

ผลงานวิเคราะห์

เรื่อง

**การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก
ณ โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร**

**Error Analysis of Extraoral Radiographic Imaging
at the Dental Hospital, Naresuan University**

ผู้จัดทำ

นางสาว ธรินทร์ญา เกตุสิงห์สร้อย

ผู้ปฏิบัติงานทันตกรรม ชำนาญงาน

ผลงานวิเคราะห์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก
ณ โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

Error Analysis of Extraoral Radiographic Imaging
at the Dental Hospital, Naresuan University

ผู้จัดทำ

นางสาว ธรินทร์ญา เกตุสิงห์สร้อย

ผู้ปฏิบัติงานทันตกรรม ชำนาญงาน

บทคัดย่อ

การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากเป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในทางทันตกรรม เนื่องจากสามารถประเมินโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าได้อย่างครอบคลุม ซึ่งไม่สามารถตรวจประเมินได้อย่างสมบูรณ์จากการตรวจทางคลินิกเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนในกระบวนการถ่ายภาพยังคงเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย โดยเฉพาะในกลุ่มนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ในระหว่างการฝึกปฏิบัติงานทางคลินิก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการวินิจฉัยและเพิ่มปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับโดยไม่จำเป็น

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประเภทและปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสี นอกช่องปาก ณ โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมุ่งเน้นการระบุ จำแนก และประเมินความคลาดเคลื่อนที่พบบ่อย ตลอดจนวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดข้อผิดพลาด ได้แก่ การเตรียมผู้ป่วย การจัดตำแหน่งผู้ป่วย และการตั้งค่าพารามิเตอร์ทางรังสี

การศึกษานี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบย้อนหลัง โดยอาศัยข้อมูลภาพรังสีที่เก็บรวบรวมในช่วงระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 ข้อมูลได้มาจากภาพรังสีที่ถ่ายโดยนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ ณ คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า ความคลาดเคลื่อนถูกจำแนกออกเป็นระบบออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย ความคลาดเคลื่อนจากการตั้งค่าทางเทคนิค และสิ่งแปลกปลอมในภาพรังสี โดยมีการวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อประเมินความถี่ ลักษณะของความคลาดเคลื่อน และความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน ผู้ป่วย และเครื่องมือ

ผลการศึกษาพบว่า ความคลาดเคลื่อนจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยเป็นสาเหตุหลักที่พบมากที่สุด โดยคิดเป็นสัดส่วนสูงสุดของความผิดพลาดทั้งหมด ปัญหาที่พบบ่อย ได้แก่ การจัดแนวศีรษะไม่ถูกต้อง การวางลิ้นไม่แนบเพดานปากในการถ่ายภาพพานอราไมก และการขาดความสมมาตรของใบหน้า ซึ่งส่งผลให้เกิดการบิดเบี้ยวของภาพและลดคุณค่าทางการวินิจฉัย ความคลาดเคลื่อนด้านเทคนิค เช่น การตั้งค่า kVp, mA และเวลาในการฉายรังสีไม่เหมาะสม พบในอัตราที่น้อยกว่า แต่ส่งผลต่อคอนทราสต์และความหนาแน่นของภาพ นอกจากนี้ สิ่งแปลกปลอมโดยเฉพาะจากวัสดุโลหะและการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของภาพรังสี อีกทั้งยังพบว่าประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานและการสื่อสารกับผู้ป่วยที่ไม่เพียงพอมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น

โดยสรุป ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากมีสาเหตุหลักมาจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย และประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน การพัฒนาการฝึกอบรมทางคลินิก การปรับปรุงการสื่อสารกับผู้ป่วย และการดำเนินการมาตรการควบคุมคุณภาพอย่างเป็นระบบ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดความคลาดเคลื่อนเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัย และส่งเสริมความปลอดภัยทางรังสี

คำสำคัญ: การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก, ความคลาดเคลื่อนทางรังสีวิทยา, การจัดตำแหน่งผู้ป่วย, คุณภาพของภาพรังสี, ความปลอดภัยทางรังสี

Abstract

Extraoral radiographic imaging is an essential diagnostic modality in dentistry, enabling comprehensive evaluation of craniofacial structures that cannot be fully assessed through clinical examination alone. However, errors during image acquisition remain a common issue, particularly among dental and dental assisting students in clinical training, potentially compromising diagnostic accuracy and increasing unnecessary radiation exposure.

This study aimed to analyze the types and contributing factors of errors in extraoral radiographic imaging at the Dental Hospital, Naresuan University. Specifically, it sought to identify, classify, and evaluate common imaging errors, as well as to examine factors associated with their occurrence, including patient preparation, positioning, and radiographic parameter settings.

A retrospective study design was employed using radiographic records collected over an eight-month period from May to December 2025. Data were derived from images acquired by dental and dental assisting students in the Oral and Maxillofacial Radiology Clinic. Errors were systematically categorized into patient positioning errors, technical parameter errors, and artifacts. Both quantitative and qualitative analyses were conducted to assess the frequency and characteristics of these errors and to explore their relationship with operator-, patient-, and equipment-related factors.

The results revealed that patient positioning errors were the most prevalent, accounting for the majority of observed inaccuracies. Common issues included improper head alignment, incorrect tongue positioning in panoramic radiographs, and lack of facial symmetry, leading to image distortion and reduced diagnostic value. Technical errors, such as inappropriate kVp, mA, and exposure time settings, were less frequent but contributed to suboptimal image contrast and density. Artifacts, particularly those caused by metallic objects and patient movement, were also identified as significant factors affecting image quality. Operator inexperience and inadequate patient communication were strongly associated with increased error rates.

In conclusion, errors in extraoral radiographic imaging are predominantly related to patient positioning and operator performance. Strengthening clinical training, improving communication strategies, and implementing rigorous quality control protocols are critical to reducing errors, enhancing diagnostic efficacy, and ensuring adherence to radiation safety principles.

Keywords: Extraoral radiography, Radiographic errors, Patient positioning, Image quality, Radiation safety

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิเคราะห์เรื่อง *การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก* ณ โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ อันเนื่องมาจากความกรุณาและการสนับสนุนอย่างดียิ่งจากคณาจารย์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายท่าน ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นเชิงวิชาการ ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำคลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ถ่ายทอดองค์ความรู้ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาผลงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ทางวิชาการ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทันตแพทย์หญิงจุฑามาศ ดีโพธิ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาอย่างใกล้ชิด อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลงานวิเคราะห์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทันตแพทย์หญิงกรชนก วยัคฆานนท์ เป็นอย่างสูง สำหรับความเมตตาในการให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ รวมถึงการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะเชิงวิชาการที่มีคุณค่าในทุกระยะของการดำเนินงาน

ขอกราบขอบพระคุณ นาย จิรเดช นครชัย เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นแบบในการจัดตำแหน่งสำหรับการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ตลอดจนอนุญาตให้เผยแพร่ภาพถ่ายดังกล่าวโดยเปิดเผยใบหน้าและตัวตน การสนับสนุนอันดีของท่านนับเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้งานวิเคราะห์ฉบับนี้ดำเนินไปได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์และมีคุณภาพยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านซึ่งมิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกด้าน จนทำให้ผลงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

ผู้จัดทำ

นางสาว ธรินทร์ญา เกตุสิงห์สร้อย

เมษายน 2569

คำนำ

รายงานการวิเคราะห์เรื่อง การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ณ โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและประเมินลักษณะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากของนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ ซึ่งปฏิบัติงาน ณ คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2568

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และจำแนกประเภทของความคลาดเคลื่อนที่พบในกระบวนการถ่ายภาพรังสี ตลอดจนประเมินปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดข้อผิดพลาด ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงานทางคลินิก พัฒนามาตรฐานการควบคุมคุณภาพ และลดความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการวินิจฉัยและการวางแผนการรักษาผู้ป่วย

ผู้จัดทำคาดหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมการฝึกปฏิบัติ นิสิต และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาศักยภาพการปฏิบัติงานทางคลินิก ตลอดจนเป็นแนวทางในการยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยของการให้บริการทางรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า ทั้งนี้ ผู้จัดทำยินดีรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลงานในโอกาสต่อไป

นางสาว ธรินทร์ญา เกตุสิงห์สร้อย
ผู้ปฏิบัติงานทันตกรรมชำนาญงาน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
คำนำ	ง
สารบัญ	จ-ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิเคราะห์	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิเคราะห์	4
บทที่ 2 หลักการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	
2.1 การศึกษาเกี่ยวกับความถี่ของความผิดพลาดในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	6
2.2 การตั้งค่าทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	6
2.3 มาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีและการจัดการความเสี่ยง	8
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	9
2.5 ขั้นตอนมาตรฐานในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	11
2.6 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยในแต่ละเทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก	14 -36
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	37
3.2 วิธีการรวบรวมข้อมูล	37
3.3 การตรวจสอบและบันทึกผล	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	39
3.5 ตารางแผนการดำเนินงาน	40

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	41
บทที่ 5 อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และสรุปผล	
5.1 อภิปรายผล	44
5.2 สรุปผล	45
บรรณานุกรม	46-47
ประวัติผู้วิเคราะห์	48

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 คำแนะนำในการตั้งค่าเครื่องถ่ายภาพรังสีนอกปากตามขนาดผู้ป่วยการถ่ายภาพพานอรามิก	13
ภาพที่ 2 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีพานอรามิก โดยใช้ระบบแสงเลเซอร์นำทาง	16
ภาพที่ 3 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่มีคุณภาพดีจากการประเมินเชิงโครงสร้างทางรังสีวิทยา	18
ภาพที่ 4 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยก้มหน้ามากเกินไป	19
ภาพที่ 5 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยเงยหน้ามากเกินไป	19
ภาพที่ 6 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่แสดงความผิดพลาดจากการวางตำแหน่งศีรษะผู้ป่วย เยื้องไปด้านข้าง	20
ภาพที่ 7 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่ปรากฏสิ่งแปลกปลอมชนิดโลหะค้ำอยู่ในช่องปาก ของผู้ป่วยในระหว่างการถ่ายภาพ	21
ภาพที่ 8 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่แสดงความคลาดเคลื่อนจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยและสิ่งรบกวน จากโลหะ	21
ภาพที่ 9 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมทริก โดยใช้เครื่องยึดศีรษะ (cephalostat) เพื่อควบคุมความมั่นคงของตำแหน่งศีรษะ	24
ภาพที่ 10 ภาพถ่ายรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมทริกที่มีคุณภาพ	25
ภาพที่ 11 ภาพถ่ายรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมทริกที่ผู้ป่วยไม่ได้กัดฟันหลัง	25
ภาพที่ 12 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมทริกในมุมมองด้านข้าง	27
ภาพที่ 13 ภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรียของกะโหลกศีรษะ แสดงโครงสร้างกระดูกใบหน้าในแนว ด้านหน้า	28
ภาพที่ 14 ภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรียของกะโหลกศีรษะ ซึ่งผู้ป่วยไม่ได้กัดฟันหลังในตำแหน่ง สบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) ขณะทำการถ่ายภาพ	29
ภาพที่ 15 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีนอกปากเทคนิคมือ-ข้อมือ	30
ภาพที่ 16 ภาพถ่ายรังสีมือ-ข้อมือทั้งสองข้างในท่าฝ่ามือคว่ำ	31
ภาพที่ 17 ภาพแสดงขั้นตอนการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular Joint; TMJ)	34
ภาพที่ 18 ภาพถ่ายรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular Joint; TMJ) แบบมุมมองด้านข้าง (lateral projection)	35
ภาพที่ 19 ภาพถ่ายรังสีข้อต่อขากรรไกรที่แสดงความคลาดเคลื่อนทางเทคนิคจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย หรือการกำหนดทิศทางลำรังสีที่ไม่เหมาะสม	36

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกและการเก็บข้อมูลภาพรังสี	39
ตารางที่ 2 แสดงความผิดพลาดในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากแต่ละเทคนิค	42
ตารางที่ 3 แสดงการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากซ้ำในแต่ละเทคนิคและในแต่ละเดือน	43

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากเป็นเครื่องมือสำคัญทางทันตกรรมที่ช่วยให้ทันตแพทย์สามารถประเมินโครงสร้างของกระดูกขากรรไกร ฟัน และเนื้อเยื่อโดยรอบได้อย่างครอบคลุมในมิติที่การตรวจทางคลินิกทั่วไปไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะในกรณีการวินิจฉัยการติดเชื้อในกระดูกขากรรไกร การประเมินฟันคุด การตรวจหาพยาธิสภาพของกระดูก ตลอดจนการวางแผนการรักษาทางรากเทียมและการจัดฟัน ดังนั้น การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากจึงเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญทั้งในด้านการเรียนการสอนและการปฏิบัติงานทางคลินิก

ในปัจจุบัน หลักสูตรการเรียนการสอนของนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ได้บรรจุเนื้อหาการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากไว้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกทักษะทางคลินิก ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับฟิสิกส์รังสี หลักการทำงานของเครื่องถ่ายภาพ เทคนิคการจัดท่าผู้ป่วย การตั้งค่าปริมาณรังสี ตลอดจนการประเมินคุณภาพของภาพรังสีเพื่อให้เหมาะสมต่อการวินิจฉัย นอกจากนี้ การปฏิบัติงานยังต้องยึดหลักความปลอดภัยทางรังสี โดยเฉพาะหลัก ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) เพื่อควบคุมปริมาณรังสีให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่าที่สามารถให้ผลการวินิจฉัยได้อย่างเหมาะสมอย่างไรก็ตาม ในกระบวนการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติจริงของนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ มักพบความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ในหลายขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการตั้งค่าปริมาณรังสีไม่เหมาะสม การจัดตำแหน่งผู้ป่วยไม่ถูกต้อง การเลือกเทคนิคหรืออุปกรณ์ไม่สอดคล้องกับข้อบ่งชี้ ตลอดจนการควบคุมเครื่องมือที่ยังขาดความชำนาญ ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวส่งผลให้ได้ภาพรังสีที่มีคุณภาพไม่เพียงพอ เช่น ภาพบิดเบี้ยว ภาพไม่ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการประเมิน หรือภาพมีสิ่งรบกวน (artifact) ซึ่งนอกจากจะลดความแม่นยำในการวินิจฉัยแล้ว ยังอาจนำไปสู่การถ่ายภาพซ้ำและเพิ่มปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับโดยไม่จำเป็น

ดังนั้น การศึกษาและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน ยกกระดับมาตรฐานการปฏิบัติงานทางรังสีวินิจฉัย และส่งเสริมความปลอดภัยของผู้ป่วยให้ได้รับบริการที่มีคุณภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์

1.2.1 เพื่อระบุและจำแนกประเภทของความคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากของ นิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมผู้ป่วย การจัดตำแหน่งผู้ป่วย และการตั้งค่าปริมาณรังสี

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ด้านคุณภาพการเรียนการสอน

ช่วยให้ผู้สอนสามารถระบุจุดอ่อนและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน เพื่อนำไปใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3.2 ด้านคุณภาพทางคลินิก

การระบุและแก้ไขความคลาดเคลื่อนจะช่วยยกระดับคุณภาพของภาพรังสี ส่งเสริมความถูกต้องและ ความน่าเชื่อถือของการวินิจฉัยทางคลินิก

1.3.3 ด้านความปลอดภัยของผู้ป่วย

ช่วยลดความจำเป็นในการถ่ายภาพรังสีซ้ำ และลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ สอดคล้องกับมาตรฐาน ความปลอดภัยทางรังสี

1.3.4 ด้านการพัฒนาทักษะวิชาชีพ

ส่งเสริมให้นิสิตเรียนรู้จากข้อผิดพลาด พัฒนาทักษะการถ่ายภาพรังสีให้ถูกต้องและปลอดภัย ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงภายหลังสำเร็จการศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิเคราะห์

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

ข้อมูลภาพรังสีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นภาพจากการถ่ายโดยนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วย ทันตแพทย์ ประจำปีการศึกษา 2568 ณ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์มุ่งเน้นการรวบรวมและจำแนกความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากของ ผู้ปฏิบัติงาน ณ คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยธนเรศวร

1.4.3 ขอบเขตด้านเวลา

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 8 เดือน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก (Extraoral radiography) หมายถึง การถ่ายภาพรังสีเพื่อประเมินโครงสร้างของช่องปาก กระดูกขากรรไกร และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง โดยไม่มีการวางตัวรับภาพหรือเซนเซอร์ภายในช่องปากของผู้ป่วย

ภาพรังสีพานอรามิก (Panoramic radiograph) หมายถึง ภาพรังสีนอกช่องปากที่แสดงภาพรวมของฟันทั้งปาก กระดูกขากรรไกรบนและล่าง รวมถึงโครงสร้างโดยรอบทั้งสองข้าง โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดรังสีและตัวรับภาพรอบศีรษะผู้ป่วย

ภาพรังสีเลเทอร์อัลเซฟาโลเมตริก (Lateral cephalometric radiograph) หมายถึง ภาพรังสีนอกช่องปากในแนวด้านข้างของกะโหลกศีรษะ ใช้ในการประเมินความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง โครงสร้างกะโหลกศีรษะ และตำแหน่งฟัน โดยเฉพาะในงานด้านทันตกรรมจัดฟัน

ภาพรังสีโพสทีโรแอนทีเรีย (Posteroanterior; PA radiograph) หมายถึง ภาพรังสีนอกช่องปากที่ลำรังสีผ่านจากด้านหลังศีรษะไปยังด้านหน้า ใช้สำหรับประเมินความสมมาตรของกะโหลกศีรษะและขากรรไกร

ภาพรังสีมือ-ข้อมือ (Hand and wrist radiograph) หมายถึง ภาพรังสีที่ใช้ประเมินการเจริญเติบโตและอายุทางกระดูก โดยพิจารณาจากลักษณะการพัฒนาของกระดูกมือและข้อมือ

ภาพรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular joint; TMJ radiograph) หมายถึง ภาพรังสีที่ใช้ประเมินโครงสร้างของข้อต่อขากรรไกรล่าง ได้แก่ หัวกระดูกขากรรไกรล่าง เบ้าข้อต่อ และความสัมพันธ์ของข้อต่อในตำแหน่งต่าง ๆ

เส้นแฟรงค์เฟิร์ต (Frankfurt plane) หมายถึง ระนาบอ้างอิงทางกายวิภาคที่ลากผ่านจุด Orbitale และ Porion ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดตำแหน่งศีรษะระหว่างการถ่ายภาพรังสี

เนซियोอน (Nasion) หมายถึง จุดอ้างอิงทางกายวิภาคบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูก frontal และกระดูก nasal ในแนวกึ่งกลางของใบหน้า ใช้เป็นจุดอ้างอิงในการจัดตำแหน่งศีรษะและการวิเคราะห์ภาพรังสี

สิ่งแปลกปน (Artifact) หมายถึง เงาหรือสิ่งที่ปรากฏในภาพรังสีซึ่งไม่ใช่โครงสร้างทางกายวิภาคที่แท้จริง และอาจรบกวนหรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการแปลผลภาพรังสี

ระนาบซาจิตตัล (Sagittal plane) หมายถึง ระนาบแนวตั้งที่แบ่งร่างกายออกเป็นด้านซ้ายและด้านขวา ใช้เป็นแนวอ้างอิงในการจัดตำแหน่งผู้ป่วย

การสบฟันแบบศูนย์กลาง (Centric occlusion) หมายถึง ตำแหน่งการสบฟันที่ฟันบนและฟันล่างสัมผัสกันในตำแหน่งปกติ ซึ่งใช้เป็นจุดอ้างอิงในการจัดทำผู้ป่วยขณะถ่ายภาพบางเทคนิค

กิโลโวลต์พีค (Kilovoltage peak; kVp) หมายถึง ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในการสร้างรังสีเอกซ์ มีผลต่อระดับพลังงานและความสามารถในการทะลุทะลวงของรังสี รวมถึงมีผลต่อคอนทราสต์

มิลลิแอมแปร์ (Milliamperere; mA) หมายถึง ค่ากระแสไฟฟ้าที่ควบคุมปริมาณอิเล็กตรอนภายในหลอดเอกซเรย์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณรังสีที่ผลิตได้และความหนาแน่นของภาพรังสี

แผ่นตรวจวัดรังสีชนิดกระตุ้นด้วยแสง (Optically Stimulated Luminescence Dosimeter; OSL) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณรังสีสะสมในร่างกาย โดยอาศัยหลักการกระตุ้นด้วยแสงเพื่ออ่านค่าปริมาณรังสีที่ได้รับ

แผ่นตรวจวัดรังสีชนิดเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Thermoluminescent Dosimeter; TLD) หมายถึง อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีที่อาศัยคุณสมบัติการเปล่งแสงเมื่อได้รับความร้อนภายหลังการได้รับรังสี เพื่อใช้ประเมินปริมาณรังสีสะสม

คอนทราสต์ (Contrast) หรือความแตกต่างระหว่างบริเวณดำและขาวของภาพ หมายถึง ระดับความแตกต่างของความเข้มระหว่างบริเวณสว่างและมืดในภาพรังสี ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของโครงสร้างทางกายวิภาค

1.6 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิเคราะห์

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ตั้งแต่การเตรียมผู้ป่วย การตั้งค่าปริมาณรังสี การจัดตำแหน่งผู้ป่วย จนถึงการประเมินคุณภาพของภาพรังสีที่ได้ โดยใช้การวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

กรอบแนวคิดแบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

ตัวแปรต้น (Independent variables) คือ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความผิดพลาดในการถ่ายภาพ ได้แก่ ความรู้และทักษะของผู้ปฏิบัติงาน ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ การตั้งค่าปริมาณรังสี การจัดตำแหน่งผู้ป่วย และการปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยทางรังสี (ALADA)

ตัวแปรตาม (Dependent variables) คือ ประเภทและลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ได้แก่ การตั้งค่าเครื่องผลิตพลาสติก การจัดตำแหน่งผู้ป่วยไม่ถูกต้อง ภาพบิดเบี้ยว ภาพไม่ครอบคลุม หรือภาพมีสิ่งแปลกปลอม ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของภาพรังสีและความแม่นยำในการวินิจฉัย

กรอบแนวคิดดังกล่าวทำหน้าที่เป็นโครงสร้างในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติในการลดและป้องกันความคลาดเคลื่อน อันจะช่วยยกระดับคุณภาพการฝึกอบรมและเสริมสร้างความปลอดภัยของผู้ป่วยต่อไป

บทที่ 2

หลักการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การถ่ายภาพรังสีให้ผู้ป่วยโดยใช้จำนวนครั้งให้น้อยที่สุด และได้ภาพที่ถูกต้องแม่นยำปราศจากความผิดพลาด เป็นหลักการสำคัญของงานรังสีวิทยาทางทันตกรรม เนื่องจากช่วยลดการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษา อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติยังคงพบความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ เช่น ภาพไม่คมชัด (unsharpness) ภาพบิดเบี้ยว (distortion) ภาพมีสิ่งแปลกปลอม ภาพมีความแตกต่างระหว่างบริเวณดำ-ขาวไม่เหมาะสม ภาพมืดหรือสว่างเกินไป เป็นต้น

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับความถี่ของความผิดพลาดในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การศึกษาของวรรณกมล ปัญญารักษ์ และคณะ (2559) พบความผิดพลาดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย 5 ประการ โดยพบบ่อยที่สุดคือการวางลิ้นไม่แนบเพดานปาก (ร้อยละ 69.2) รองลงมาคือคางต่ำเกินไป และคางยื่นไปด้านหน้ามากเกินไป จากภาพทั้งหมดพบว่า ภาพที่ไม่มีข้อผิดพลาดมีเพียงร้อยละ 16.3 ภาพที่มีข้อผิดพลาดแต่ยังวินิจฉัยได้ร้อยละ 81.7 และภาพที่ไม่สามารถยอมรับได้ร้อยละ 2.0

ความผิดพลาดแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. ความผิดพลาดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย เช่น ภาพซ้อน ภาพผิดมิติ หรือโครงสร้างสำคัญไม่ปรากฏ
2. ความผิดพลาดจากการตั้งค่าทางเทคนิคไม่เหมาะสม¹

การศึกษาของ Suparno และคณะ พบว่าความผิดพลาดร้อยละ 98.78 เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วย และเพียงร้อยละ 1.22 เกิดจากการเตรียมผู้ป่วย ข้อผิดพลาดที่พบบ่อย ได้แก่ การไม่วางลิ้นแนบเพดานปาก การจัดศีรษะไม่สมมาตร และทำยื่นไม่ตรง ส่งผลให้เกิดเงาซ้อนหรือความบิดเบี้ยวของภาพ² Asriningrum และคณะ (2023) ศึกษาภาพถ่ายพานอรามิก 2,418 ภาพ พบว่าภาพไม่มีข้อผิดพลาดร้อยละ 97 และมีข้อผิดพลาดด้านการจัดตำแหน่งร้อยละ 3 โดยพบบ่อยที่สุดคือคางเงยสูงเกินไป (ร้อยละ 56.02) รองลงมาคือผู้ป่วยอยู่ใกล้ image receptor มากเกินไป ภาพความหนาแน่นต่ำ การเคลื่อนไหว และเงาเสื้อตะกั่ว ผลการศึกษาสอดคล้องกันว่า ความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยมากกว่าปัจจัยด้านเครื่องมือ จึงควรเน้นการฝึกอบรมและการสื่อสารกับผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพ³

2.2 การตั้งค่าทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การตั้งค่าทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากเป็นปัจจัยกำหนดคุณภาพของภาพรังสี (image quality determinants)⁴ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการวินิจฉัย (diagnostic efficacy)

และปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (patient radiation dose) โดยองค์ประกอบหลักประกอบด้วยค่า kilovoltage peak (kVp) milliampere (mA) ระยะเวลาการฉายรังสี (exposure time) ขนาดจุดโฟกัส (focal spot size) และการเลือกโปรแกรมเฉพาะของเครื่องถ่ายภาพรังสี (exposure program selection)

2.2.1 ค่า Kilovoltage peak (kVp)

ค่า kVp เป็นตัวกำหนดพลังงานเฉลี่ยของโฟตอนรังสีเอกซ์ และมีผลต่อความสามารถในการทะลุทะลวง (penetrating power) ของลำรังสี⁵ เมื่อค่า kVp สูงขึ้น พลังงานรังสีเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดภาพที่มีคอนทราสต์ต่ำ (long-scale contrast) โดยมีโทนสีเทากระจายกว้าง เหมาะสำหรับการประเมินโครงสร้างกระดูกขากรรไกรทั้งหมดในภาพพานอรามิก ในทางกลับกัน ค่า kVp ต่ำจะให้ภาพที่มีคอนทราสต์สูง (short-scale contrast) การเลือกค่า kVp ที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดปัญหา เช่น

- ภาพจางเกินไป (underpenetration)
- ภาพสว่างหรือคอนทราสต์ต่ำเกินไป
- การสูญเสียรายละเอียดของ cortical bone

2.2.2 ค่า Milliampere (mAs) และระยะเวลาการฉายรังสี

ค่า mAs กำหนดจำนวนโฟตอนรังสีที่ผลิตต่อหน่วยเวลา ส่วนระยะเวลาการฉายรังสี (exposure time) กำหนดช่วงเวลาที่มีการปล่อยรังสี⁶ ปริมาณรังสีรวมสามารถอธิบายได้ในรูปของ mAs (milliampere-second) หากค่า mAs ต่ำเกินไปจะส่งผลให้ภาพมีลักษณะเป็นจุดหยาบ (grainy appearance) และลดความสามารถในการวินิจฉัย ในทางกลับกัน หากตั้งค่าสูงเกินไปจะเพิ่มปริมาณรังสีโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เชิงวินิจฉัยเพิ่มเติม

2.2.3 โปรแกรมการถ่ายภาพเฉพาะทาง

เครื่องถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากสมัยใหม่มีโปรแกรมสำหรับผู้ป่วยเด็ก ผู้ใหญ่ หรือผู้ที่มีโครงสร้างใบหน้าเฉพาะ การเลือกโปรแกรมผิดประเภทอาจทำให้

- ปริมาณรังสีเกินความจำเป็น
- ภาพมีความหนาแน่นไม่เหมาะสม
- โครงสร้างบางส่วนอยู่นอก focal trough

2.3 มาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีและการจัดการความเสี่ยง

การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากต้องดำเนินการภายใต้หลักการป้องกันอันตรายจากรังสี (radiation protection principles) เพื่อคุ้มครองทั้งผู้ป่วยและบุคลากรทางทันตกรรม โดยยึดหลักสากล 3 ประการ ได้แก่ การให้เหตุผล (Justification) การเพิ่มประสิทธิภาพหรือการปรับให้เหมาะสม (Optimization) และการจำกัดปริมาณรังสี (Dose Limitation)

การถ่ายภาพรังสียังต้องยึดหลักของการลดการรับปริมาณรังสีให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ (As Low As Reasonably Achievable; ALARA)⁷ ซึ่งเรียกว่า “การปรับให้เหมาะสม” (Optimization) โดยถือเป็นมาตรฐานความปลอดภัยสำคัญสำหรับผู้ป่วยและบุคลากรทางทันตกรรม ตามแนวทาง Dental Safety Goals & Guidelines (2015) หลักการดังกล่าวมุ่งเน้นให้เกิดความสมดุลระหว่างคุณภาพภาพรังสีที่เพียงพอต่อการวินิจฉัยกับการลดความเสี่ยงจากการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น

2.3.1 การให้เหตุผลในการถ่ายภาพรังสี (Justification)

การให้เหตุผลเป็นขั้นตอนพื้นฐานก่อนการถ่ายภาพรังสีทุกครั้ง) ทันตแพทย์ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบว่าการถ่ายภาพรังสีนั้นให้ประโยชน์ต่อการวินิจฉัย การวางแผนการรักษา หรือการติดตามผลมากกว่าความเสี่ยงจากการได้รับรังสี ต้องมีข้อบ่งชี้ทางคลินิกที่ชัดเจน (clinical indication) และหลีกเลี่ยงการถ่ายภาพรังสีซ้ำโดยไม่มี ความจำเป็น โดยเฉพาะในกรณีภาพเดิมยังสามารถใช้วินิจฉัยได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้ ควรเลือกเทคนิคการถ่ายภาพ ชนิดของภาพ และจำนวนภาพให้เหมาะสมกับสภาพผู้ป่วยแต่ละราย เช่น อายุ ขนาดร่างกาย ความร่วมมือ และประวัติการได้รับรังสีก่อนหน้านี้⁸

2.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพหรือการปรับให้เหมาะสม (Optimization: ALARA)

หลักการ Optimization มุ่งเน้นให้ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับต่ำที่สุดเท่าที่จะให้คุณภาพภาพเพียงพอสำหรับการวินิจฉัย โดยอาศัยการตั้งค่าทางเทคนิคอย่างเหมาะสม เช่น การเลือกค่า kVp, mA และระยะเวลาการฉายรังสีให้สัมพันธ์กับขนาดและลักษณะทางกายวิภาคของผู้ป่วย⁹

การปรับให้เหมาะสมยังครอบคลุมถึงการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพสูง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ และการฝึกอบรมบุคลากรเพื่อให้สามารถจัดตำแหน่งผู้ป่วยได้ถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก เพื่อลดอัตราการฉายซ้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณรังสีสะสมเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

2.3.3 การจำกัดปริมาณรังสี (Dose limitation)

การปฏิบัติงานต้องอ้างอิงค่ามาตรฐานอ้างอิงทางการวินิจฉัย (Diagnostic Reference Level; DRL) เพื่อควบคุมไม่ให้ปริมาณรังสีเกินระดับที่แนะนำ สำหรับบุคลากรทางทันตกรรม ต้องมีการเฝ้าระวังปริมาณ

รังสีสะสมเป็นระยะ โดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีส่วนบุคคล และปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมายด้านความปลอดภัยทางรังสีอย่างเคร่งครัด

2.3.4 การใช้อุปกรณ์ป้องกันสำหรับผู้ป่วย

ผู้ป่วยควรได้รับการป้องกันอย่างเหมาะสมระหว่างการถ่ายภาพรังสี ควรสวมใส่เสื้อตะกั่วกันรังสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กและสตรีมีครรภ์ และอาจใช้อุปกรณ์ป้องกันต่อมไทรอยด์ (thyroid collar) โดยไม่รบกวนบริเวณที่ต้องการวินิจฉัย

2.3.5 การป้องกันตนเองของบุคลากร (Occupational protection)

การป้องกันตนเองของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญของระบบความปลอดภัยทางรังสี มาตรการสำคัญประกอบด้วย

- การใช้เวลาสัมผัสรังสีให้น้อยที่สุด (time)
- การเพิ่มระยะห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีอย่างน้อย 2 เมตร (distance)
- การใช้สิ่งกำบังรังสี เช่น ฉากกันตะกั่ว หรือห้องควบคุมที่ออกแบบตามมาตรฐาน (shielding)

หลักการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิด “Time–Distance–Shielding” ซึ่งเป็นพื้นฐานของการป้องกันอันตรายจากรังสีในงานทางการแพทย์และทันตกรรม

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากสามารถเกิดได้จากหลายองค์ประกอบ ทั้งด้านบุคลากร ผู้ป่วย เครื่องมือ และระบบบริหารจัดการ โดยสามารถจำแนกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน ปัจจัยด้านผู้ป่วย และปัจจัยด้านเครื่องมือและระบบ ทั้งนี้ การลดความคลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยแนวคิดเชิงระบบ (system-based approach) ร่วมกับการควบคุมคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

2.4.1 ปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน (Operator-related factors)

ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานมีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพของภาพรังสี การปรับค่ารังสีให้เหมาะสมเป็นความรับผิดชอบสำคัญของผู้ปฏิบัติงาน โดยต้องเลือกใช้ค่าทางเทคนิค ได้แก่ kVp, mA และระยะเวลาการฉายรังสี รวมถึงการกำหนดขนาดลำแสง (beam collimation) ให้เล็กที่สุดเท่าที่จะให้ภาพวินิจฉัยที่มีคุณภาพเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อควบคุมปริมาณรังสีตามหลัก ALARA และลดโอกาสเกิดภาพซ้ำจากการตั้งค่าที่ไม่เหมาะสม¹⁰

2.4.2 ปัจจัยด้านผู้ป่วย (Patient-related factors)¹¹

ปัจจัยจากผู้ป่วยเป็นสาเหตุสำคัญของความคลาดเคลื่อน เช่น

- การเคลื่อนไหวระหว่างการทำภาพ (motion artifact)
- การไม่วางลิ้นแนบเพดานปากในภาพพานอรามิก
- การเอียงศีรษะหรือจัดตำแหน่งไม่สมมาตร
- การมีวัตถุโลหะในบริเวณศีรษะและลำคอ

ความร่วมมือของผู้ป่วยสัมพันธ์โดยตรงกับความชัดเจนของภาพ และหากไม่สามารถควบคุมได้อาจทำให้ต้องถ่ายภาพซ้ำ ส่งผลให้ปริมาณรังสีสะสมเพิ่มขึ้น

2.4.3 ปัจจัยด้านเครื่องมือและระบบ (Equipment- and system-related factors)

เครื่องมือที่ไม่ได้รับการสอบเทียบหรือบำรุงรักษาอย่างเหมาะสมอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของภาพ เช่น ความคลาดเคลื่อนของเลเซอร์กำหนดตำแหน่ง ความไม่สม่ำเสมอของลำรังสี หรือความเสื่อมของตัวรับภาพ (detector degradation)

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control; QC) จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องเอกซเรย์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือทำงานได้ตามมาตรฐานความปลอดภัยและให้ค่าทางเทคนิคที่ถูกต้องแม่นยำ การดำเนินการดังกล่าวช่วยลดความผิดพลาดเชิงระบบและลดอัตราการถ่ายภาพซ้ำ

บุคลากรที่ปฏิบัติงานทางรังสีต้องสวมใส่อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีสะสมส่วนบุคคล เช่น OSL (Optically Stimulated Luminescence dosimeter) หรือ TLD (Thermoluminescent Dosimeter) และมีการบันทึกผลอย่างสม่ำเสมอตามที่กฎหมายกำหนด ข้อมูลดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเฝ้าระวังความปลอดภัยของบุคลากรและประเมินประสิทธิภาพของมาตรการป้องกันรังสีภายในหน่วยงาน

2.4.4 การวิเคราะห์เชิงระบบและการป้องกันความผิดพลาดซ้ำ

ในกรณีที่พบความคลาดเคลื่อนซ้ำ ๆ ควรมีการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อจำแนกว่าความผิดพลาดเกิดจากบุคลากร กระบวนการทำงาน เครื่องมือ หรือข้อจำกัดของผู้ป่วย การนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงแนวทางปฏิบัติงาน การอบรมบุคลากร และการปรับระบบควบคุมคุณภาพ จะช่วยลดความเสี่ยงเชิงระบบและยกระดับความปลอดภัยของผู้ป่วยในระยะยาว

2.5 ขั้นตอนมาตรฐานในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากควรดำเนินการตามลำดับขั้นตอนมาตรฐานที่เป็นระบบ เพื่อให้ได้ภาพวินิจฉัยที่มีคุณภาพ ลดอัตราการถ่ายซ้ำ และควบคุมปริมาณรังสีให้เหมาะสมตามหลักความปลอดภัย กระบวนการโดยรวมสามารถสรุปได้เป็น 6 ขั้นตอนสำคัญ¹² ได้แก่

1. การยืนยันตัวตนผู้ป่วยและข้อบ่งชี้ทางคลินิก
2. การประเมินสภาพทั่วไปและซักประวัติทางรังสี
3. การเตรียมผู้ป่วย
4. การปรับค่าทางเทคนิคและเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม
5. การจัดตำแหน่งผู้ป่วย
6. การประเมินคุณภาพภาพรังสีหลังถ่ายทันที

ทั้งนี้ ในเชิงปฏิบัติสามารถจัดกลุ่มกระบวนการหลักได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ การเตรียมผู้ป่วย การปรับค่ารังสี และการจัดตำแหน่งผู้ป่วย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 การเตรียมผู้ป่วยก่อนถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การเตรียมผู้ป่วยเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของภาพรังสีและการลดสิ่งรบกวน (artifact) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1.1 การถอดวัตถุโลหะและอุปกรณ์ถอดได้

ผู้ป่วยต้องถอดเครื่องประดับหรือวัตถุที่เป็นโลหะทุกชนิดบริเวณใบหน้า ศีรษะ และลำคอ ได้แก่

- แว่นตา
- ต่างหู
- สร้อยคอ
- กิ๊บติดผม
- ฟันปลอมชนิดถอดได้
- เครื่องมือจัดฟันชนิดถอดได้

วัตถุโลหะอาจก่อให้เกิดภาพเงาซ้อน (ghost image) หรือสิ่งแปลกปลอมบนภาพรังสี ซึ่งส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการวินิจฉัย

2.5.1.2 การประเมินข้อควรระวังทางการแพทย์

ผู้ป่วยต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ทันที่หากกำลังตั้งครรภ์ หรือมีประวัติการผ่าตัดที่ฝังอุปกรณ์โลหะไว้ในร่างกาย เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานพิจารณาความเหมาะสมของการถ่ายภาพรังสีและการใช้อุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติม

2.5.1.3 การให้คำแนะนำและการสื่อสารกับผู้ป่วย

ควรอธิบายขั้นตอนการถ่ายภาพอย่างชัดเจน ให้ผู้ป่วยเข้าใจถึงความสำคัญของการอยู่นิ่ง การจัดทำตามที่กำหนด และการปฏิบัติตามคำสั่ง เช่น การกักฟันในตำแหน่งที่กำหนด หรือการวางลิ้นแนบเพดานปาก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหว (motion artifact) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาพพร่ามัวและการถ่ายซ้ำ

2.5.2 การปรับค่าทางเทคนิคและการเลือกโปรแกรมการถ่ายภาพ

การปรับค่ารังสีต้องดำเนินการตามคู่มือการใช้งานของเครื่องถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก และสอดคล้องกับลักษณะทางกายวิภาคของผู้ป่วย เพื่อให้ได้ภาพวินิจฉัยที่มีคุณภาพเพียงพอโดยใช้ปริมาณรังสีต่ำที่สุดเท่าที่เหมาะสม

2.5.2.1 การเลือกขนาดผู้ป่วย (Patient size selection)






















การกำหนดขนาดผู้ป่วยอาศัยการประเมินความยาวกระดูกศีรษะในทิศทางแกน sagittal (anteroposterior dimension) และลักษณะโครงสร้างของร่างกาย เพื่อปรับค่าการฉายรังสีให้เหมาะสม (ภาพที่ 1) โดยแบ่งขนาดผู้ป่วยดังนี้

- C (Child) – ผู้ป่วยเด็ก ความยาวกระดูกศีรษะสูงสุด ≤ 17 เซนติเมตร
- S (Small) – ผู้ป่วยขนาดเล็ก ความยาวกระดูกศีรษะสูงสุด ≤ 19 เซนติเมตร
- M (Medium) – ผู้ป่วยขนาดกลาง ความยาวกระดูกศีรษะ 19-21 เซนติเมตร
- L (Large) – ผู้ป่วยขนาดใหญ่ ความยาวกระดูกศีรษะ ≥ 21 เซนติเมตร

การตั้งค่าขนาดผู้ป่วยอย่างถูกต้องจะช่วยให้ระบบปรับค่า kVp, mA และระยะเวลาการฉายรังสีโดยอัตโนมัติให้เหมาะสมกับความหนาแน่นของเนื้อเยื่อ ลดความเสี่ยงของภาพมืดหรือสว่างเกินไป และลดปริมาณรังสีที่ไม่จำเป็น

2.5.2.2 การตั้งค่าทางเทคนิค

ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบและปรับค่าทางเทคนิค ได้แก่ kVp, mA และเวลาให้สอดคล้องกับโปรแกรมที่เลือก รวมถึงตรวจสอบขนาดลำแสงให้เหมาะสมกับบริเวณที่ต้องการวินิจฉัย เพื่อลดการกระจายรังสีไปยังเนื้อเยื่อที่ไม่เกี่ยวข้อง

2. Exposure Area (ROI)	3. Patient Size (Size)	4. Projection (Proj)	5. Arm Height (H Pos) [mm]	6. Dental Arch Shape (Jaw)	7. Exposure Setting (Exp)	8.		9. Scan Speed (Spd)
						For Auto Exposure "A" Auto Level (Lv)	For Manual Exposure "M" Tube Voltage (kV) / Tube Current (mA)	
Dental Arch 	C 	Standard 	15	Standard 	A (auto exposure)	+6	90	10
		Shadow Less 		Narrow 		+5		
		Ortho 		Wide 		+4		
Maxillary Sinus 	S 	Anterior 	0		M (manual exposure)	+3	85	8
		Posterior 				+2		
TMJ 	M 	Standard 			Off (no X-ray emission)	0	70	6
		Pan 				-1		
Bitewing 	L 	Linear 			M	-2	60	4
		Linear 				-3		
		Bitewing 				-4		
			15 10 5 0		Off			

* For 85 or 90 kV, mA setting is from 2 to 9.

● Patient Size

The set values for patient size is the sagittal length of the skull (A). The upper limit for the lift cannot accommodate patients taller than 180 cm. We recommend having patients who are too tall to sit down.

Patient Size	C (Child)	S	M	L
Sagittal Length (A)	Max. 17 cm	Max. 19 cm	19 – 21 cm	

* The above values are estimates only. The dentist should judge this by the patient's body shape, skeletal structure etc.



● Auto Level

With auto level, X-ray emission is adjusted during the exposure to obtain better image density.

- For more density touch the plus "+" key to raise the level.
- For less density touch the minus "-" key to lower the level.

ภาพที่ 1 ค่าแนะนำในการตั้งค่าเครื่องถ่ายภาพรังสีนอกปากตามขนาดผู้ป่วยการถ่ายภาพพานอรามิก

2.5.3 การจัดตำแหน่งผู้ป่วย

หลังจากเตรียมผู้ป่วยและปรับค่าทางเทคนิคเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการจัดตำแหน่งผู้ป่วยให้ถูกต้องตามเทคนิคการถ่ายภาพแต่ละชนิด โดยต้องคำนึงถึง

- ความสมมาตรของศีรษะ
- ความสัมพันธ์ของระนาบอ้างอิง (เช่น Frankfurt plane)
- การกีดฟันในตำแหน่งที่เหมาะสม
- การวางลิ้นและการอยู่นิ่งของผู้ป่วย

การจัดตำแหน่งที่ถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรกเป็นปัจจัยสำคัญในการลดอัตราการถ่ายซ้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการวินิจฉัย

2.5.4 การประเมินคุณภาพภาพรังสีหลังถ่ายทันที

หลังการถ่ายภาพควรมีการประเมินคุณภาพภาพรังสีทันที โดยพิจารณาความคมชัด ความสมมาตร ความครบถ้วนของโครงสร้างทางกายวิภาค และการไม่มีสิ่งแปลกปลอม หากพบความคลาดเคลื่อน ต้องวิเคราะห์สาเหตุอย่างเป็นระบบก่อนพิจารณาการถ่ายซ้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มปริมาณรังสีโดยไม่จำเป็น

2.6 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยในแต่ละเทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

การจัดตำแหน่งผู้ป่วยถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของภาพวินิจฉัยในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งอาจก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนทางเรขาคณิต (geometric distortion) ความไม่สมมาตร การขยายภาพที่ไม่เท่ากัน การซ้อนทับของโครงสร้างทางกายวิภาค (superimposition) การเกิดภาพเงาซ้อน (ghost image) ตลอดจนเพิ่มความจำเป็นในการถ่ายซ้ำ ซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ดังนั้น ในแต่ละเทคนิคการถ่ายภาพจึงต้องอาศัยกระบวนการจัดตำแหน่งที่เป็นระบบ มีมาตรฐาน และสามารถทำซ้ำได้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ภาพที่มีความถูกต้องทางกายวิภาคและสอดคล้องกับหลักความปลอดภัยทางรังสี

2.6.1 การถ่ายภาพรังสีพานoramิก (Panoramic Radiography)

การถ่ายภาพรังสีพานoramิกเป็นเทคนิคการถ่ายภาพแบบเอกซเรย์หมุนรอบ (rotational tomography) ที่ให้ภาพสองมิติของโครงสร้างขากรรไกรและใบหน้า ภาพที่ได้จะมีความคมชัดเฉพาะบริเวณที่อยู่ภายในแนวโฟกัส (focal trough) ดังนั้น การจัดตำแหน่งผู้ป่วยอย่างแม่นยำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความคมชัดและความถูกต้องของภาพวินิจฉัย (ภาพที่ 2)

2.6.1.1 ขั้นตอนการจัดตำแหน่งผู้ป่วย

1. ท่าทางของผู้ป่วย (Patient posture) ผู้ป่วยควรยืนตัวตรง หลังตรง ไหล่ผ่อนคลาย และเหยียดกระดูกสันหลังส่วนคอให้ตรง เพื่อป้องกันการงอหรือโก่งตัว หากผู้ป่วยยืนหลังค่อม อาจทำให้กระดูกสันหลังส่วนคอซ้อนทับบริเวณด้านหน้าของกระดูกขากรรไกรล่าง เกิดเป็นเงาที่บร้งสีบริเวณกึ่งกลางภาพ ซึ่งลดคุณภาพในการวินิจฉัย

2. การวางคางและการใช้แท่งกัด (Chin rest and bite block positioning) ผู้ป่วยต้องวางคางให้พอดีกับแท่นรองคาง (chin rest) และกัดฟันหน้าบนและล่างในร่องของแท่งกัด (bite block) พร้อมทั้งปรับที่ยึดศีรษะให้กระชับเพื่อลดการเคลื่อนไหวระหว่างการถ่ายภาพ การจัดตำแหน่งหน้า-หลังที่ไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดความผิดเพี้ยน ดังนี้

- หากวางตำแหน่งหน้าเกินไป ฟันหน้าจะมีลักษณะแคบและพร่ามัว
- หากวางตำแหน่งถอยหลังเกินไป ฟันหน้าจะมีลักษณะกว้างและขยายเกินจริง

3. การจัดแนวกึ่งกลางใบหน้าและความสมมาตร (Midline alignment and symmetry) ผู้ป่วยต้องหันหน้าไปข้างหน้าโดยตรง จัดศีรษะให้สมมาตร โดยให้เส้นเลเซอร์แนวตั้งตรงกับกึ่งกลางใบหน้า (facial midline) เพื่อป้องกันความไม่สมมาตรของภาพทั้งสองข้าง นอกจากนี้ เส้นกำหนดตำแหน่งเขี้ยว (canine reference line) ควรอยู่บริเวณด้าน distal ของฟันซี่ 23 (ตามระบบ FDI) เพื่อให้แน่ใจว่าฟันหน้าอยู่ในแนวโฟกัสอย่างเหมาะสม การหมุนศีรษะแม้เพียงเล็กน้อยอาจทำให้เกิดการขยายภาพไม่เท่ากันระหว่างซ้ายและขวา

4. การจัดแนวระนาบ Frankfurt (Frankfort horizontal plane alignment) ระนาบ Frankfurt ซึ่งลากจากขอบล่างของเบ้าตา (infraorbital rim) ไปยังขอบบนของช่องหูภายนอก ควรอยู่ในแนวขนานกับพื้น โดยอาศัยแสงเลเซอร์นำทางเป็นตัวช่วย

- หากผู้ป่วยเงยหน้ามากเกินไป (chin up) จะทำให้แนวสลับฟันบนราบและเพดานแข็งซ้อนทับบริเวณปลายรากฟันบน
- หากผู้ป่วยก้มหน้ามากเกินไป (chin down) จะทำให้แนวสลับฟันโค้งมากผิดปกติ และเกิดความผิดปกติบนบริเวณพื้นหน้าล่าง

5. การสบฟันในตำแหน่งศูนย์กลาง (Centric occlusion) ผู้ป่วยควรกัดแท่งกัณฑ์ในตำแหน่งสบฟันปกติ (centric occlusion) อย่างมั่นคง แต่ไม่เกร็ง เพื่อช่วยคงตำแหน่งขากรรไกรให้เสถียรและลดการเคลื่อนไหวระหว่างการถ่ายภาพ

6. ตำแหน่งริมฝีปากและลิ้น (Lip and tongue position) ผู้ป่วยควรปิดริมฝีปากเบาๆ โดยไม่เม้มหรือเกร็ง และวางลิ้นแนบกับเพดานแข็งตลอดระยะเวลาการถ่ายภาพ หากลิ้นไม่แนบเพดาน จะเกิดช่องอากาศระหว่างลิ้นกับเพดาน (palatoglossal air space) ซึ่งปรากฏเป็นแถบรังสีโปร่งบริเวณปลายรากฟันบน ทำให้ลดคุณค่าทางวินิจฉัย

7. การปรับค่าทางเทคนิค (Exposure parameter adjustment) ต้องปรับค่า kVp และ mA ให้เหมาะสมกับขนาดและลักษณะทางกายวิภาคของผู้ป่วย เพื่อให้ได้ภาพที่มีความคมชัดและคอนทราสต์เพียงพอ โดยหลีกเลี่ยงภาวะภาพมืดเกินไป (underexposure) หรือสว่างเกินไป (overexposure) เครื่องถ่ายภาพ

ระบบดิจิทัลบางรุ่นอาจมีระบบควบคุมการเปิดรับรังสีอัตโนมัติ (automatic exposure control) อย่างไรก็ตาม ผู้ปฏิบัติงานยังคงต้องตรวจสอบความถูกต้องของการตั้งค่าอย่างรอบคอบ



ภาพที่ 2 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีพานอรามิก โดยใช้ระบบแสงเลเซอร์นำทาง

- (ก) มุมมองด้านหน้า แสดงการจัดแนวกึ่งกลางใบหน้า (facial midline) ด้วยแสงเลเซอร์แนวตั้งเพื่อให้ศีรษะอยู่ในตำแหน่งสมมาตร ผู้ป่วยกัดแท่งกัด (bite block) และใช้อุปกรณ์ยึดศีรษะด้านข้างเพื่อลดการเคลื่อนไหว
- (ข) มุมมองด้านข้าง แสดงการจัดระนาบ Frankfurt (Frankfort horizontal plane) ให้ขนานกับพื้นโดยอาศัยแสงเลเซอร์แนวนอน พร้อมการวางคางบนแท่นรองคาง (chin rest) และการกำหนดตำแหน่งพื้นหน้าให้อยู่ในแนวโฟกัส (focal trough) อย่างเหมาะสม

2.6.1.2 การแจ้งข้อปฏิบัติต่อผู้ป่วยก่อนทำการถ่ายภาพรังสี

ก่อนเริ่มการถ่ายภาพรังสี ผู้ปฏิบัติงานต้องให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยอย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของภาพและลดโอกาสการถ่ายซ้ำ โดยมีแนวทางดังนี้

1. ให้ผู้ป่วยกระดกศีรษะและเพดานปากตลอดระยะเวลาการถ่ายภาพ เพื่อปิดช่องว่างระหว่างเพดานปากกับลิ้น ซึ่งช่วยลดการเกิดแถบรังสีโปร่งบริเวณปลายรากฟันบน

2. ให้ปิดริมฝีปากบนและล่างสนิทอย่างเป็นธรรมชาติ เพื่อลดการเกิดเงาช่องอากาศบริเวณฟันหน้า
3. ไม่ยกไหล่หรือขยับตัวระหว่างการทำงานของเครื่อง เพื่อป้องกันการชนกับอุปกรณ์หมุนของเครื่องและลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาพพรั่มัวจากการเคลื่อนไหว

การสื่อสารที่ชัดเจนและการตรวจสอบความเข้าใจของผู้ป่วยก่อนเริ่มการถ่ายภาพเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการถ่ายภาพรังสี

2.6.1.3 การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีฟันอรามิก¹¹

ภายหลังการถ่ายภาพรังสี ควรมีการประเมินคุณภาพของภาพทันที เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง (ภาพที่ 3-8) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

1. ความชัดเจนของภาพ (Image clarity) ภาพรังสี ควรมีความคมชัดแสดงรายละเอียดของฟัน ขากรรไกร และโครงสร้างกระดูกโดยรอบอย่างครบถ้วน ไม่มีการบิดเบี้ยวหรือการซ้อนทับที่ไม่พึงประสงค์ ภาพที่ไม่ชัดเจนอาจเกิดจากการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยหรือการตั้งค่าทางเทคนิคที่ไม่เหมาะสม

2. การจัดตำแหน่งที่ถูกต้อง (Correct positioning) ศีรษะของผู้ป่วยต้องอยู่ในแนวที่เหมาะสม ระนาบ Frankfurt ควรขนานกับพื้น ไม่มีการหมุนศีรษะไปทางซ้ายหรือขวามากเกินไป และไม่ก้มหรือเงยเกินกว่ามาตรฐานเพื่อป้องกันความผิดเพี้ยนของภาพ

3. การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม (Artifacts and foreign objects) ต้องตรวจสอบว่าไม่มีสิ่งแปลกปลอมจากเครื่องประดับ โลหะ ฟันปลอม หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อาจตกค้างอยู่ระหว่างการถ่ายภาพ วัตถุโลหะบริเวณศีรษะและใบหน้าอาจทำให้เกิดเงาที่บร้งสีหรือภาพเงาซ้อน ซึ่งบดบังโครงสร้างที่ต้องการวินิจฉัย



ภาพที่ 3 ภาพถ่ายรังสีพานอรามิกที่มีคุณภาพดีจากการประเมินเชิงโครงสร้างทางรังสีวิทยา โดยจากภาพพบว่า โครงสร้างฟันและกระดูกขากรรไกรทั้งบนและล่างปรากฏครบถ้วนภายในขอบเขตภาพ ไม่มีส่วนสำคัญถูกตัดขาด ความคมชัดของรายละเอียดทางกายวิภาคอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม สามารถแยกแยะขอบเขตรากฟัน ช่องโพรงประสาทฟัน และลักษณะของกระดูกเบ้าฟันได้อย่างชัดเจน แนวกึ่งกลางภาพมีความสมมาตร สังเกตได้จากขนาดและรูปร่างของกระดูกขากรรไกรซ้ายและขวาที่ใกล้เคียงกัน ไม่ปรากฏการขยายภาพที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงการจัดตำแหน่งศีรษะที่ไม่หมุนเอียง แนวระนาบการสบฟันมีลักษณะโค้งตามธรรมชาติ (smile curve) ไม่แบนราบหรือโค้งมากผิดปกติ บ่งชี้ว่าการจัดแนวระนาบ Frankfurt อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ไม่พบเงาที่บรังสีของกระดูกสันหลังส่วนคอซ้อนทับบริเวณฟันหน้า ซึ่งสะท้อนถึงท่าทางการยืนที่ถูกต้อง และไม่พบแถบรังสีโปร่งบริเวณปลายรากฟันบน อันเกิดจากช่องอากาศระหว่างลิ้นกับเพดานปาก แสดงว่าผู้ป่วยวางลิ้นแนบเพดานอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ไม่ปรากฏสิ่งแปลกปลอมจากโลหะหรือเครื่องประดับที่รบกวนการวินิจฉัย



ภาพที่ 4 ภาพถ่ายรังสีพานoramิกที่เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยก้มหน้ามากเกินไป (excessive chin down positioning) สังเกตได้จากแนวสบฟันที่มีความโค้งมากผิดปกติ (exaggerated smile curve) ฟันหน้าล่างมีลักษณะสั้นและอาจเกิดการซ้อนทับของรากฟันบางส่วน โครงสร้างบริเวณกระดูกขากรรไกรล่างส่วนหน้าปรากฏบิดเบี้ยวเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณด้านหลัง นอกจากนี้อาจพบการซ้อนทับของกระดูกไฮออยด์ (hyoid bone) บริเวณใต้ขากรรไกรล่างมากกว่าปกติ ลักษณะดังกล่าวสะท้อนถึงการจัดแนวระนาบ Frankfurt ไม่ขนานกับพื้น ส่งผลให้เกิดความผิดเพี้ยนทางเรขาคณิตของภาพและลดความแม่นยำในการวินิจฉัยทางทันตกรรม

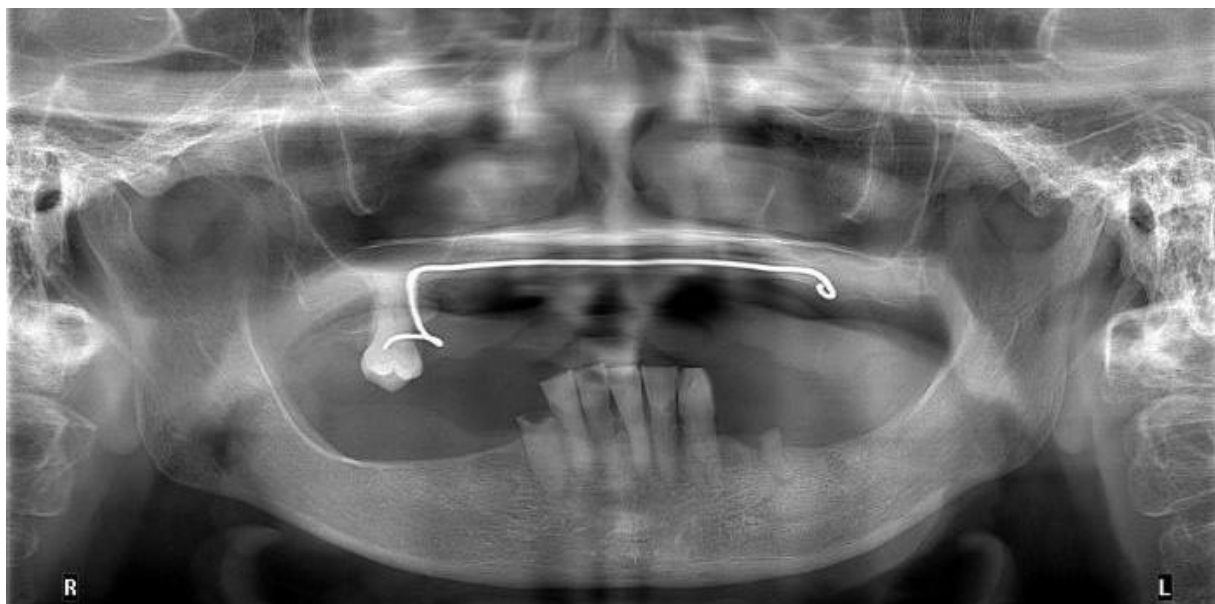


ภาพที่ 5 ภาพถ่ายรังสีฟันออรามิกที่เกิดจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยเงยหน้ามากเกินไป (excessive chin up positioning) สังเกตได้จากแนวสบฟันที่มีลักษณะแบนราบหรือกลับทิศ (flattened or reverse smile curve) ฟันหน้าบนปรากฏยาวผิดสัดส่วน และเพดานแข็ง (hard palate) ซ้อนทับบริเวณปลายรากฟันบน ทำให้รายละเอียดของรากฟันลดความชัดเจน นอกจากนี้ โครงสร้างบริเวณโพรงไซนัสขากรรไกรบนอาจปรากฏต่ำกว่าตำแหน่งปกติ ลักษณะดังกล่าวสะท้อนถึงการจัดแนวระนาบ Frankfurt ไม่ขนานกับพื้น ส่งผลให้เกิดความผิดเพี้ยนทางเรขาคณิตของภาพและลดประสิทธิภาพในการประเมินโครงสร้างทางกายวิภาคเพื่อการวินิจฉัย



ภาพที่ 6 ภาพถ่ายรังสีฟันออรามิกที่แสดงความผิดพลาดจากการวางตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยเอียงไปด้านข้าง (head rotation) สังเกตได้จากความไม่สมมาตรของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรซ้ายและขวา โดยด้านหนึ่งมีลักษณะฟันและกระดูกขากรรไกรกว้างและขยายใหญ่กว่าปกติ (magnification) ในขณะที่อีกด้านหนึ่งปรากฏแคบและย่อขนาดลง (minification) นอกจากนี้ แนวกึ่งกลางใบหน้าไม่ตรงกับแนวกึ่งกลางของภาพ และขอบกระดูกขากรรไกรล่างทั้งสองด้านไม่อยู่ในระดับเดียวกัน ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเกิดจากการที่ระนาบกึ่งกลางศีรษะ (mid-sagittal plane) ไม่ตั้งฉากกับพื้นและไม่อยู่กึ่งกลางของเครื่องถ่ายภาพ ส่งผลให้เกิดการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตของภาพ และอาจกระทบต่อความแม่นยำในการประเมินความสัมพันธ์เชิงกายวิภาคและการวางแผนการรักษา นอกจากนี้ แนวระนาบการสบฟัน (occlusal plane) มีลักษณะโค้งกลับ (reverse smile curve) ซึ่งเป็นลักษณะบ่งชี้สำคัญของการเงยหน้ามากเกินไป ส่งผลให้ฟันหน้าบนปรากฏยาวผิดสัดส่วน และเพดานแข็ง (hard

palate) ซ้อนทับบริเวณปลายรากฟันบนบางส่วน ลักษณะดังกล่าวสะท้อนถึงการที่ระนาบ Frankfurt ไม่ขนานกับพื้น ทำให้เกิดความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตทั้งในแนวราบและแนวตั้ง



ภาพที่ 7 ภาพถ่ายรังสีฟันอรามิกที่ปรากฏสิ่งแปลกปลอมชนิดโลหะคงค้างอยู่ในช่องปากของผู้ป่วยในระหว่างการถ่ายภาพ ซึ่งมีลักษณะเป็นโครงลวดโค้งพาดผ่านบริเวณขากรรไกรบน สอดคล้องกับอุปกรณ์ทางทันตกรรมโลหะดังกล่าวมีความทึบรังสีสูง (radiopaque) ทำให้เกิดเงาสว่างเด่นชัดและบดบังรายละเอียดของโครงสร้างกระดูกและโพรงไซนัสขากรรไกรบนบางส่วน การคงอยู่ของวัสดุโลหะภายในช่องปากก่อให้เกิดเงาซ้อนทับ (superimposition) และอาจสร้างภาพหลอก (artifact)



ภาพที่ 8 ภาพถ่ายรังสีฟันออรามิกที่แสดงความคลาดเคลื่อนจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยและสิ่งรบกวนจากโลหะ แนวระนาบการสบฟันมีลักษณะแบนและโค้งกลับ สอดคล้องกับการเงยหน้ามากเกินไป ส่งผลให้รากฟันหน้าบนปรากฏสั้นลงและมีการซ้อนทับของเพดานแข็งบริเวณปลายรากฟัน นอกจากนี้พบความพร่ามัวบริเวณฟันหน้า อาจสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยหรือการวางตำแหน่งไม่อยู่ในแนวโฟกัสที่เหมาะสม นอกจากนี้ พบเงาที่บรังกี่ลักษณะวงแหวนทั้งสองข้างของภาพ สอดคล้องกับตำแหน่งที่ไม่ได้ถอดออกก่อนการถ่ายภาพ วัตถุโลหะดังกล่าวอยู่ภายนอกโครงสร้างขากรรไกร แต่เนื่องจากหลักการสร้างภาพของเครื่องพานออรามิกเป็นการหมุนของหลอดกำเนิดรังสีและตัวรับภาพรอบศีรษะผู้ป่วย วัตถุที่มีความทึบรังสีสูงซึ่งอยู่ภายในเส้นทางการหมุนของลำรังสี (rotational path) จะถูกบันทึกภาพและอาจเกิดภาพซ้อน (ghost image) หรือภาพที่ถูกฉายทับเข้าสู่บริเวณกายวิภาคภายในขากรรไกร โดยเฉพาะบริเวณ ramus หรือมุมขากรรไกร ลักษณะภาพซ้อนมักปรากฏสูงกว่าเบลอมากกว่า และอยู่ด้านตรงข้ามกับตำแหน่งจริงของวัตถุ

2.6.2 การถ่ายภาพรังสีนอกปากเทคนิคเลเทอร์ลเซฟาโลเมตริก (Lateral Cephalometric Radiograph)

การถ่ายภาพรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมตริกเป็นการถ่ายภาพศีรษะในแนวด้านข้างเพื่อประเมินความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของกะโหลกศีรษะ กระดูกใบหน้า ขากรรไกร ฟัน และเนื้อเยื่ออ่อน มีบทบาทสำคัญในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ศัลยกรรมช่องปากและขากรรไกร ตลอดจนการประเมินการเจริญเติบโตของโครงสร้างใบหน้า¹² (ภาพที่ 9)

2.6.2.1 การจัดตำแหน่งผู้ป่วย

1. ให้ผู้ป่วยหันศีรษะด้านข้างเข้าหาแผ่นรับรังสี โดยใช้เครื่องยึดตำแหน่งศีรษะ (cephalostat) และแท่งยึดหู (ear rods) เพื่อคงตำแหน่งศีรษะให้มั่นคงและลดการเคลื่อนไหวระหว่างการถ่ายภาพ
2. ให้ผู้ป่วยยืนตัวตรง หลังตรง กระดูกคอยึดตรง ศีรษะตั้งตรงในท่าทางเป็นธรรมชาติ (natural head position) โดยหลีกเลี่ยงการก้มคอหรือเงยคอบมากเกินไป
3. ใช้แสงเลเซอร์นำทางของเครื่องเอกซเรย์เพื่อปรับแนวระนาบ Frankfurt (Frankfurt horizontal plane) ให้ขนานกับพื้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการก้มหรือเงยศีรษะ
4. ตรวจสอบให้ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (mid-sagittal plane) ตั้งฉากกับพื้น และอยู่ในแนวตั้งฉากกับแผ่นรับรังสี เพื่อป้องกันการหมุนหรือเอียงของศีรษะ ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างสองข้างไม่ซ้อนทับกันอย่างเหมาะสม

5. แต่งกำหนดตำแหน่งบริเวณ nasion ควรแตะตำแหน่งจุดเว้าลึกที่สุดบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูกหน้าผากและกระดูกจมูก เพื่อช่วยควบคุมตำแหน่งศีรษะในแนวหน้า-หลัง

6. ให้ผู้ป่วยกัดฟันหลังในตำแหน่งสบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) ก่อนการถ่ายภาพ เพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่างฟันบนและฟันล่างถูกต้องและสามารถนำไปวิเคราะห์ทางเซฟาโลเมตริกได้อย่างแม่นยำ

7. ให้ผู้ป่วยปิดริมฝีปากในลักษณะผ่อนคลาย (relaxed lip position) โดยไม่เม้มปากหรือเกร็งกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถประเมินความสัมพันธ์ของเนื้อเยื่ออ่อนได้อย่างถูกต้อง

8. ถอดวัตถุโลหะทุกชนิดบริเวณศีรษะและใบหน้า เช่น ต่างหู ที่ติดผม แว่นตา หรือเครื่องประดับอื่น ๆ เพื่อลดการเกิดภาพรบกวน (artifact)

2.6.2.1 การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมตริก

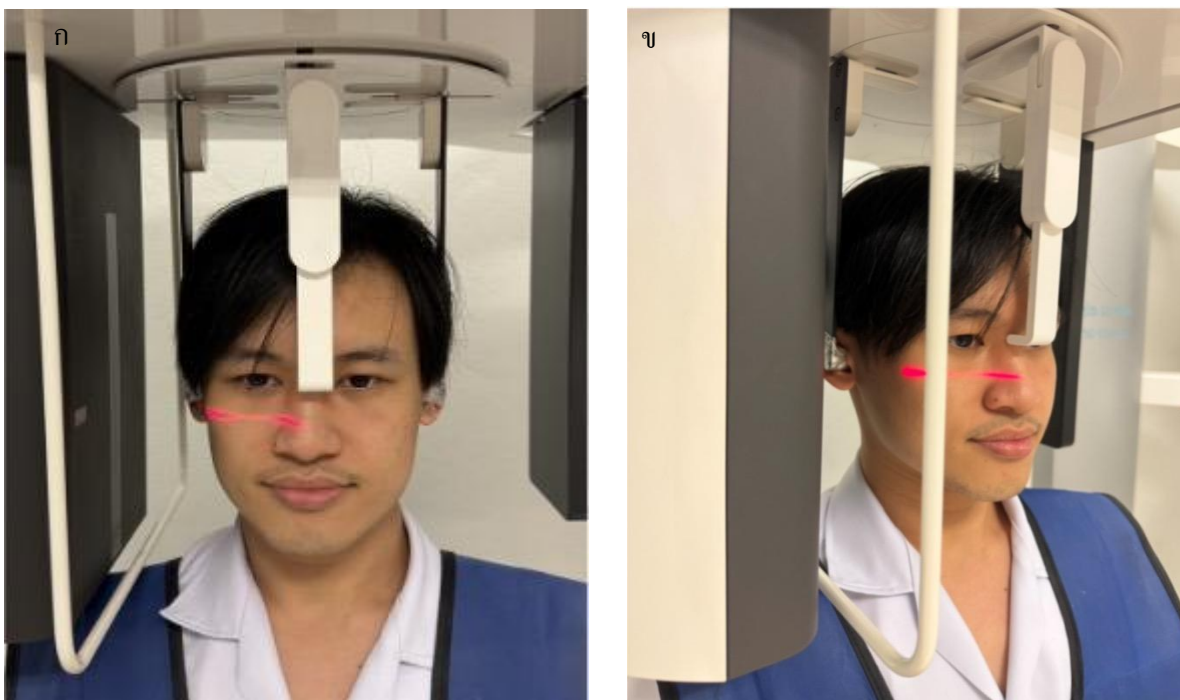
1. **ความชัดเจนของภาพ (Image clarity and definition)** ภาพต้องมีความคมชัดเพียงพอ เห็นรายละเอียดของโครงสร้างกระดูกใบหน้า ได้แก่ กระดูกขากรรไกรบน ขากรรไกรล่าง กระดูกโหนกแก้ม ฐานกะโหลก และฟันอย่างชัดเจน ไม่มีการเบลอจากการเคลื่อนไหว โครงสร้างด้านซ้ายและขวาควรซ้อนทับกันอย่างเหมาะสม เนื้อเยื่ออ่อน เช่น ริมฝีปาก จมูก และเนวคอค ควรปรากฏชัดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โปรไฟล์ใบหน้า¹²

2. **ความถูกต้องของการจัดตำแหน่ง (Correct head positioning)** ระนาบ Frankfurt ต้องขนานกับพื้น และระนาบกึ่งกลางใบหน้าที่ตั้งฉากกับพื้น ไม่ควรมีการก้ม เงย เอียง หรือหมุนศีรษะ เนื่องจากจะทำให้จุดอ้างอิงทางกายวิภาค (cephalometric landmarks) คลาดเคลื่อน ส่งผลต่อความแม่นยำของการวิเคราะห์เชิงมุมและเชิงเส้น

3. **ความเหมาะสมของความสว่างและความเปรียบต่าง (Density and contrast)** ภาพต้องมีระดับความสว่างและความเปรียบต่างที่เหมาะสม ไม่มีมืดหรือสว่างเกินไป เพื่อให้สามารถระบุจุดอ้างอิงทางกายวิภาคได้อย่างชัดเจน รวมถึงขอบกระดูกและรากฟัน

4. **การซ้อนทับของโครงสร้าง (Superimposition accuracy)** โครงสร้างที่เป็นคู่ เช่น ขอบล่างของเบ้าตา (orbit) ramus ของขากรรไกรล่าง และ posterior clinoid processes ควรปรากฏซ้อนทับกันใกล้เคียงกัน หากพบการแยกห่างอย่างชัดเจน แสดงถึงการหมุนหรือเอียงศีรษะ

5. การประเมินสิ่งรบกวน (Artifact evaluation) ต้องไม่มีเงาจากวัตถุโลหะหรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ที่อาจบดบังโครงสร้างสำคัญ ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ทางคลินิก (ภาพที่ 10 และ 11)



ภาพที่ 9 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีเลเทอร์อัลเซฟาโลเมทริก โดยใช้เครื่องยึดศีรษะ (cephalostat) เพื่อควบคุมความมั่นคงของตำแหน่งศีรษะ

- (ก) แสดงมุมมองด้านหน้า เพื่อตรวจสอบให้ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (mid-sagittal plane) ตั้งฉากกับพื้นและอยู่ในแนวกึ่งกลางของเครื่องถ่ายภาพ ลดความคลาดเคลื่อนจากการเอียงหรือหมุนศีรษะ
- (ข) แสดงมุมมองด้านข้าง โดยปรับให้ระนาบ Frankfurt ขนานกับพื้น ซึ่งอ้างอิงจากแนวเชื่อมระหว่างขอบล่างของเบ้าตา (orbitale) และขอบบนของรูหูภายนอก (porion) การจัดตำแหน่งที่ถูกต้องดังกล่าวช่วยให้โครงสร้างกะโหลกศีรษะ กระดูกขากรรไกร ฟัน และเนื้อเยื่ออ่อนปรากฏในสัดส่วนที่ถูกต้อง และเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์



ภาพที่ 10 ภาพถ่ายรังสีเลเทอร์อัลเซฟาโลเมตริกที่มีคุณภาพ โครงสร้างกะโหลกศีรษะ ฐานกะโหลก ขากรรไกรบนและล่าง รวมถึงกระดูกสันหลังส่วนคอปรากฏชัดเจน มีความคมชัดและคอนทราสต์เพียงพอสามารถระบุจุดอ้างอิงทางกายวิภาคได้อย่างชัดเจน โครงสร้างด้านซ้ายและขวา เช่น ขอบล่างของเบ้าตา (orbit) และ ramus ของขากรรไกรล่าง ซ้อนทับกันอย่างใกล้เคียง แสดงถึงการจัดตำแหน่งศีรษะที่ถูกต้องโดยไม่มี การหมุนหรือเอียงอย่างมีนัยสำคัญ ผู้ป่วยกัดฟันในตำแหน่งสบฟันแบบ ศูนย์กลาง (centric occlusion) เห็นความสัมพันธ์ของฟันบนและฟันล่าง

ชัดเจน เนื้อเยื่ออ่อนบริเวณริมฝีปากและแนวโปรไฟล์ใบหน้าปรากฏครบถ้วน ไม่มีเงารบกวนจากวัตถุโลหะหรือสิ่งแปลกปลอม และไม่พบความพร่ามัวจากการเคลื่อนไหว

ภาพที่ 11 ภาพถ่ายรังสีเลเทอร์อัลเซฟาโลเมตริกที่ผู้ป่วยไม่ได้กัดฟันหลังในตำแหน่งสบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) ขณะทำการถ่ายภาพ ส่งผลให้ฟันบนและฟันล่างไม่อยู่ในความสัมพันธ์เชิงสบฟันที่ถูกต้อง เห็นช่องว่างระหว่างฟันหลัง และตำแหน่งของขากรรไกรล่างอาจเคลื่อนต่ำหรือถอยหลังจากตำแหน่งปกติ ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวส่งผลต่อค่าการวิเคราะห์ทางเซฟาโลเมตริก โดยเฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (anteroposterior jaw relationship) รวมถึงมุมและระยะเชิงเส้นที่อ้างอิงตำแหน่งของฟันหน้าและฟันหลัง อาจทำให้การประเมินโครงสร้างโครงกระดูกและแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันคลาดเคลื่อนได้



2.6.3 การถ่ายภาพรังสีนอกปากเทคนิคโพสทีโรแอนทีเรีย (Posteroanterior cephalometric radiograph)

การถ่ายภาพรังสีโพสทีโรแอนทีเรียเป็นการถ่ายภาพในแนวหลังไปหน้า โดยลำรังสีเอกซเรย์ผ่านจากด้านหลังศีรษะไปยังด้านหน้า มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินความสมมาตรของโครงสร้างกะโหลกศีรษะและกระดูกใบหน้าในแนวขวาง (transverse dimension) เช่น ความกว้างของขากรรไกรบนและล่าง ความเบี่ยงเบนของคาง (chin deviation) การเอียงของระนาบสบฟัน รวมถึงความผิดปกติด้านการเจริญเติบโตหรือภาวะใบหน้าไม่สมมาตร (facial asymmetry) (ภาพที่ 12)

2.6.3.1 การจัดตำแหน่งผู้ป่วย¹³

1. ให้ผู้ป่วยยืนหรือนั่งตัวตรง หันหน้าเข้าหาแผ่นรับรังสี โดยใช้เครื่องยึดศีรษะ (cephalostat) และแท่งยึดหู (ear rods) เพื่อคงตำแหน่งศีรษะและลดการเคลื่อนไหวระหว่างการถ่ายภาพ
2. ปรับท่าทางให้ศีรษะตั้งตรงในลักษณะท่าศีรษะตามธรรมชาติ (natural head position) โดยไม่ก้ม ไม่เงย และไม่เอียงศีรษะไปด้านใดด้านหนึ่ง
3. จัดให้ระนาบ Frankfurt (Frankfurt horizontal plane) ขนานกับพื้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง ซึ่งอาจส่งผลต่อการประเมินความสมมาตรของโครงสร้างใบหน้า
4. ตรวจสอบให้ระนาบกึ่งกลางใบหน้า (mid-sagittal plane) ตั้งฉากกับพื้น และอยู่ในแนวกึ่งกลางของเครื่องถ่ายภาพ เพื่อป้องกันการหมุนศีรษะ (head rotation) ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างด้านซ้ายและขวาปรากฏไม่เท่ากัน
5. ให้ผู้ป่วยกัดฟันหลังในตำแหน่งสบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) เพื่อให้ขากรรไกรบนและล่างอยู่ในความสัมพันธ์ที่ถูกต้องและสามารถประเมินความเอียงของระนาบสบฟันได้อย่างแม่นยำ
6. ให้ผู้ป่วยปิดริมฝีปากในลักษณะผ่อนคลาย ไม่เม้มปากหรือเกร็งกล้ามเนื้อใบหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเนื้อเยื่ออ่อน
7. ถอดวัตถุโลหะทุกชนิดบริเวณศีรษะและใบหน้า เช่น ต่างหู แว่นตา ที่ติดผมหรือเครื่องประดับอื่น ๆ เพื่อลดการเกิดภาพรบกวน (artifact)
8. แนะนำให้ผู้ป่วยอยู่นิ่งและกลั้นหายใจขณะถ่ายภาพ เพื่อลดการเกิดภาพเบลอกจากการเคลื่อนไหว



ภาพที่ 12 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมทริกในมุมมองด้านข้าง โดยใช้เครื่องยึดศีรษะ (cephalostat) และแท่งยึดหู (ear rods) เพื่อควบคุมความมั่นคงและป้องกันการเคลื่อนไหวระหว่างการถ่ายภาพ เส้นเลเซอร์แนวนอนแสดงแนวอ้างอิงของระนาบ Frankfurt (Frankfurt horizontal plane) ซึ่งควรปรับให้ขนานกับพื้น เพื่อป้องกันการก้มหรือเงยศีรษะมากเกินไป การจัดตำแหน่งที่ถูกต้องดังกล่าวช่วยให้โครงสร้างกะโหลกศีรษะ ขากรรไกร ฟัน และเนื้อเยื่ออ่อนปรากฏในสัดส่วนที่ถูกต้อง และเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ทางเซฟาโลเมทริก

2.6.3.2 การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรีย¹⁴

1. ความชัดเจนและความครบถ้วนของภาพ (Image clarity and coverage) ภาพต้องมีความคมชัด เห็นรายละเอียดของโครงสร้างกระดูกใบหน้าและกะโหลกศีรษะ เช่น เบ้าตา (orbits) กระดูกโหนกแก้ม (zygoma) ขากรรไกรบนและล่าง รวมถึงแนวฟันทั้งบนและล่าง โดยไม่มีความพร่ามัวจากการเคลื่อนไหว พื้นที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น กึ่งกลางใบหน้าและขอบล่างของขากรรไกร ต้องครอบคลุมอยู่ในภาพทั้งหมด

2. ความสมมาตรของโครงสร้าง (Symmetry assessment) โครงสร้างที่เป็นคู่ เช่น เบ้าตา ramus ของขากรรไกรล่าง และขอบล่างของกระดูกขากรรไกร ควรอยู่ในระดับเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน หากพบความแตกต่างที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะทางคลินิก อาจบ่งชี้ถึงความคลาดเคลื่อนจากการจัดตำแหน่งศีรษะ

3. การจัดตำแหน่งที่ถูกต้อง (Correct head positioning) ระนาบกึ่งกลางใบหน้า ควรอยู่ตรงกลางภาพ และไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง แนวระนาบ Frankfurt ควรขนานกับพื้น หากมีการก้ม เงย หรือเอียงศีรษะ จะทำให้เกิดความบิดเบี้ยวของภาพและส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

4. ความเหมาะสมของความสว่างและความเปรียบต่าง (Density and contrast)

ภาพต้องมีระดับความสว่างและความเปรียบต่างที่เหมาะสม สามารถแยกขอบเขตของกระดูก ฟัน และโพรงอากาศได้อย่างชัดเจน

5. การประเมินสิ่งรบกวน (Artifact evaluation) ต้องไม่มีเงาจากวัตถุโลหะหรือสิ่ง

แปลกปลอมที่บดบังโครงสร้างสำคัญ เนื่องจากอาจรบกวนการประเมินความสมมาตรหรือการวินิจฉัยความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้า



ภาพที่ 13 ภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรียของกะโหลกศีรษะ แสดงโครงสร้างกระดูกใบหน้าในแนวด้านหน้า ได้แก่ เบ้าตาทั้งสองข้าง โพรงจมูก ผนังกันจมูก กระดูกโหนกแก้ม ขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง เห็นแนวฟันบนและล่างในตำแหน่งสบฟัน รายละเอียดของกระดูกและฟันปรากฏชัดเจน มีระดับความสว่างและความเปรียบต่างเหมาะสม โครงสร้างที่เป็นคู่ เช่น เบ้าตาและ ramus ของขากรรไกรล่างทั้งสองข้าง ปรากฏใกล้เคียงกันในระดับและขนาด แสดงถึงการจัดตำแหน่งศีรษะที่ค่อนข้างตรง ไม่พบการเอียงหรือหมุนศีรษะอย่างชัดเจน ระบายบั้งกลางใบหน้าอยู่ใกล้เคียงกึ่งกลาง

ภาพ ผนังกันจมูกอยู่ในแนวเกือบตรงกลาง ไม่พบเงารบกวนจากวัตถุโลหะหรือสิ่งแปลกปลอมที่บดบังโครงสร้างสำคัญ ภาพดังกล่าวจึงมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการประเมินความสมมาตรของโครงสร้างใบหน้าและการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างกระดูกในแนวขวาง



ภาพที่ 14 ภาพถ่ายรังสีโพสทีโรแอนทีเรียของกะโหลกศีรษะ ซึ่งผู้ป่วยไม่ได้กัดฟันหลังในตำแหน่งสบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) ขณะทำการถ่ายภาพ ส่งผลให้เห็นช่องว่างระหว่างฟันบนและฟันล่าง โดยเฉพาะบริเวณฟันหลัง ทำให้ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องสำหรับการประเมินเชิงวิเคราะห์ แม้โครงสร้างกระดูกใบหน้า ได้แก่ เบ้าตา โพรงจมูก กระดูกโหนกแก้ม และขอบล่างของขากรรไกรล่างปรากฏค่อนข้างสมมาตร และมีความคมชัดของภาพในระดับเหมาะสม แต่การไม่กัดฟันในตำแหน่ง centric occlusion อาจทำให้ตำแหน่งของขากรรไกรล่างเคลื่อนต่ำหรือเบี่ยงเบน ส่งผลต่อการประเมินแนวระนาบสบฟัน (occlusal

plane cant) ความสมมาตรของส่วนล่างของใบหน้า และการวิเคราะห์เชิงปริมาณในแนวขวาง ดังนั้น ภาพนี้แม้มีคุณภาพทางเทคนิคเพียงพอในด้านความคมชัดและความครอบคลุมของโครงสร้าง แต่มีข้อจำกัดด้านความถูกต้องของตำแหน่งสบฟัน ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ทางคลินิก และควรพิจารณาถ่ายภาพใหม่โดยให้ผู้ป่วยกัดฟันในตำแหน่งสบฟันแบบศูนย์กลางก่อนการถ่ายภาพ

2.6.4 การถ่ายภาพรังสีนอกปากเทคนิคมือ-ข้อมือ (Hand-Wrist Radiography)

การถ่ายภาพรังสีมือ-ข้อมือเป็นเทคนิคทางรังสีวินิจฉัยที่มีบทบาทสำคัญในการประเมินอายุพัฒนาการของกระดูก (skeletal maturation) โดยเฉพาะในงานทันตกรรมจัดฟันและเวชศาสตร์ช่องปาก เนื่องจากบริเวณมือและข้อมือประกอบด้วยศูนย์การเจริญเติบโตของกระดูกหลายตำแหน่ง (ossification centers) ที่สามารถสะท้อนระยะการพัฒนาทางชีวภาพของผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ การได้มาซึ่งภาพรังสีที่มีคุณภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความถูกต้องของการวิเคราะห์และการวางแผนการรักษา

2.6.4.1 การจัดตำแหน่งผู้ป่วย (Patient positioning)

การจัดตำแหน่งผู้ป่วยที่ถูกต้องเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของภาพรังสีและความแม่นยำในการแปลผล (ภาพที่ 15) ควรดำเนินการตามหลักการดังต่อไปนี้

1. การเตรียมผู้ป่วยก่อนถ่ายภาพ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้ป่วยถอดเครื่องประดับ นาฬิกา แหวน หรือวัตถุโลหะอื่น ๆ บริเวณมือและข้อมือออกทั้งหมด เพื่อลดการเกิดภาพรบกวน (artifacts) หรือเงาซ้อนทับที่อาจบดบังรายละเอียดของโครงสร้างกระดูก

2. ทิศทางและท่าทางของผู้ป่วย ผู้ป่วยควรรยืนหรือนั่งในท่าที่มั่นคง หันหน้าเข้าหาแผ่นรับรังสี (image receptor) โดยจัดลำตัวให้อยู่ในแนวตรง ไม่เอียงหรือบิดลำตัว เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวของภาพ (distortion)

3. ตำแหน่งของมือและข้อมือ วางมือบนแผ่นรับรังสีในลักษณะราบกับพื้นผิว ฝ่ามือคว่ำลง นิ้วมือเหยียดตรงและแยกออกเล็กน้อยเพื่อลดการซ้อนทับของกระดูกนิ้ว ข้อมือควรอยู่ในกรอบที่กำหนดอย่างครบถ้วน รวมถึงส่วนปลายของกระดูกเรเดียส (radius) และอัลนา (ulna)

4. การจัดแนวลำรังสี (Beam Alignment) ปรับตำแหน่งหัวหลอดรังสีให้ลำรังสีตั้งฉากกับแผ่นรับรังสีและผ่านบริเวณกึ่งกลางของข้อมือ เพื่อลดการขยายภาพ (magnification) และความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (geometric distortion)



ภาพที่ 15 การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีนอกปากเทคนิคมือ-ข้อมือ โดยผู้ป่วยยืนหันหน้าเข้าหาแผ่นรับรังสี สวมเสื้อป้องกันรังสีบริเวณลำตัว และยกแขนทั้งสองข้างขึ้นวางมือบนแผ่นรับรังสีในระดับที่กำหนด ฝ่ามือแนบกับแผ่นรับรังสี นิ้วมือเหยียดตรงและแยกออกจากกันเล็กน้อยเพื่อลดการซ้อนทับของกระดูกนิ้วมือ

- (ก) แสดงมุมมองด้านหลังของผู้ป่วยเพื่อให้เห็นแนวลำตัวและตำแหน่งแขนสัมพันธ์กับเครื่องเอกซเรย์
- (ข) แสดงมุมมองระยะใกล้ของตำแหน่งมือและข้อมือบนแผ่นรับรังสี โดยเน้นการวางข้อมือให้อยู่ภายในกรอบรับภาพ

2.6.4.2 การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีมือ-ข้อมือ (Image quality assessment)

ภาพรังสีมือ-ข้อมือที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้¹⁴ (ภาพที่ 16)

1. **ความคมชัดและความเปรียบต่างของภาพ (Sharpness and Contrast)** สามารถมองเห็นรายละเอียดของกระดูกได้อย่างชัดเจน ได้แก่ รูปร่าง ขอบเขต และลักษณะโครงสร้างภายในของกระดูกข้อมือ (carpal bones) กระดูกฝ่ามือ (metacarpals) และกระดูกนิ้วมือ (phalanges) โดยไม่มีความพร่ามัวจากการเคลื่อนไหว (motion blur)

2. **การไม่เกิดการซ้อนทับของข้อต่อ (Absence of superimposition)** ช่องว่างระหว่างข้อ (joint spaces) เช่น ข้อต่อข้อมือ (radiocarpal joint) และข้อต่อระหว่างนิ้วมือ (interphalangeal joints) ต้องปรากฏอย่างชัดเจนและไม่ถูกซ้อนทับ ซึ่งมีความสำคัญต่อการประเมินการปิดของแผ่นเจริญ (epiphyseal plate closure)

3. **ความครอบคลุมของโครงสร้าง (Adequate coverage)** ภาพต้องครอบคลุมตั้งแต่ส่วนปลายของกระดูกเรเดียสและอัลนา ไปจนถึงปลายนิ้วมือ เพื่อให้สามารถประเมินศูนย์การสร้างกระดูกทั้งหมดได้อย่างครบถ้วน

4. **การแสดงรายละเอียดของเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue visualization)** แม้วัตถุประสงค์หลักคือการประเมินโครงสร้างกระดูก แต่ภาพที่ดีควรสามารถแสดงขอบเขตของเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบได้อย่างเหมาะสม เพื่อช่วยในการประเมินความถูกต้องของการรับรังสีและระดับการเปิดรับแสง (exposure level)

5. **การควบคุมความคลาดเคลื่อนทางเทคนิค (Technical accuracy)** ภาพไม่ควรมีสัญญาณรบกวน การรับแสงมากเกินไป (overexposure) หรือการรับแสงน้อยเกินไป (underexposure) ซึ่งอาจลดความสามารถในการจำแนกรายละเอียดของแผ่นเจริญและศูนย์การสร้างกระดูก



ภาพที่ 16 ภาพถ่ายรังสีมือ-ข้อมือทั้งสองข้างในท่าฝ่ามือคว่ำ แสดงคุณภาพของภาพรังสีในระดับดี โดยสามารถมองเห็นรายละเอียดทางกายวิภาคของกระดูกอย่างชัดเจน ได้แก่ กระดูกข้อมือ (carpal bones) กระดูกฝ่ามือ (metacarpals) และกระดูกนิ้วมือ (phalanges) รวมถึงส่วนปลายของกระดูกเรเดียสและอัลนาโดยมีความคมชัดเพียงพอสำหรับการประเมินลักษณะของแผ่นเจริญ (epiphyseal plates) และศูนย์การสร้างกระดูก (ossification centers) ช่องว่างระหว่างข้อ (joint spaces) เช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกนิ้วมือและข้อต่อ

ข้อมือ ปรากฏชัดเจนและไม่เกิดการซ้อนทับอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงการจัดตำแหน่งมือที่เหมาะสมและการเหยียดนิ้วอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ไม่พบความพร่ามัวจากการเคลื่อนไหว (motion artifact) หรือการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่ชัดเจน ระดับความเข้มของภาพ (radiographic density) และความเปรียบต่าง (contrast) อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ทำให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างกระดูกชั้นคอร์เทกซ์และกระดูกเนื้อพูนได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งยังเห็นขอบเขตของเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบในระดับที่เพียงพอ

2.6.5. การถ่ายภาพรังสีข้อต่อขากรรไกร TMJ (Temporomandibular Joint)

2.6.5.1 การจัดตำแหน่งผู้ป่วย (Patient positioning)

การจัดตำแหน่งผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสี TMJ ต้องควบคุมความสัมพันธ์ของศีรษะในสามระนาบ (sagittal, coronal และ horizontal planes) อย่างเคร่งครัด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (geometric distortion) และความไม่สมมาตรของภาพ (รูปที่ 17) โดยมีหลักการดังนี้

1. **การควบคุมแนวศีรษะ** ใช้ระบบแสงเลเซอร์นำทางของเครื่องเอกซเรย์เพื่อกำหนดให้แนวศีรษะขนานกับพื้น และอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่อง (mid-sagittal plane centered) เพื่อลดการเอียงหรือหมุนของศีรษะ

2. **การเตรียมและการควบคุมการเคลื่อนไหว** อธิบายขั้นตอนแก่ผู้ป่วยล่วงหน้า และแนะนำให้ผู้ผู้ป่วยอยู่ในท่าผ่อนคลาย เพื่อลดการเกร็งของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและป้องกันการเคลื่อนไหวขณะรับรังสี ซึ่งอาจทำให้ภาพพร่ามัว (motion artifact)

3. **ท่าทางของลำตัวและคอ** ผู้ป่วยควรยืนตัวตรง หลังตรง และยึดกระดูกสันหลังส่วนคอให้ตั้งตรง เพื่อให้แนวกระดูกฐานกะโหลกอยู่ในตำแหน่งมาตรฐาน และลดการบิดเบี้ยวของโครงสร้างข้อต่อ

4. **การใช้เครื่องมือยึดตรึง** ให้ผู้ป่วยวางแท่นกำหนดตำแหน่งบริเวณระหว่างริมฝีปากบนกับปลายจมูก และใช้ที่ยึดศีรษะ (head support) หรือ ear rods ตามระบบของเครื่อง เพื่อให้ศีรษะมั่นคงและลดการเคลื่อนไหว

5. การจัดแนวลำแสงอ้างอิง (Laser alignment lines)

- เส้นแนวตั้ง (A) ควรผ่านกึ่งกลางใบหน้า แสดงถึงการจัดตำแหน่งในแนว midline อย่างถูกต้อง

- เส้นแนวด้านข้าง (B) ควรตัดผ่านบริเวณหน้าหู ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของ mandibular condyle
- เส้นแนวระนาบ (C) ควรสอดคล้องกับแนว Frankfurt's horizontal plane และขนานกับพื้น เพื่อควบคุมการเอียงของศีรษะในแนว sagittal

6. การบันทึกภาพในตำแหน่งการทำงานของข้อต่อ โดยทั่วไปควรถ่ายภาพอย่างน้อย

2 ตำแหน่ง ได้แก่

- ตำแหน่งสบฟันในภาวะ centric occlusion เพื่อประเมินตำแหน่ง condyle ภายใน glenoid fossa
- ตำแหน่งอ้าปากกว้างที่สุด (maximum mouth opening) เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของ condyle ไปยัง articular eminence

2.6.5.2 การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีข้อต่อขากรรไกร (Image quality assessment) ภาพรังสี TMJ ที่มีคุณภาพดี¹⁵ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 18 และ 19)

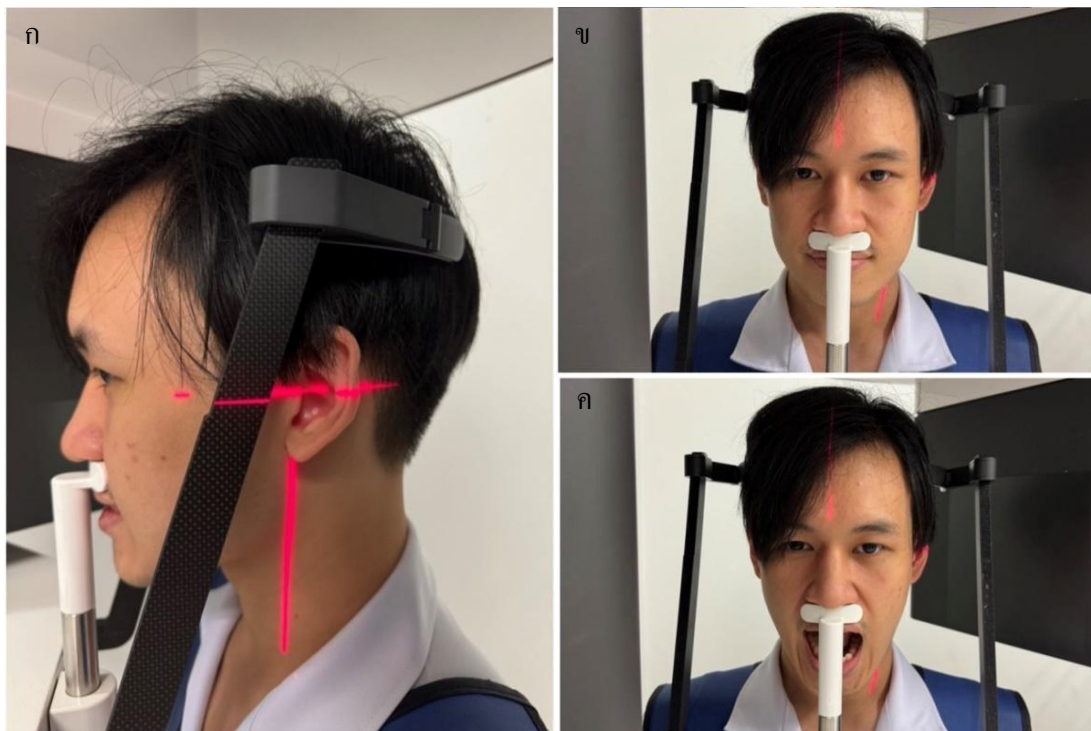
1. ความชัดเจนของโครงสร้างข้อต่อ ต้องสามารถมองเห็นขอบเขต cortical outline ของ mandibular condyle, glenoid fossa และ articular eminence ได้อย่างชัดเจน รวมถึงสามารถประเมินรูปร่าง ขนาด และความต่อเนื่องของผิวกระดูกได้

2. ความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของข้อต่อ (Joint relationship) ภาพควรแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง condyle และ temporal component ได้อย่างชัดเจน โดยไม่มีการซ้อนทับของโครงสร้างกะโหลกส่วนอื่นที่รบกวนการแปลผล

3. ความสมมาตรของภาพซ้าย-ขวา ในกรณีถ่ายภาพเปรียบเทียบทั้งสองข้าง ควรมีการจัดตำแหน่งที่สม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถประเมินความแตกต่างเชิงโครงสร้างหรือพยาธิสภาพได้อย่างแม่นยำ

4. ความคมชัดและระดับการรับรังสีที่เหมาะสม ภาพต้องไม่มีความพร่ามัวจากการเคลื่อนไหว ไม่มีการรับรังสีมากเกินไป (overexposure) หรือ น้อยเกินไป (underexposure) ซึ่งอาจบดบังรายละเอียดของ trabecular pattern และ cortical bone

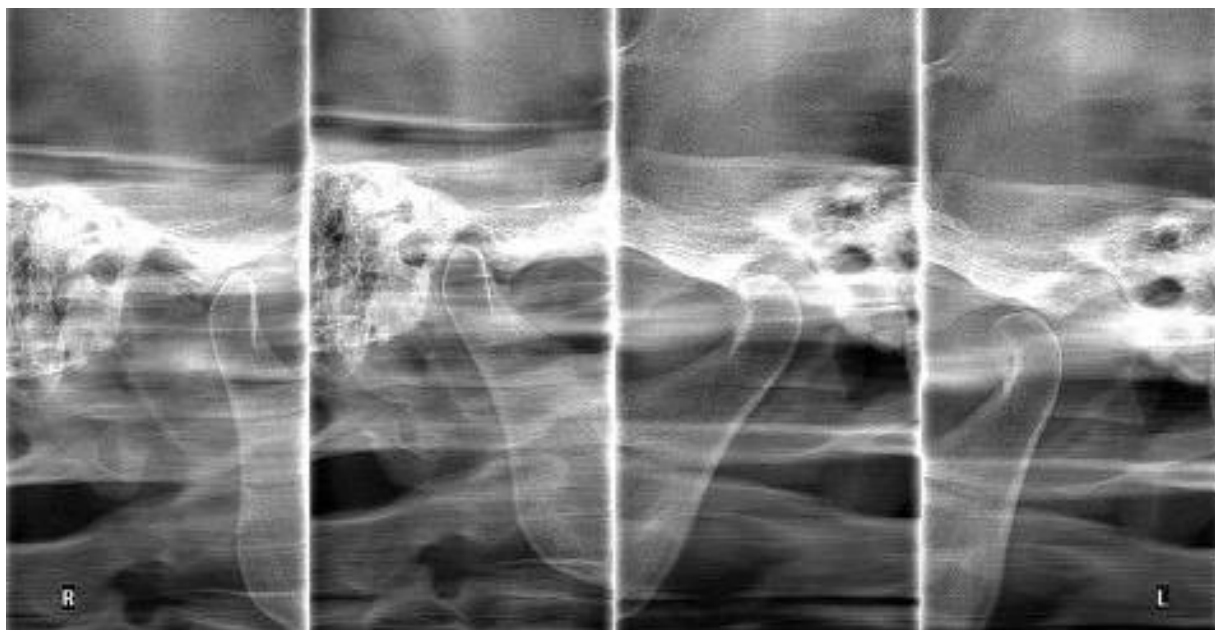
5. การครอบคลุมโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ภาพควรครอบคลุมบริเวณข้อต่อทั้งหมด รวมถึงส่วนของกระดูกขากรรไกรล่างที่อาจมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การสึกกร่อน (erosion) การงอกกระดูก (osteophyte formation) การแบนของหัวกระดูก (flattening) หรือร่องรอยการบาดเจ็บ



ภาพที่ 17 ภาพแสดงขั้นตอนการจัดตำแหน่งศีรษะผู้ป่วยสำหรับการถ่ายภาพรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular Joint; TMJ) โดยใช้ระบบแสงเลเซอร์นำทางของเครื่องเอกซเรย์เพื่อควบคุมแนวอ้างอิงทางกายวิภาค

- (ก) มุมมองด้านข้าง แสดงการจัดแนวศีรษะในระนาบดิจิทัล โดยเส้นเลเซอร์แนวนอนสอดคล้องกับแนว Frankfurt horizontal plane และเส้นเลเซอร์แนวตั้งผ่านกึ่งกลางศีรษะ เพื่อป้องกันการเอียงหรือก้ม-เงยศีรษะที่อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของภาพ
- (ข) มุมมองด้านหน้าในภาวะสบฟันแบบศูนย์กลาง (centric occlusion) แสดงการจัดเส้นเลเซอร์แนวตั้งให้ผ่านแนวกึ่งกลางใบหน้า (mid-sagittal plane) และการใช้แทนกำหนดตำแหน่งร่วมกับอุปกรณ์ยึดศีรษะเพื่อเพิ่มความมั่นคง ลดการเคลื่อนไหวระหว่างการรับรังสี
- (ค) มุมมองด้านหน้าในภาวะอ้าปากกว้างที่สุด (maximum mouth opening) เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของหัวกระดูกขากรรไกรล่าง (mandibular condyle) สัมพันธ์กับ articular eminence ของกระดูกขากรรไกรบน โดยยังคงควบคุมแนวเลเซอร์ให้อยู่ในตำแหน่งอ้างอิงเดิม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบตำแหน่งของข้อต่อระหว่างภาวะปิดและอ้าปากได้อย่างแม่นยำ

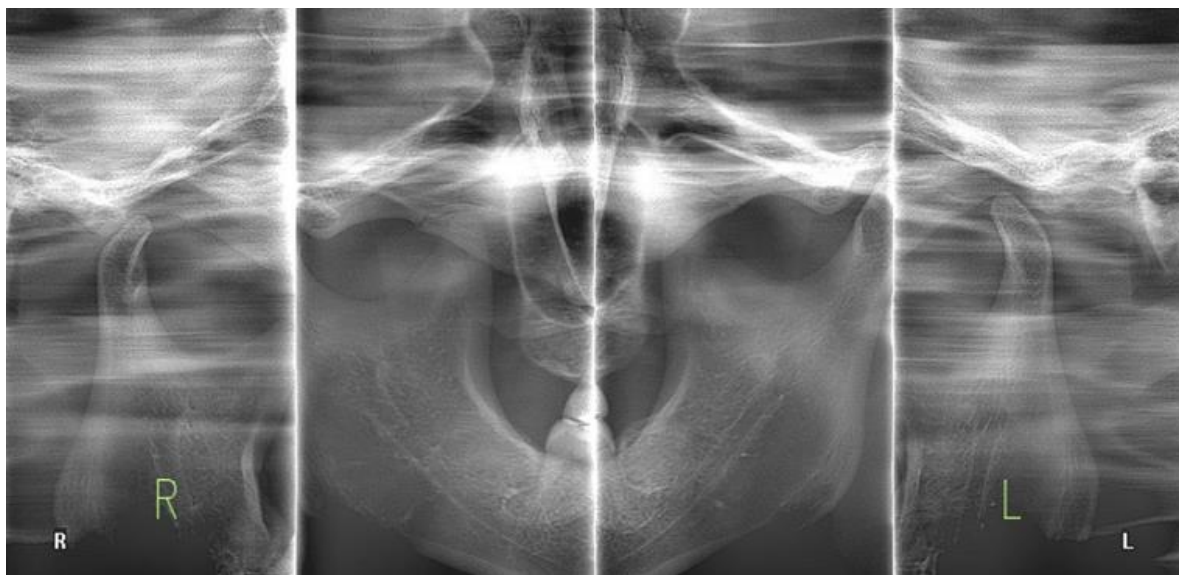
ภาพดังกล่าวเน้นความสำคัญของการควบคุมตำแหน่งศีรษะในสามระนาบ เพื่อให้ได้ภาพรังสีที่มีความถูกต้องทางกายวิภาคและเหมาะสมต่อการวิเคราะห์เชิงคลินิกของข้อต่อขากรรไกร



ภาพที่ 18 ภาพถ่ายรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular Joint; TMJ) แบบมุมมองด้านข้าง (lateral projection) แสดงภาพเปรียบเทียบของข้อต่อขากรรไกรทั้งด้านขวา (R) และด้านซ้าย (L) ในตำแหน่งการทำงานที่แตกต่างกันของขากรรไกรล่าง โดยแบ่งเป็นหลายเฟรมเพื่อประเมินตำแหน่งของหัวกระดูกขากรรไกรล่าง (mandibular condyle) สัมพันธ์กับเบ้าข้อต่อ (glenoid fossa) และส่วนลาดหน้าของกระดูกขมับ (articular eminence)

ภาพแสดงรายละเอียดของโครงสร้างกระดูก cortical outline และ trabecular pattern ของ condyle ได้อย่างชัดเจน รวมถึงความสัมพันธ์ของช่องว่างข้อต่อ (joint space) ในแต่ละตำแหน่งการเคลื่อนไหวของขากรรไกร ซึ่งมีความสำคัญต่อการประเมินความผิดปกติของข้อต่อ เช่น การเคลื่อนตัวผิดตำแหน่งของ condyle การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหัวกระดูก หรือร่องรอยการสึกกร่อนของผิวกระดูก

ภาพดังกล่าวเหมาะสำหรับการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างภาวะสบฟันและภาวะอ้าปาก เพื่อประเมินการเคลื่อนที่เชิงหน้าหลังของ condyle และความสอดคล้องของโครงสร้างข้อต่อขากรรไกรในทางคลินิก



ภาพที่ 19 ภาพถ่ายรังสีข้อต่อขากรรไกรที่แสดงความคลาดเคลื่อนทางเทคนิคจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยหรือการกำหนดทิศทางลำรังสีที่ไม่เหมาะสม สังกัดความไม่สมมาตรของโครงสร้างระหว่างด้านขวาและด้านซ้าย รวมถึงการครอบคลุมบริเวณข้อต่อไม่ครบถ้วนในบางส่วนของ mandibular condyle และ glenoid fossa

ความผิดพลาดดังกล่าวอาจเกิดจากการเอียงหรือหมุนศีรษะของผู้ป่วยในขณะที่ถ่ายภาพ ส่งผลให้เกิดความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต (geometric distortion) และความแตกต่างของขนาดหรือรูปร่างโครงสร้างระหว่างสองข้าง นอกจากนี้ การตั้งแนวลำรังสีไม่ตรงกับแนวแกนของข้อต่ออาจทำให้เกิดการซ้อนทับของโครงสร้างกะโหลกศีรษะส่วนอื่น และลดความชัดเจนของขอบเขต cortical outline

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลัง (retrospective descriptive study) โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาพถ่ายรังสีนอกช่องปากทั้งหมดที่ถ่ายโดยนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ ณ คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข้อมูลถูกรวบรวมจากภาพถ่ายรังสีที่บันทึกไว้ในช่วงระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 เดือน โดยกำหนดให้ภาพถ่ายรังสีที่มีข้อมูลครบถ้วนและสามารถเปิดดูในระบบได้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่การวิเคราะห์

3.2 วิธีการรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลภาพถ่ายรังสีนอกช่องปากที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลย้อนหลังที่จัดเก็บในระบบ PACS (Picture Archiving and Communication System) ซึ่งเป็นระบบบริหารจัดการและสื่อสารภาพทางการแพทย์ในรูปแบบดิจิทัล ภาพรังสีแต่ละรายการถูกเรียกดูผ่านโปรแกรม UniWeb เพื่อทำการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่ทำการรวบรวมประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ประเภทของเทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก

จำแนกตามเทคนิคที่ใช้ ได้แก่

- ภาพรังสีพานoramิก (Panoramic radiograph; OPG)
- ภาพรังสีเลเทอร์ลเซฟาโลเมตริก (Lateral cephalometric radiograph)
- ภาพรังสีโพสทีโรแอนทีเรีย (Posteroanterior; PA)
- ภาพรังสีมือ-ข้อมือ (Hand-wrist radiograph)
- ภาพรังสีข้อต่อขากรรไกร (Temporomandibular joint radiograph)

3.2.2 จำนวนครั้งของการถ่ายภาพและการถ่ายซ้ำ

บันทึกจำนวนครั้งที่ต้องถ่ายภาพใหม่ (retake) หรือแก้ไขภาพ เนื่องจากความผิดพลาดทางเทคนิคหรือความไม่สมบูรณ์ของภาพ

3.2.3 ลักษณะของข้อผิดพลาดที่ตรวจพบ

จำแนกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการประเมินภาพ เช่น

- การไม่ถอดเครื่องประดับหรือวัตถุโลหะ (สร้อยคอ ต่างหู ฟันปลอม ฯลฯ)
- ความผิดพลาดในการจัดตำแหน่งผู้ป่วย เช่น แนวกึ่งกลางใบหน้า (midline) ไม่ตรง การก้มหน้ามากเกินไป การเงยหน้ามากเกินไป ไม่กัดฟันในตำแหน่งสบฟันหลัง (centric occlusion) หรือเส้น Frankfurt plane ไม่ขนานกับฟัน
- การไม่ปรับค่ารังสีให้เหมาะสมกับขนาดหรือสรีระของผู้ป่วย
- ความผิดพลาดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนปฏิบัติ

3.2.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.2.4.1 การออกแบบแบบฟอร์มและบันทึกข้อมูล

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลได้ถูกพัฒนาโดยกำหนดหัวข้อข้อมูล ได้แก่ วันที่ เดือน ปี ที่ทำการถ่ายภาพรังสี ประเภทของเทคนิคการถ่ายภาพ ประเภทของข้อผิดพลาด และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาด เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเทคนิคและรูปแบบของความผิดพลาด

3.2.4.2 การบันทึกและจัดเก็บข้อมูลภาพ

ข้อมูลทั้งหมดถูกบันทึกตามแบบฟอร์มที่ระบุไว้ควบคู่กับการจัดเก็บภาพถ่ายรังสี

3.2.4.3 การจำแนกประเภทของข้อผิดพลาด

ข้อผิดพลาดถูกจัดหมวดหมู่ตามลักษณะสาเหตุหลัก ได้แก่

1. ด้านการเตรียมผู้ป่วย เช่น ไม่ถอดเครื่องประดับ
2. ด้านการจัดตำแหน่งผู้ป่วย เช่น การก้มหน้าหรือเงยหน้ามากเกินไป การจัดแนว กึ่งกลางใบหน้าไม่ถูกต้อง
3. ด้านการตั้งค่าทางเทคนิค เช่น การไม่ปรับค่ารังสีให้เหมาะสมกับขนาดของผู้ป่วย
4. ด้านการปฏิบัติตามคำแนะนำ เช่น ผู้ป่วยไม่กัดฟันหลัง หรือคางไม่อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การจำแนกดังกล่าวช่วยให้สามารถวิเคราะห์ต้นเหตุของความผิดพลาดในเชิงระบบและเชิงกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลำดับ	วัน-เดือน-ปี	เทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก					ข้อผิดพลาด			
		OPG	Lat. Cep	PA	Hand	TMJ	เครื่องประดับ	การจัดตำแหน่ง	การตั้งค่า	อื่นๆ (ระบุ)

ตารางที่ 1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกและการเก็บข้อมูลภาพรังสี

3.3 การตรวจสอบและบันทึกผล

3.3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

หลังจากการรวบรวมข้อมูลแล้ว ข้อมูลทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้วิจัย หรือผู้มีประสบการณ์ด้านรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการบันทึกข้อมูล และเพิ่มความเที่ยงตรงของการจำแนกประเภทข้อผิดพลาด

3.3.2 การจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบแล้วถูกจัดเก็บ เพื่อเตรียมสำหรับกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติในขั้นตอนถัดไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่ออธิบายลักษณะและความถี่ของข้อผิดพลาดในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ ได้แก่

- การแจกแจงความถี่ (Frequency distribution)
- ร้อยละ (Percentage)
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง

การนำเสนอข้อมูลในลักษณะดังกล่าวช่วยให้สามารถแสดงแนวโน้ม รูปแบบ และสัดส่วนของข้อผิดพลาดในแต่ละประเภท และเอื้อต่อการตีความผลเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนและการปฏิบัติงานทางรังสีวิทยาในคลินิกต่อไป

3.5 ตารางแผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาของการวิจัย เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2569 ถึงวันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2570												
กิจกรรม	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ขออนุญาตดำเนินวิจัยในคน	x	x										
2. เก็บข้อมูลงานวิจัย			x	x	x	x	x					
3. วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลการวิจัย								x	x			
4. เผยแพร่ผลการวิจัย										x	x	x

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

ภาพรังสีนอกช่องปากที่ถ่ายโดยนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ ณ คลินิกรังสีวิทยาช่องปากและใบหน้า โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 8 เดือน มีจำนวนภาพรังสีนอกช่องปากทั้งหมด 2,107 ภาพ จากการวิเคราะห์คุณภาพของภาพรังสีพบว่า ภาพรังสีที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการวินิจฉัยมีจำนวน 1,632 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 77.46 ของภาพทั้งหมด ขณะที่ภาพรังสีที่พบความผิดพลาดมีจำนวน 475 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 22.54

เมื่อจำแนกความผิดพลาดตามเทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากแต่ละประเภท พบว่า ภาพรังสีพานอ-รามิกเป็นเทคนิคที่พบความผิดพลาดมากที่สุด จำนวน 386 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 81.26 ของภาพที่เกิดความผิดพลาดทั้งหมด รองลงมาคือ ภาพรังสีเลเทอร์อัลเซฟาโลเมทริก จำนวน 78 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 16.43 ดังแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความผิดพลาดตามขั้นตอนของกระบวนการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากโดยจำแนกตามประเภทของความผิดพลาด พบว่า ในขั้นตอนการเตรียมผู้ป่วยมีข้อผิดพลาดจากการที่ผู้ป่วยไม่ได้ถอดเครื่องประดับก่อนการถ่ายภาพรังสี จำนวน 9 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 1.89 ของภาพทั้งหมดที่ศึกษา สำหรับขั้นตอนการจัดตำแหน่งผู้ป่วย พบความผิดพลาดในหลายลักษณะ โดยความผิดพลาดที่พบมากที่สุดคือการก้มหน้ามากเกินไป จำนวน 198 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 41.68 รองลงมาคือ การเงยหน้ามากเกินไปจำนวน 113 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 23.79 นอกจากนี้ยังพบลักษณะความผิดพลาดอื่น ได้แก่ การจัดตำแหน่งเส้นกึ่งกลางใบหน้าและฟันไม่ตรง ผู้ป่วยไม่กัดฟันหลัง และคางไม่อยู่ในตำแหน่งแทนวางคาง

ในส่วนของขั้นตอนการปรับค่ารังสี พบข้อผิดพลาดจากการไม่ปรับค่ารังสีให้เหมาะสมกับขนาดของผู้ป่วยจำนวน 15 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 3.16 ของภาพที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด โดยรายละเอียดของความผิดพลาดในแต่ละขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงความผิดพลาดในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากแต่ละเทคนิค

ประเภทความผิดพลาด	ลักษณะความผิดพลาด	เทคนิคการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปาก					รวม (ร้อยละ)
		Lat. Ceph (ร้อยละ)	PA (ร้อยละ)	Hand-wrist (ร้อยละ)	OPG (ร้อยละ)	TMJ (ร้อยละ)	
การเตรียมผู้ป่วยก่อนการถ่ายภาพรังสี	ไม่ถอดเครื่องประดับ	3 (0.63)	0 (0.00)	0 (0.00)	6 (1.26)	0 (0.00)	9 (1.89)
การจัดตำแหน่งผู้ป่วย	ก้มหน้ามากเกินไป	19 (4.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	175 (36.84)	4 (0.84)	198 (41.68)
	เงยหน้ามากเกินไป	21 (4.42)	0 (0.00)	0 (0.00)	90 (18.95)	2 (0.42)	113 (23.79)
	เส้นกึ่งกลางใบหน้า และฟันไม่ตรง	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	98 (20.63)	0 (0.00)	98 (20.63)
	ผู้ป่วยไม่ก้มคางหลัง	35 (7.37)	5 (1.05)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	40 (8.42)
	คางไม่อยู่ในที่วางคาง	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.42)	0 (0.00)	40 (8.42)
การปรับค่ารังสี	ไม่ปรับค่ารังสีตาม ขนาดผู้ป่วย	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	15 (3.16)	0 (0.00)	15 (3.16)
	รวม (ร้อยละ)	78 (16.43)	5 (1.05)	0 (0.00)	386 (81.26)	6 (1.26)	475 (100)
ภาพรังสีที่เหมาะสมต่อการวินิจฉัย						1,632 (77.46)	
รวม						2,107 (100)	

จำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำของการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากในแต่ละเทคนิคที่ดำเนินการโดยนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ เมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน พบว่า เดือนกันยายนมีจำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำมากที่สุด จำนวน 101 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 25.51 ของจำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำทั้งหมด รองลงมาคือเดือนธันวาคม จำนวน 81 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20.45 ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนพบจำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำน้อยที่สุด โดยมีจำนวนเพียง 14 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.54 ของจำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำทั้งหมด ทั้งนี้ รายละเอียดของจำนวนการถ่ายภาพรังสีซ้ำของภาพรังสีนอกช่องปากแต่ละเทคนิคที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากซ้ำในแต่ละเทคนิคและในแต่ละเดือน

เทคนิคภาพ	จำนวนของการถ่ายภาพรังสีซ้ำ (ร้อยละ)								รวม (ร้อยละ)
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
Lat. Ceph	1 (2.56)	1 (2.63)	4 (10.53)	3 (4.69)	13 (12.87)	7 (33.33)	4 (28.57)	4 (4.94)	37 (79.32)
PA	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (5.26)	1 (1.54)	1 (0.99)	1 (4.76)	1 (7.14)	1 (1.23)	7 (1.76)
Hand-Wrist	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (2.47)	2 (0.5)
OPG	37 (94.87)	35 (92.11)	33 (86.84)	58 (89.23)	85 (84.16)	11 (52.38)	8 (7.14)	7 (3.12)	340 (5.64)
TMJ	1 (2.56)	2 (5.26)	0 (0.00)	2 (3.08)	2 (1.98)	1 (4.76)	0 (0.00)	2 (2.47)	10 (2.52)
รวม (ร้อยละ)	39 (9.85)	38 (9.60)	38 (9.60)	65 (16.41)	101 (25.51)	21 (5.30)	14 (3.54)	81 (20.45)	100 (100.00)

บทที่ 5

อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุ จำแนกประเภทของความคลาดเคลื่อน และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากของนิสิตทันตแพทย์และนิสิตผู้ช่วยทันตแพทย์ จากผลการศึกษา พบว่าความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการปฏิบัติงานในบริบทของการเรียนการสอนยังมีข้อจำกัดด้านทักษะและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Rushton และคณะ ที่รายงานว่าคุณภาพของภาพรังสีมีความสัมพันธ์กับระดับความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน¹⁶

เมื่อพิจารณาเชิงเทคนิค พบว่าเทคนิคพานอราเมิกเป็นเทคนิคที่เกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากลักษณะเฉพาะของเทคนิคที่ต้องอาศัยการจัดตำแหน่งผู้ป่วยในหลายมิติพร้อมกัน และมีความไวต่อความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งศีรษะเพียงเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากเทคนิคอื่นที่มีการควบคุมตำแหน่งได้ง่ายกว่า ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่า panoramic radiography เป็นเทคนิคที่มีอัตราความผิดพลาดสูงที่สุดในบริบทของสถานศึกษาทางทันตกรรม^{3,11}

เมื่อวิเคราะห์ในระดับสาเหตุ พบว่าความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากขั้นตอนการจัดตำแหน่งผู้ป่วย โดยเฉพาะการก้มและเงยศีรษะที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการควบคุมแนว Frankfurt plane ปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านทักษะการประเมินตำแหน่งเชิงสามมิติของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงการใช้เครื่องมือช่วยกำหนดตำแหน่งไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Brezden และคณะ ที่ระบุว่าความผิดพลาดด้านการจัดแนวศีรษะเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความผิดเพี้ยนของภาพพานอราเมิก¹⁷ นอกจากนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งอื่น ๆ เช่น การไม่ตรงแนวกึ่งกลางใบหน้า และการไม่กักฟันหลัง มีหลายสาเหตุเช่น การสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับผู้ป่วย และระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่จำกัด

ในการเตรียมผู้ป่วย แม้ว่าจะพบความคลาดเคลื่อนในสัดส่วนที่ไม่สูง แต่การไม่ถอดเครื่องประดับยังคงเป็นสาเหตุของสิ่งผิดปกติส่วนเกินในภาพถ่ายรังสี (artefact) ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพรังสี ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ National Radiological Protection Board ที่เน้นความสำคัญของการเตรียมผู้ป่วยอย่างเหมาะสมก่อนการถ่ายภาพ¹⁸

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านเวลา พบว่าช่วงต้นของการฝึกปฏิบัติงานมีแนวโน้มเกิดความคลาดเคลื่อนสูงกว่าช่วงหลัง ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดการพัฒนาสมรรถนะ (competency-based learning) ซึ่งระบุว่าทักษะทางคลินิกจะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาี้แสดงให้เห็นแนวโน้มดังกล่าวอย่างชัดเจน

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยด้านการจัดตำแหน่งผู้ป่วยเป็นสาเหตุหลักของความคลาดเคลื่อน และเป็นจุดสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น สามารถเสนอแนะแนวทางในการลดความคลาดเคลื่อน โดยในการพัฒนาทักษะการจัดตำแหน่งผู้ป่วย ควรเน้นการฝึกปฏิบัติด้านการจัดแนว Frankfurt

plane และการประเมินตำแหน่งศีรษะในเชิงสามมิติโดยการตรวจสอบตำแหน่งศีรษะของผู้ป่วยให้ถูกต้องในระนาบด้านหน้า-หลัง ด้านข้าง และแนวตั้ง โดยเน้นให้ศีรษะอยู่ในแนวสมดุลง ไม่เอียงหรือบิดเบี้ยว และมีการจัดแนว Frankfurt plane ให้ขนานกับพื้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีและเพิ่มความแม่นยำของภาพถ่ายและมีการฝึกซ้ำเพื่อเพิ่มความชำนาญภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ควรมีการพัฒนากระบวนการตรวจสอบก่อนถ่ายภาพ โดยควรกำหนดรายการ (checklist) ที่ครอบคลุมปัจจัยสำคัญ เช่น การจัดตำแหน่งศีรษะ การถอดเครื่องประดับ และการตั้งค่ารังสี เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีช่วยลดความคลาดเคลื่อน ควรส่งเสริมการใช้แสงเลเซอร์และอุปกรณ์ยึดศีรษะให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยมนุษย์ ในช่วงเริ่มต้นของการฝึกปฏิบัติงานควรมีการตรวจสอบโดยอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญอย่างใกล้ชิดในช่วงแรกของการฝึก เพื่อป้องกันความผิดพลาดซ้ำ และการพัฒนาทักษะการตั้งค่าปริมาณรังสี โดยควรฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถพิจารณาปรับค่ารังสีได้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อลดความผิดพลาดด้านคุณภาพภาพรังสี

5.2 สรุปผล

ความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย โดยพบมากที่สุดในเทคนิคพานอรามิก และมีสาเหตุหลักจากการจัดตำแหน่งผู้ป่วยที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับระดับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน โดยพบมากในช่วงเริ่มต้นของการฝึกปฏิบัติงาน และลดลงเมื่อมีความชำนาญเพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

1. วรณกมล ปัญญารักษ์, ส้มสม ประภายสาธก, ปิยะนารถ จาติเกตุ. การศึกษาเชิงปริมาณของข้อผิดพลาดในการจัดตำแหน่งผู้ป่วยในภาพรังสีปริทัศน์ชนิดดิจิทัล: การศึกษาย้อนหลัง. เชียงใหม่ทันตสาร 2559;37(2):113-122.
2. Suparno NR, Faizah A, Nafisah AN. Assessment of panoramic radiograph errors: an evaluation of patient preparation and positioning quality at soelastr dental and oral hospital. The Open Dentistry Journal 2023;17(1).
3. Asriningrum S, Sudrajat I, Meliawati M. Technical error factors on panoramic radiographic examination at the radiology installation of Unjani Dental and Mouth Hospital. International Journal of Business, Economics and Social Development 2023;4(4):279-286.
4. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: Principles and interpretation. 8th ed. St. Louis: Mosby; 2019.
5. Goel A, Campos A, Murphy A, et al. Kilovoltage peak. Radiopaedia.org. <https://radiopaedia.org/articles/kilovoltage-peak>
6. Kovan B. The effects of kilovoltage (kV) and milliampere seconds (mAs) values for SPECT attenuation correction: An anthropomorphic phantom study. Applied Radiation and Isotopes 2024.
7. เพชรกร หาญพานิชย์. การป้องกันอันตรายจากรังสี. กรุงเทพฯ: เอ็นพี แอดเวอร์ไทซิ่ง; 2558.
8. ICRP. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007;37(2-4):1-332. <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>
9. International Atomic Energy Agency. Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. Vienna: IAEA; 2014. (IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3).
10. Reason J. Human error: models and management. BMJ 2000;320(7237):768-70.
11. Dhillon M, Raju SM, Verma S, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. Entoma Dent J 2012;1(1):21-6.
12. White SC, Pharoah MJ. White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation. 8th ed. St. Lou-is: Elsevier; 2019.

13. Whitley AS, Jefferson G, Holmes K, et al. Clark's positioning in radiography. 13th ed. Boca Raton: CRC Press; 2015.
14. Tyndall DA, Rathburn MA. Quality control and error prevention in cephalometric radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2015;147(2):178-276.
15. Whaites E, Drage N. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*. 5th ed. Churchill Livingstone; 2013.
16. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiography in a dental teaching hospital. *Br Dent J*. 1999;186(12):630-3.
17. Brezden NA, Brooks SL. Evaluation of panoramic radiographs taken in a dental school. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1987;63(2):220-6.
18. National Radiological Protection Board. *Guidance notes for dental practitioners on the safe use of X-ray equipment*. London: NRPB; 2001.

ประวัติผู้วิเคราะห์

ชื่อ-สกุล	นางสาวธรินทร์ญา เกตุสิงห์สร้อย
วันเดือนปีเกิด	8 พฤษภาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก
ที่อยู่ปัจจุบัน	160/3 หมู่ 7 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
สถานที่ ทำงาน	โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประวัติการศึกษา	2545 ประกาศนียบัตรผู้ช่วยทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2537 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพร้านิลวัชระ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
ตำแหน่งปัจจุบัน	ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ปฏิบัติงานทันตกรรม ระดับชำนาญงาน คลินิกรังสีวิทยาช่องปาก และใบหน้า โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

