหนดระนาบอ้างอิงขึ้น โดยนิยมใช้ระนาบขากรรไกรล่างที่ถ่ายทอดมาจากภาพถ่ายรังสีแรก
ความยาก-ง่ายในการซ้อนทับภาพรังสี	ง่ายที่สุด	ง่าย	ต้องใช้ความชำนาญ
กลุ่มอายุผู้ป่วยที่เหมาะสม	ไม่มีการเจริญเติบโต	มีการเจริญเติบโต	มีการเจริญเติบโต
ความเชื่อมั่นสูง	มากที่สุด	มาก	มาก
ความแม่นยำ	มาก	มาก	มากที่สุด

บทวิจารณ์

ระนาบอ้างอิงที่ใช้ซ้อนทับและระนาบอ้างอิงที่ใช้เป็นระนาบเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันล่าง

ระนาบเขลด้า-นาซิออนลอบ 7 องศา และระนาบแพนเชิร์ชเป็นวิธีการที่ใช้ส่วนของฐาน

กะโหลกศีรษะส่วนหน้าเป็นระนาบซ้อนทับกันซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อผู้ป่วยมีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป(25, 26) ร่วมกับมีความสามารถในการทำซ้ำดี(23,48) อีกทั้งยังสามารถใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงทั้งในส่วนของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและฟัน

ในขากรรไกรบนซึ่งเป็นส่วนที่ยึดติดอยู่กับกะโหลกศีรษะและในกรณีที่มีผู้ป่วยไม่มีการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนสามารถใช้ระนาบทั้งสองมาซ้อนทับเพื่อเปรียบเทียบดูการเปลี่ยนแปลงของฟันบนได้

ในส่วนของขากรรไกรล่างที่มีหัวคอนดอยล์สัมผัสกับกะโหลกศีรษะบริเวณแอ่งกลีนอยด์ (glenoid fossa) ทำให้ขากรรไกรล่างเคลื่อนที่และหมุนได้ ซึ่งอาจเป็นผลจากการเจริญเติบโตของกะโหลกศีรษะ การเจริญเติบโตของขากรรไกรและจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ดังนั้นการใช้ระนาบเชลล่า-นาซิออนลอบ 7 องศา หรือระนาบแพนเชิร์ชในการประเมินการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันล่างอาจได้ค่าที่คลาดเคลื่อนอันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของขากรรไกรล่างจึงไม่ได้สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันล่างที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงได้ ดังนั้นจุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้เพื่อการซ้อนทับและใช้วัดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันล่างที่เหมาะสมควรมีตำแหน่งอยู่ในโครงสร้างของขากรรไกรล่าง(49) และเป็นตำแหน่งที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจากการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างและกระบวนการปรับเปลี่ยนรูปร่างของขากรรไกรล่างอย่างไรก็ตามวิธีการซ้อนทับภาพรังสี (superimposition method) เพื่อถ่ายทอดระนาบอ้างอิงและ/หรือการกำหนดระนาบอ้างอิง (reference plane) มีผลต่อการประเมินตำแหน่งฟันที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน โดยวิธีการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีและระนาบอ้างอิงที่นิยมได้แก่

วิธีการใช้ระนาบขากรรไกรล่าง (mandibular plane) เป็นระนาบอ้างอิง, วิธีการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีของริกเก็ตและวิธีการซ้อนทับภาพถ่ายรังสีของบียอร์คซึ่งจากการศึกษาของ Amritraj Jabbal และคณะ(30) มีความเห็นว่าระนาบขากรรไกรล่างมีความสามารถในการทำซ้ำภายในบุคคลมากกว่าวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์ค(44) ในขณะที่การศึกษาของ You QL และ Hagg U(23) พบว่าแม้การทำซ้ำของการซ้อนทับภาพรังสีด้วยวิธีของบียอร์ค, วิธีของแพนเชิร์ชและวิธีของริกเก็ตไม่มีความแตกต่างกันอย่างไรก็ตาม วิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มากกว่าอีก 2 วิธี และวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของแพนเชิร์ชมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่าอีก 2 วิธี

นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตที่มากเพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการเจริญเติบโตและการปรับเปลี่ยนรูปร่างการซ้อนทับภาพรังสีที่เหมาะสมตามวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คซึ่งใช้โครงสร้างที่คงที่เป็นตำแหน่งซ้อนทับจะมีความแม่นยำที่มากกว่า(44, 45) เนื่องจากตำแหน่งที่ใช้ซ้อนทับเป็นโครงสร้างที่อยู่ภายในขากรรไกรล่างซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ได้รับผลกระทบจากกระบวนการปรับเปลี่ยนรูปร่างบริเวณขอบล่างของขากรรไกรล่าง เช่นเดียวกับวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของริกเก็ตที่ใช้ตำแหน่งที่ใกล้กับโพรทูเบอแลน เมนไท จึงทำให้วิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คและริกเก็ตมีความเหมาะสมใน

กรณีของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งฟันล่างในผู้ป่วยที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่ทั้งนี้จากการศึกษาของ Stephen D และคณะ(39) ได้เปรียบเทียบตำแหน่งจุดเมนตอล, จุดโพโกเนียน, จุดโกเนียน, ปลายฟันตัดหน้าล่างและปุ่มไกล์กลางด้านแก้มของฟันกรามล่างซึ่งที่หนึ่งที่เปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญเติบโตด้วยวิธีการซ้อนทับภาพรังสี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการซ้อนทับภาพรังสีของริกเก็ต, วิธีซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์ค และวิธีการใช้หมุดโลหะเป็นตำแหน่งซ้อนทับซึ่งถูกกำหนดให้เป็นวิธีมาตรฐาน (gold standard) พบว่าในวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของริกเก็ตมีตำแหน่งของจุดที่ปลายฟันหน้าล่างเคลื่อนที่ไปด้านหลังมากกว่าอีก 2 วิธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คกับวิธีการใช้หมุดโลหะซ้อนทับภาพรังสีพบว่าไม่มีจุดใดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ว่าวิธีการซ้อนทับตามหลักของบียอร์คเป็นวิธีที่ยากกว่าวิธีอื่นต้องอาศัยความชำนาญของผู้วัด อีกทั้งมีความสามารถในการทำซ้ำได้มีน้อยเนื่องจากใช้หลายโครงสร้างทางกายภาพที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนเป็นตำแหน่งซ้อนทับ อย่างไรก็ตามจากหลายการศึกษา(39, 50) พบว่าวิธีดังกล่าวมีความแม่นยำที่สูงส่วนวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของริกเก็ตมีความแม่นยำที่ต่ำกว่า ในขณะที่การศึกษาของ Allison H. Cook(50)ซึ่งเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของการวัดระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไปของฟันตัดหน้าล่างและฟันกรามล่างซึ่งที่หนึ่ง พบว่าวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คและริกเก็ตมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่

เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละครั้งพบว่าวิธีการซ้อนทับของบียอร์คมีค่ามากกว่าวิธีของริกเก็ตตั้งนั้นการศึกษาดังกล่าวจึงสนับสนุนให้ใช้การซ้อนทับภาพรังสีของริกเก็ตเนื่องจากสามารถทำได้ง่ายกว่า

แม้ว่าจากการศึกษาของบียอร์คพบว่าการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างจะหยุดเมื่ออายุ 22 ปี (4) อย่างไรก็ตาม ช่วงอายุที่ประเมินจากรูปร่างของกระดูกคอ(Cervical Vertebral Maturation Indicators, CVMI) อยู่ระดับที่ CVMI 5- CVMI 6(45) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของขากรรไกรล่างที่น้อยมากดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ระนาบขากรรไกรล่าง (mandibular plane) เป็นระนาบอ้างอิงในช่วงอายุดังกล่าว จากการศึกษาของ Amritraj Jabbal และคณะ (44) ที่เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (intraclass correlation) ขององศาการวัดที่เปลี่ยนแปลงไปของฟันตัดหน้าล่างในผู้ป่วยที่มีช่วงอายุ 12-16 ปี และใช้ระยะเวลาในการรักษา 120 สัปดาห์ นั้นพบว่า เมื่อใช้ระนาบขากรรไกรล่างที่ถูกกำหนดมาจากแต่ละวิธี ได้แก่ จุดโกเนียนถึงจุดเมนตอล (Go-Me), จุดโกเนียนถึงจุดแนทเนียน (Go-Gn), ขอบล่างของขากรรไกรและวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของบียอร์คมีค่าการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยมและเมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่มของแต่ละวิธีพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Allison H Cook และคณะ(50)ที่ดูความแปรปรวนและระดับความ

เชื่อมั่นของวิธีการซ้อนทับภาพรังสีในขากรรไกรล่าง ด้วยวิธีของบียอร์คและวิธีของริกเกต์ที่ใช้ดูการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งฟันตัดหน้าล่างและฟันกรามล่าง ซี่ที่หนึ่งในผู้ป่วยที่มีช่วงอายุ 8-9 ปี พบว่าวิธีการซ้อนทับภาพรังสีของขากรรไกรล่างทั้ง 2 วิธี สามารถทำซ้ำและมีความแม่นยำ อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธี พบว่ามีความสามารถทำซ้ำที่ไม่แตกต่างกัน

การกำหนดจุดอ้างอิงในฟันตัดซี่กลางล่าง

จากหลายๆการศึกษานิยมซึ่งใช้จุดที่ปลายฟันตัดซี่กลางล่างเป็นจุดอ้างอิงเพื่อใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของฟันตัดหน้าล่าง อย่างไรก็ตามจุดดังกล่าวมีอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงแนวการเอียงของฟันหน้าล่างซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) ของการประเมินการกดฟันหน้าล่าง(51)ที่มีหลักเกณฑ์การคัดเลือกของบทความปริทัศน์คือการใช้จุดเซนทรอยด์ (centroid) เป็นจุดอ้างอิงบนฟันตัดหน้าล่างและได้ให้คำจำกัดความของจุดเซนทรอยด์เป็นจุดที่อยู่บนแกนฟันในแนวตั้งและการเอียงของแกนฟันไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะทางในแนวตั้ง (52) จึงสามารถใช้จุดดังกล่าวเป็นจุดอ้างอิงที่แสดงถึงปริมาณการเคลื่อนที่ของฟันในทิศทางกดลงได้อย่างแท้จริง สำหรับการกำหนดจุดเซนทรอยด์นั้นแตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา ได้แก่ จุดกึ่งกลางระหว่างปลายฟันและปลายรากฟัน(53), จุดที่ตำแหน่งร้อยละ 40 ของระยะห่างจากสันกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone crest) ถึงปลายรากฟันตัดหน้าล่างและจุดที่อยู่ในระยะ

ที่อยู่ห่างจากปลายฟันตัดล่างตามแนวแกนฟันลงมา 11 มิลลิเมตร โดยใช้แผ่นแบบวาด (template)(52) อย่างไรก็ตาม จากคำจำกัดความที่กล่าวมาว่าจุดเซนทรอยด์ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้เกิดจากการเคลื่อนที่ของฟัน อาทิเช่น ปลายฟันสึก การละลายของรากฟัน กระบวนการปรับเปลี่ยนรูปร่างของสันกระดูกเบ้าฟันอันเกิดได้จากการมีสันกระดูกเบ้าฟันละลายหรือกระบวนการปรับเปลี่ยนรูปร่างของกระดูกเบ้าฟันจากการที่ฟันถูกกดลงหรือยกตัวขึ้นซึ่งต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 4-6 เดือน จึงจะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงในภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างได้ (54, 55) ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย อย่างไรก็ตามค่าการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงที่ปลายฟันยังมีความสำคัญต่อการแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์โดยรวมจากการรักษาและยังส่งผลต่อปริมาณการสบเหลี่ยมในแนวราบและการสบเหลี่ยมในแนวตั้ง

บทสรุป

การพิจารณาจุดและระนาบอ้างอิงที่ใช้ซ้อนทับเพื่อประเมินการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่างนั้นควรมีตำแหน่งอยู่ในขากรรไกรล่างและมีคุณสมบัติของการเป็นจุดและระนาบอ้างอิงที่ดี ได้แก่ มีความคงที่, มีความสามารถในการทำซ้ำได้ดีและความผิดพลาดจากการหาจุดอ้างอิงน้อย ส่วนคุณสมบัติของระนาบอ้างอิงเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่างนั้นควรมีระยะทางระหว่างระนาบอ้างอิงกับสิ่งที่ต้องการศึกษาที่น้อย ดังนั้นการประเมิน

การเปลี่ยนแปลงของพื้นหน้าล่างในผู้ป่วยที่ไม่มีการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไม่มากสามารถใช้วิธีการซ้อนทับที่ใช้ระนาบขากรรไกรล่าง (mandibular plane) เป็นระนาบอ้างอิง, วิธีการซ้อนทับของบียอร์คและวิธีการซ้อนทับของริกเก็ตต์ได้ ส่วนในกรณีที่ผู้ป่วยยังมีการเจริญเติบโตอยู่สมควรใช้วิธีการซ้อนทับของบียอร์คและวิธีการของริกเก็ตต์สำหรับจุดอ้างอิงในตัวฟันเพื่อใช้ประเมินตำแหน่งของฟันที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างแท้จริงควรใช้จุดเซนทรอยด์ร่วมกับการกำหนดจุดที่ตำแหน่งปลายฟันและประเมินการเอียงของแนวแกนฟันที่เปลี่ยนไปร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- 1.Vaden J, Dale J, Klontz H, GRABER T, Vanarsdall R. Orthodontics Current Principles and Techniques. Orthodontics: currents principles and techniques. 1994.
- 2.Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *kk* 1931;1(2):45-66.
- 3.Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*. 1953;39(10):729-55.
- 4.Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *Journal of Dental Research*. 1963;42(1):400-11.
- 5.Ricketts RM. A four-step method to distinguish orthodontic changes from natural growth. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1975;9(4):208-15, 18-28.
- 6.Björk A, Skieller V. Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *British Journal of Orthodontics*. 1977;4(2):53-64.
- 7.Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. *American Journal of Orthodontics*. 1982;82(2):104-13.
- 8.Johnston Jr LE. A comparative analysis of Class II treatments. *Science and clinical judgment in orthodontics*. 1986:103-48.
- 9.Ghafari J, Engel FE, Laster LL. Cephalometric superimposition on the cranial base: a review and a comparison of four methods. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;91(5):403-13.
- 10.Ghafari J, Efstratiadis SS. Mandibular displacement and dentitional changes during orthodontic treatment and growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;95(1):12-9.
- 11.Cangialosi TJ, Moss ML, McAlarney ME, Nirenblatt BD, Yuan M. An evaluation of growth changes and treatment effects in Class II, Division 1 malocclusion with conventional roentgenographic cephalometry and finite element method analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;105(2):153-60.
- 12.Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *American journal of orthodontics*. 1969;55(6):585-99.
- 13.Baumrind S, Miller D, Molthen R. The reliability of head film measurements: 3. Tracing superimposition. *American journal of orthodontics*. 1976;70(6):617-44.

14. Houston W, Lee R. Accuracy of different methods of radiographic superimposition on cranial base structures. *The European Journal of Orthodontics*. 1985;7(2):127-35.
15. Hixon E. The norm concept and cephalometrics. *American Journal of Orthodontics*. 1956;42(12):898-906.
16. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 1. Landmark identification. *American journal of orthodontics*. 1971;60(2):111-27.
17. Gravely J, Benzies PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *British Journal of Orthodontics*. 1974;1(3):95-101.
18. Hall-Scott J. The maxillary-mandibular planes angle (MMO) bisector: a new reference plane for anteroposterior measurement of the dental bases. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;105(6):583-91.
19. Ferrazzini G. Critical evaluation of the ANB angle. *American Journal of Orthodontics*. 1976;69(6):620-6.
20. Holdaway RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *American journal of orthodontics*. 1983;84(1):1-28.
21. McNamara JA. A method of cephalometric evaluation. *American journal of orthodontics*. 1984;86(6):449-69.
22. Williams S, Leighton BC, Nielsen JH. Linear evaluation of the development of sagittal jaw relationship. *American journal of orthodontics*. 1985;88(3):235-41.
23. You Q, Hägg U. A comparison of three superimposition methods. *The European Journal of Orthodontics*. 1999;21(6):717-25.
24. Madsen DP, Sampson WJ, Townsend GC. Craniofacial reference plane variation and natural head position. *The European Journal of Orthodontics*. 2008;30(5):532-40.
25. Moore WJ, Lavelle CL. *Growth of the Facial Skeleton in the Hominoidea*: Academic Press; 1974.
26. BISHARA SO, Ortodontia E. São Paulo, Ed. Santos; 2004.
27. Moorrees CF, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *American Journal of Physical Anthropology*. 1958;16(2):213-34.
28. Nanda SK, Sassouni V. Planes of reference in roentgenographic cephalometry. *The Angle orthodontist*. 1965;35(4):311-9.
29. Foster T, Howat A, Naish P. Variation in cephalometric reference lines. *British journal of orthodontics*. 1981;8(4):183-7.
30. Shetty D, Bagga DK, Goyal S, Sharma P. A cephalometric study of various horizontal reference planes in natural head position. *Journal of Indian Orthodontic Society*. 2013;47(3):143.
31. Ongkosuwito E, Katsaros C, Van't Hof M, Bodegom J, Kuijpers-Jagtman A. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *The European*

- Journal of Orthodontics. 2002;24(6):655-65.
- 32.Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2006;129(3):345-51.
- 33.Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, ToygarMemikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. The European Journal of Orthodontics. 2009;31(3):254-9.
- 34.Jacobson A. How reliable is cephalometric prediction. Jacobson A Radiographic cephalometry: from basics to videoimaging Carol Stream, IL: Quintessence Publishing. 1995:297-9.
- 35.Mobarak KA, Espeland L, Krogstad O, Lyberg T. Soft tissue profile changes following mandibular advancement surgery: predictability and long-term outcome. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2001;119(4):353-67.
- 36.Hack GA, Van Otterloo JDM, Nanda R. Long-term stability and prediction of soft tissue changes after LeFort I surgery. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1993;104(6):544-55.
- 37.Greiner P, Müller B, Dibbets J. The angle between the Frankfort horizontal and the sella-nasion line. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 2004;65(3):217-22.
- 38.Pancherz H. Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. Swedish dental journal Supplement. 1982;15:189-96.
- 39.Springate SD, Jones AG. The validity of two methods of mandibular superimposition: a comparison with tantalum implants. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1998;113(3):263-70.
- 40.Downs WB. Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. American journal of orthodontics. 1948;34(10):812-40.
- 41.Tweed CH. The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis. American journal of orthodontics and oral surgery. 1946;32(4):175-230.
- 42.Rizwan M, Mascarenhas R. A new parameter for assessing vertical skeletal discrepancies: The R angle. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2013:2-8.
- 43.Ahmed M, Shaikh A, Fida M. Reliability of various skeletal indicators in assessing vertical facial soft tissue pattern. Journal of Ayub Medical College Abbottabad. 2016;28(1):7-13.
- 44.Jabbal A, Cobourne M, Donaldson N, Bister D. Assessing lower incisor inclination change: a comparison of four cephalometric methods. European journal of orthodontics. 2015;38(2):184-9.
- 45.Gu Y, McNamara Jr JA. Cephalometric superimpositions: A comparison of anatomical and metallic implant methods. The Angle orthodontist. 2008;78(6):967-76.

46. Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *The European Journal of Orthodontics*. 1983;5(1):1-46.
47. Björk AA, Skieller V. Facial development and tooth eruption: an implant study at the age of puberty. *American Journal of Orthodontics*. 1972;62(4):339-83.
48. Lenza MA, Carvalho AAd, Lenza EB, Lenza MG, Torres HMd, Souza JBd. Radiographic evaluation of orthodontic treatment by means of four different cephalometric superimposition methods. *Dental press journal of orthodontics*. 2015;20(3):29-36.
49. Brodie AG. Cephalometric roentgenology; history, technics and uses. *Journal of oral surgery*. 1949;7(3):185.
50. Cook AH, Sellke TA, BeGole EA. The variability and reliability of two maxillary and mandibular superimposition techniques. Part II. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;106(5):463-71.
51. Ng J, Major PW, Heo G, Flores-Mir C. True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2005;128(2):212-9.
52. Kinzel J, Aberschek P, Mischak I, Droschl H. Study of the extent of torque, protrusion and intrusion of the incisors in the context of Class II, division 2 treatment in adults. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2002;63(4):283-99.
53. Weiland FJ, Bantleon H-P, Droschl H. Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling techniques in adult patients—a clinical study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;110(6):647-52.
54. Wainwright WM. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. *American journal of orthodontics*. 1973;64(3):278-302.
55. TenHoeve A, Mulie RM. The effect of antero-postero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy. *Journal of clinical orthodontics : JCO*. 1976;10(11):804-22.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ชัยญาบำรุงศักดิ์

ตำแหน่ง: ทันตแพทย์ชำนาญการ

สถานที่ทำงาน : ฝ่ายทันตกรรมโรงพยาบาลมะขาม

อำเภอ มะขาม จังหวัด จันทบุรี 22150

เบอร์โทรศัพท์ : 089-7910690

อีเมล: billonbear@gmail.com

The reference planes and points for cephalometric evaluation of lower incisor position changes

Thanya Bumrungsak* Udom Thongudomporn**

Abstract

An important key for evaluation of changes in the lower incisor position by superimposing cephalometric radiographs is using stable reference points and planes for constructing the superimpositions. There are specific anatomical bone structures have been placed in the cranial base and mandible. However, the reference points and planes must be relatively stable by irrelevance of cranial growth.

The purpose of this article is to present and discuss some of cephalometric superimposition methods which are used for evaluation of the lower incisor position changes based on advantages and disadvantages of each method.

Key word: *Cephalometric superimposition; Reference point; Reference plane; Lower incisors*

*Makham Hospital, Makham District, Chanthaburi 22150

**Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90112