บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี

นับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาระบบการถ่ายภาพรังสีมาอย่างต่อเนื่อง จากเดิมใช้ฟิล์มเป็นตัวรับภาพจนมาถึงการใช้เซนเซอร์ชนิดซีซีดี (Charge-Coupled Device Sensor: CCD) หรือซีมอส (Complementary Metal Oxide Semiconductor: CMOS) และแผ่นรับภาพฟอสฟอร์ (photostimulable phosphor plate) ในระบบดิจิทัล (digital system) มาเป็นตัวรับภาพ ล่าสุดได้มีการพัฒนาสร้างภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมขึ้นมาใช้งานในทางทันตกรรมหลาย ๆ ด้าน

การถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมเป็นวิธีการถ่ายภาพรังสีนอกช่องปากอีกวิธีหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการถ่ายภาพรังสีบริเวณใบหน้าและขากรรไกรตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 มีชื่อเรียกหลายชื่ออันได้แก่ ดิจิทัลวอลูมโทโมกราฟี (digital volume tomography: DVT) วอลูมเมตริกคอมพิวเตดโทโมกราฟี (volumetric computed tomography: VCT) เป็นต้น โดยนิวทอมคิวอาร์ดีวีที 9000 (NewTom QR DVT 9000, Quantitative Radiology, Verona, Italy) เป็นเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีเครื่องแรกที่ถูกวางจำหน่ายในปี ค.ศ. 2001 และได้พัฒนาเป็นนิวทอมทรีจี (NewTom 3G, Quantitative Radiology, Verona, Italy) และนิวทอมวีจี (NewTom VG, Quantitative Radiology, Verona, Italy) ในเวลาต่อมา นอกจากนี้ก็ยังมีอีกหลายบริษัทผลิตเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีขึ้นมา ได้แก่ ทรีดีเอกซ์มัลติอิมเมจไมโครซีที (3DX multi-image micro-CT, J. Morita, Japan) ทรีดีแอกคิวไอโทโมเอกซ์วายแซสสไลซ์วิวโทโมกราฟ (3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph, J. Morita, Japan) ซีบีเมอคิวเรย์ (CB MercuRay, Hitachi Medico Technology Corporation, Kashiwa, Chiba, Japan) ไอแคท (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, USA) แพลนเมกาโพรแมกทรีดี (Planmeca ProMax 3D, Planmeca OY, Helsinki, Finland) พีแกสโซทรีโอ (Picasso-Trio, E-woo technology, Gyeonggi-do, Korea) และวีราวิวอีพ็อกส์ทรีดี (Veraviewepocs 3D, J. Morita, Japan)[7] ภาพรังสีที่ได้จากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีเป็นภาพรังสีในระบบดิจิทัล สามารถแสดงภาพของวัตถุได้หลายระนาบ เรียกว่า มัลติแพลนนา รีฟอร์เมชัน (multiplanar reformation) และการที่ซอฟต์แวร์ (software) ของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีมีการประมวลผลด้วยวิธีทรีดีวอลูมเรนเดอร์ริง (3D volume rendering) ทำให้สามารถแสดงภาพออกมาเป็นสามมิติได้อีกด้วย แตกต่างจากภาพรังสีโดยทั่วไปซึ่งแสดงภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกมาเพียงแค่สองมิติเท่านั้น และมีการซ้อนทับกันของโครงสร้างที่อยู่ในแนวลำรังสีผ่าน ทำให้เห็นรายละเอียดของแต่ละโครงสร้างไม่ชัดเจนหรือโครงสร้างบางอย่างถูกบดบังได้[8]

หลักการทำงานของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี

การทำงานของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีอาศัยหลักการที่คล้ายคลึงกันกับการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ (medical computed tomography) แต่มีลักษณะลำรังสีและตัวรับรังสีที่ต่างกัน เครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีเกิดจากการถ่ายภาพรังสีรอบตัวผู้ป่วย 1 รอบ โดยแหล่งกำเนิดรังสีจะผลิตรังสีเอกซ์ออกมาเป็นรูปกรวยและมีตัวรับรังสีอยู่ด้านตรงข้าม หมุนรอบศีรษะผู้ป่วยในทิศทางสวนกันเกือบครึ่งถึงหนึ่งวงกลมโดยมีมุมของการหมุนตั้งแต่ 180 ถึง 360 องศา ข้อมูลภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก แตกต่างจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ซึ่งลำรังสีจะเป็นรูปพัด (fan-shaped) ทำการถ่ายภาพผู้ป่วยเป็นช่วง ทำให้การถ่ายภาพต้องอาศัยการหมุนรอบตัวผู้ป่วยหลายรอบ โดยข้อมูลภาพที่ได้มาในแต่ละครั้งของการหมุนของเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์จะออกมาเป็นภาพระนาบแกนของโครงสร้างที่ทำการถ่าย ส่วนการสร้างภาพจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี ข้อมูลภาพที่ได้จากการหมุนของเครื่องรอบศีรษะผู้ป่วยจะเรียกว่า ภาพพื้นฐาน (basis images) ข้อมูลภาพทั้งหมดที่ได้ (projection data) จะถูกนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วแสดงข้อมูลเป็นภาพรังสีในระบบดิจิทัล 3 ระนาบ คือ ระนาบแกน ระนาบแบ่งซ้ายขวา และระนาบแบ่งหน้าหลัง (รูป 1 ก - ค) นอกจากนี้ยังสามารถสร้างภาพสามมิติได้อีกด้วย โดยมีหน่วยปริมาตรที่เล็กสุดเรียกว่า วอกเซล (voxel) ที่มีความกว้าง ความยาว และความลึกเท่ากันหมดทุกด้าน ซึ่งแตกต่างจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ที่มีความลึกของวอกเซลมากกว่าความกว้างและความยาว ดังนั้น ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมจึงให้สัดส่วนของภาพได้ตรงกับความเป็นจริงมากกว่าภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์[9]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก ข ค

รูป 1 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในระนาบต่าง ๆ
ก. ระนาบแกน ข. ระนาบแบ่งหน้าหลัง และ ค. ระนาบแบ่งซ้ายขวา

คุณลักษณะของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี

ตัวรับรังสี

ตัวรับรังสีที่ใช้ในเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี มี 2 ประเภท ได้แก่ ตัวรับรังสีที่เป็นอิมเมจอินเทนซิไฟเออร์ ซึ่งใช้ร่วมกับอุปกรณ์ถ่ายเทประจุ (image intensifier with charge coupled device) และตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนล (flat panel detector) ที่มีซีเซียมไอโอไดด์ซินทิเลเตอร์ (cesium iodide scintillator) กับอะมอฟัสซิลิกอน (amorphous silicon) เป็นส่วนประกอบ[8] เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างอิมเมจอินเทนซิไฟเออร์ซึ่งใช้ร่วมกับอุปกรณ์ถ่ายเทประจุกับตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนล พบว่า ภาพรังสีที่ได้จากตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนลมีสัญญาณรบกวน (noise) น้อยกว่า มีการบิดเบี้ยว (distortion) ของภาพน้อยกว่า[9] และมีความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพ (spatial resolution) สูงกว่าอิมเมจอินเทนซิไฟเออร์ถึง 3 เท่า[10]

พื้นที่ในการรับภาพ (field of view)

พื้นที่ในการรับภาพของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของตัวรับรังสี มุมการยิงลำรังสี (beam projection geometry) และการควบคุมขนาดลำรังสี [9] พื้นที่ในการรับภาพมีได้หลากหลายขนาด โดยพื้นที่ในการรับภาพขนาดใหญ่จะมีความสูงตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป ส่วนพื้นที่ในการรับภาพขนาดเล็กจะมีความสูงน้อยกว่า 10 เซนติเมตร[11] พื้นที่ในการรับภาพขนาดใหญ่มักใช้ในการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะ ส่วนภาพรังสีที่แสดงพื้นที่ในการรับภาพขนาดเล็กมักจำกัดการใช้งานอยู่ที่ฟัน ขากรรไกรและโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น[9]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพ (spatial resolution)

ความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพรังสีส่งผลต่อความคม (sharpness) และรายละเอียดของภาพรังสี ความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพรังสีมีความสัมพันธ์กับจำนวนจุดภาพ (pixel) กล่าวคือ หากจุดภาพมีขนาดเล็ก จำนวนจุดภาพใน 1 ภาพก็จะมาก ส่งผลให้ภาพรังสีมีความคมและมีรายละเอียดของภาพรังสีมาก ขนาดจุดภาพของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีอยู่ในช่วง 0.125 ถึง 0.4 มิลลิเมตร[12] ในขณะที่เครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์มีขนาดจุดภาพเล็กที่สุดคือ 0.3 มิลลิเมตร[13]

ความสามารถในการแยกความเปรียบต่างของภาพรังสี (contrast resolution)

ตัวรับรังสีของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีสามารถเก็บข้อมูลเป็นระดับสีตั้งแต่ดำเทา ไปจนถึงขาว จำนวนของระดับสีซึ่งแสดงความเปรียบต่างของภาพรังสีนี้จะขึ้นอยู่กับค่าความลึกบิต (bit depth) ถ้าความลึกบิตมาก จำนวนของระดับสีก็จะมาก ปัจจุบันเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีมีความลึกบิตมากกว่าหรือเท่ากับ 12 เช่น ถ้าตัวรับรังสีมีความลึกบิตเท่ากับ 12 จะสามารถแสดงระดับสีของความดำได้ 2^{12} หรือ 4,096 ระดับ[8] ถึงแม้ว่าจอมอนิเตอร์บางรุ่นสามารถแสดงผลระดับสีของความดำได้เพียง 256 ระดับ แต่ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สามารถปรับแต่งระดับความดำให้กว้างหรือแคบได้ตามความต้องการ ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้งานสามารถปรับระดับสีความดำให้เหมาะสมได้หากต้องการศึกษาโครงสร้างของกระดูกแยกออกจากเนื้อเยื่ออ่อน[12]

เวลาในการถ่ายภาพรังสี (scan time) และเวลาในการสร้างภาพเชิงปริมาตร (volumetric data)

การใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสีที่สั้นเป็นสิ่งจำเป็นในการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดภาพของสิ่งแปลกปนในภาพรังสีอันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย[8] ปัจจุบันเครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีใช้เวลาไม่มากนักในการถ่ายภาพรังสี อาทิ เครื่องนิวทอมทรีจีใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสี 30 วินาที[12] เครื่องทรีดีเอกซ์แอกคิวไอโทโมใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสี 9 ถึง 17 วินาที[13] เครื่องไอแคทใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสี 40 วินาที[14] และเครื่องซีบีเมอคิวเรย์ใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสี 9 วินาที[15] เป็นต้น โดยแตกต่างจากเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ ซึ่งใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสีประมาณ 2 ถึง 3 นาที[16] ส่วนเวลาในการสร้างภาพเชิงปริมาตร (reconstruction time) จะขึ้นกับขนาดวอกเซล พื้นที่ในการรับภาพ ข้อมูลภาพทั้งหมดที่ได้ ฮาร์ดแวร์ (hardware) และซอฟต์แวร์ สำหรับเวลาในการสร้างภาพเชิงปริมาตรที่ยอมรับได้ควรน้อยกว่า 5 นาที[8]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อได้เปรียบและประโยชน์ของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม

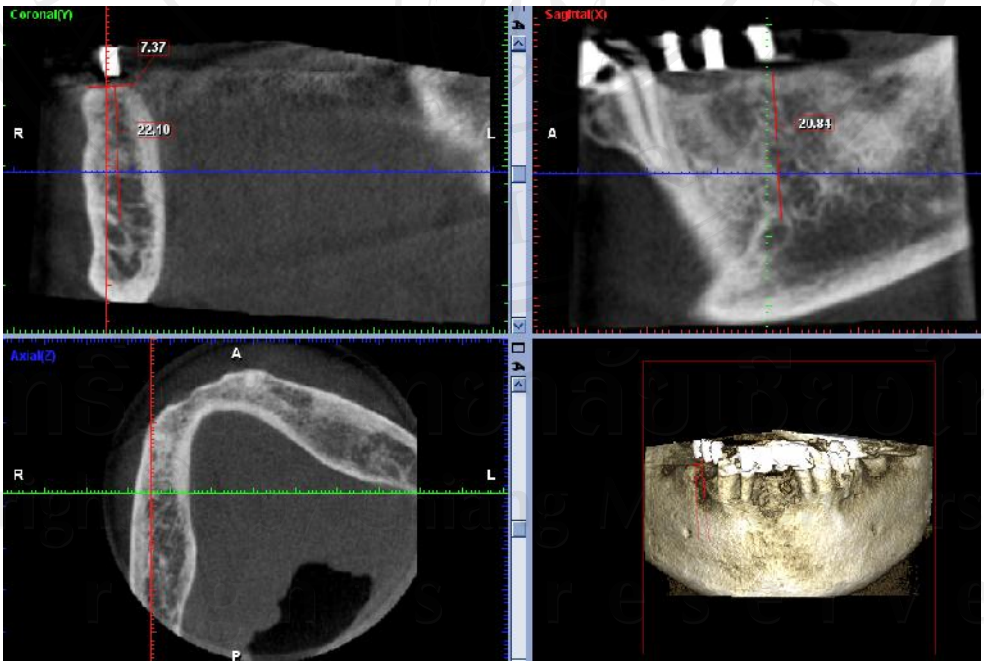
ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรังสีที่ถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ อาทิเช่น ในเรื่องความเปรียบต่างของภาพรังสี พบว่า ภาพรังสีที่ได้จากการถ่ายด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีให้ภาพรังสีที่มีความเปรียบต่างสูง เหมาะสำหรับใช้ศึกษาโครงสร้างที่เป็นกระดูกบริเวณศีรษะและใบหน้า[9] เมื่อพิจารณาในเรื่องราคาและขนาดตัวเครื่อง พบว่า เครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีมีขนาดเล็กกว่า และราคาถูกกว่า คือมีราคาประมาณ 1/4 ถึง 1/5 เท่าของราคาเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์[8] นอกจากนี้ ในระหว่างการใช้งาน เครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสีน้อยกว่า เนื่องจากตัวเครื่องจะหมุนรอบศีรษะผู้ป่วยเพียงแค่ครั้งเดียวและสร้างภาพออกมาเป็น 3 ระนาบได้เลย แตกต่างจากเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ซึ่งจะใช้เวลาถ่ายภาพรังสีนานกว่าเนื่องจากตัวเครื่องต้องหมุนรอบศีรษะผู้ป่วยหลายครั้งเพื่อให้ได้จำนวนภาพตามแกนเพียงพอที่จะนำมาเรียงต่อกันเป็นชั้นสำหรับการสร้างภาพออกมา 3 ระนาบ และจากการที่เครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีบางเครื่องมีขนาดวอกเซลที่เล็กมากถึง 0.125 มิลลิเมตร ส่งผลให้ภาพที่ปรากฏมีความละเอียดมากซึ่งเหมาะสมสำหรับงานทางด้านใบหน้าขากรรไกร (maxillofacial)[8] นอกจากนี้ การมีขนาดของวอกเซลเป็นรูปลูกบาศก์ที่มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ด้าน ส่งผลให้ภาพที่ได้มีความถูกต้องและมีสัดส่วนตามความเป็นจริง ให้คุณค่าต่อการวินิจฉัยโรคและการวางแผนการรักษาที่เหมาะสม[9]

หน่วยงานไอซีอาร์พี (International Committee on Radiation Protection; ICRP) ปี ค.ศ. 2005 ได้รายงานการศึกษาปริมาณรังสียังผล (effective dose) ของการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี พบว่ามีปริมาณรังสียังผลอยู่ระหว่างช่วง 52 ถึง 1,025 ไมโครซีเวิร์ต (microsieverts, μSv) ซึ่งเทียบได้กับการถ่ายภาพรังสีแพโนรามาระบบดิจิทัล 4 ถึง 77 ภาพ (การถ่ายภาพแพโนรามา 1 ภาพ ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสียังผลประมาณ 13.3 ไมโครซีเวิร์ต)[8] นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ บริเวณขากรรไกรบนและล่าง พบว่า ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสียังผลประมาณ 2,100 ไมโครซีเวิร์ต ซึ่งสูงกว่าการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี 1 ครั้ง[17] และการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี 1 ครั้ง ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีมากกว่าการถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันทั้งปากด้วยฟิล์ม ซึ่งให้ปริมาณรังสียังผลอยู่ในช่วง 13 ถึง 100 ไมโครซีเวิร์ต[18] นอกจากนี้ เครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีสามารถจำกัดขนาดลำรังสีให้ได้ภาพรังสีเฉพาะบริเวณที่ต้องการได้ ซึ่งถือเป็นการลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับอีกทางหนึ่ง[9]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน บริษัทผู้ผลิตเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟียังได้คิดค้นพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หรือวัดตำแหน่งต่าง ๆ บนภาพรังสีของขากรรไกรและใบหน้าสำหรับการวางแผนการรักษาทางทันตกรรม เช่น งานฝังรากเทียม และการวิเคราะห์ทางทันตกรรมจัดฟัน เป็นต้น[8]

จากข้อได้เปรียบต่าง ๆ ของการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม จึงทำให้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีแนวโน้มถูกนำมาใช้มากขึ้นในงานทันตกรรมหลาย ๆ ด้าน[8] อาทิเช่น การประเมินคุณภาพและปริมาณกระดูกขากรรไกรในงานทันตกรรมรากฟันเทียม ได้แก่ การวัดความสูง ความกว้าง รูปร่าง ความเอียงของกระดูกเบ้าฟัน รวมไปถึงอวัยวะสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เช่น คลองขากรรไกรล่าง (mandibular canal) โพรงอากาศขากรรไกรบน (maxillary sinus) เป็นต้น (รูป 2) ส่งผลทำให้การประเมินดังกล่าวสามารถทำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น[19] โดย Marmulla และคณะ[20] ในปี ค.ศ. 2005 ได้ทำศึกษาความถูกต้องของการวัดระยะจากหลุมต่าง ๆ บนวัตถุทรงลูกบาศก์ที่ทำมาจากพลาสติกด้วยภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมจากเครื่องนิวทอมเก้าพัน (NewTom AG, Marburg, Germany) ในระนาบแกน ระนาบแบ่งหน้าหลัง และระนาบแบ่งซ้ายขวา พบว่า ความคลาดเคลื่อนของการวัดมีค่าเท่ากับ 0.13 $\pm$ 0.09 มิลลิเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเพียงแค่ 0.3 มิลลิเมตรเท่านั้น

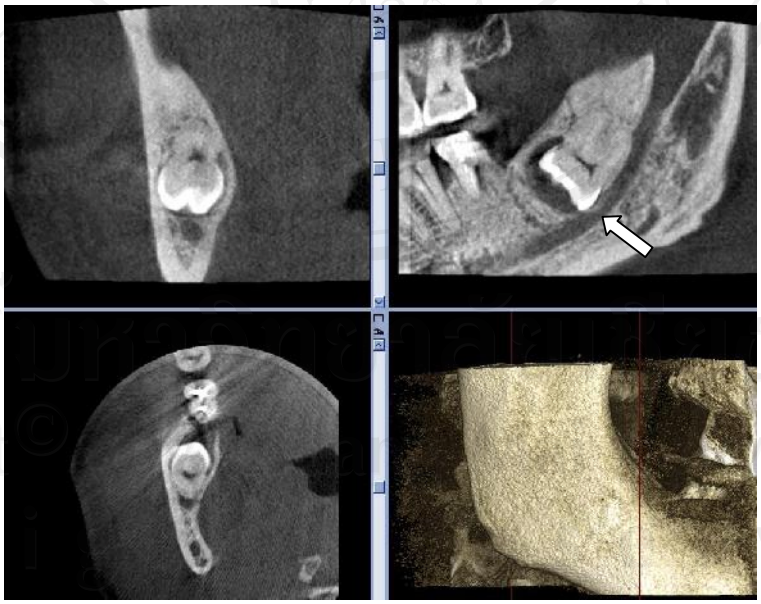


รูป 2 แสดงการใช้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในการประเมินตำแหน่งและวัดระยะการฝังรากฟันเทียมในขากรรไกรล่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

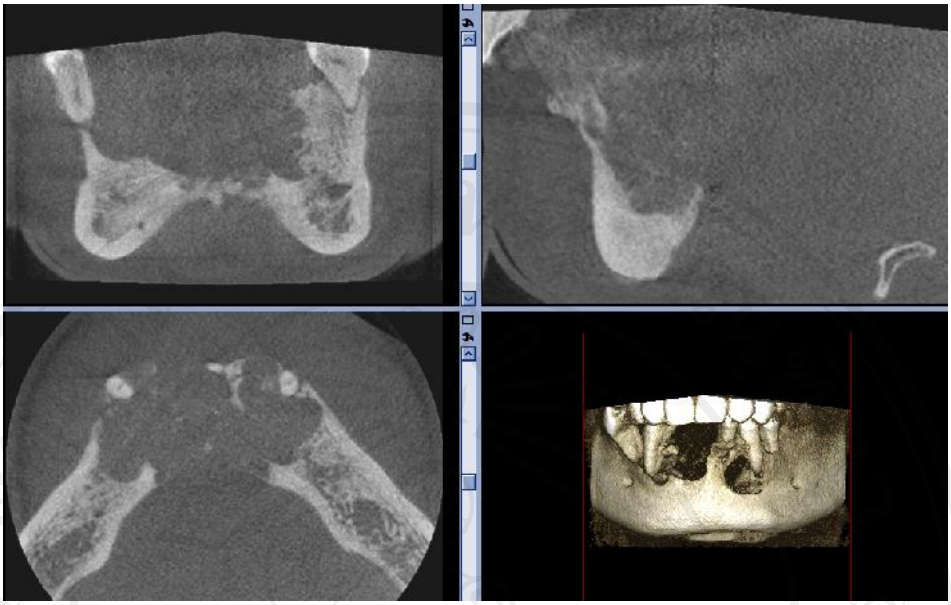
ในงานทันตกรรมจัดฟัน ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และ ประเมินความผิดปกติของโครงสร้างใบหน้าและขากรรไกร การกำหนดจุดวัดต่าง ๆ บนกะโหลกศีรษะและใบหน้า รวมทั้งใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างใบหน้าและขากรรไกร การหาตำแหน่งฟันคุดและฟันเกิน การวางแผนการจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดขากรรไกร นอกจากนี้ยังใช้ประเมินลักษณะของกระดูกขากรรไกร ความหนาของกระดูกเบ้าฟัน การเอียงตัวของฟัน และการละลายของรากฟัน เพื่อวางแผนการรักษาด้วยการเคลื่อนฟันในแนวแก้มและลิ้น[8,21]

ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมยังสามารถใช้ประเมินตำแหน่งฟันคุด บอกความสัมพันธ์และความใกล้ชิดระหว่างรากฟันคุดในขากรรไกรล่างกับคลองขากรรไกรล่างได้อย่างแม่นยำมากขึ้นในงานศัลยศาสตร์ช่องปาก (รูป 3) จึงช่วยให้ทันตแพทย์เพิ่มความระมัดระวังและหลีกเลี่ยงการเกิดความเสียหายต่อคลองขากรรไกรล่างในระหว่างการผ่าตัดฟันคุด ซึ่งแตกต่างจากภาพรังสีแพโนรามาและภาพรังสีรอบปลายรากฟันซึ่งสามารถแสดงภาพรังสีออกมาเพียงสองมิติและมีการซ้อนทับกันของภาพโครงสร้างต่าง ๆ[8] นอกจากนี้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมยังใช้แสดงตำแหน่งและขอบเขตของพยาธิสภาพในกระดูกขากรรไกร เช่น ถุงน้ำ เนื้องอกทั้งชนิดไม่ร้ายแรงและชนิดร้ายแรงที่มีการทำลายกระดูกเป็นบริเวณกว้าง (รูป 4) เพื่อหาขอบเขตการลุกลามของรอยโรคสำหรับการวางแผนผ่าตัด[21] นอกจากนี้ ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมยังถูกนำมาใช้ประเมินการแตกหักของกะโหลกศีรษะและใบหน้าที่มีความซับซ้อนได้เช่นกัน[22]



รูป 3 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในระนาบแบ่งหน้าหลัง ระนาบแบ่งซ้ายขวา ระนาบแกน และภาพสามมิติแสดงตำแหน่งของคลองขากรรไกรล่างที่สัมพันธ์กับปลายรากฟันกรามซี่ที่สาม (ลูกศรชี้)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



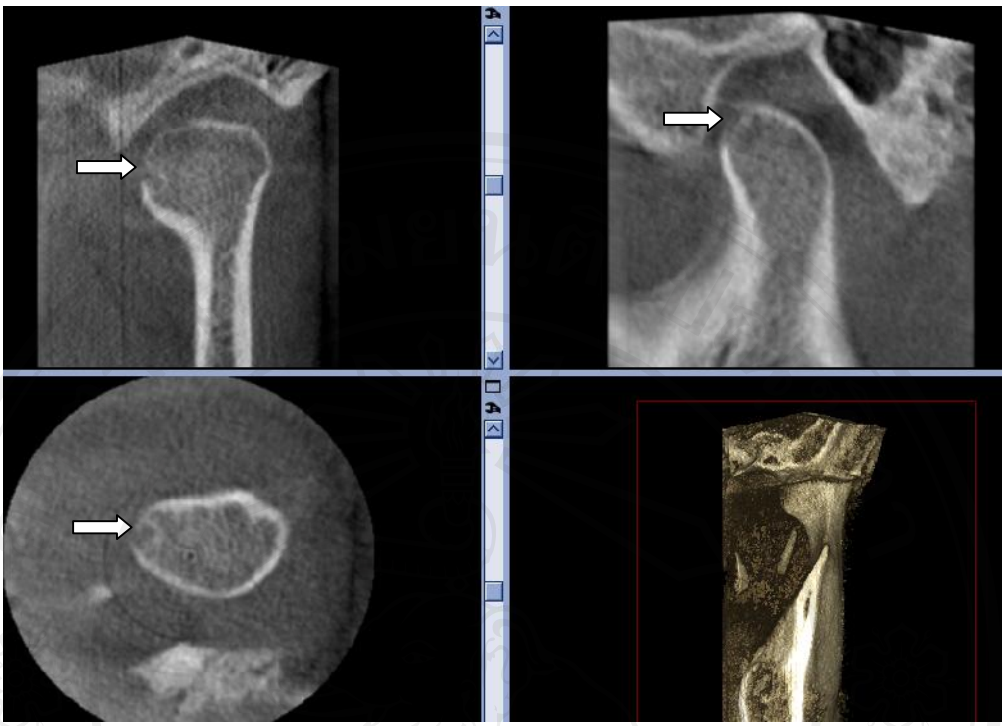
รูป 4 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในระนาบแบ่งหน้าหลัง ระนาบแบ่งซ้ายขวา ระนาบแกน และภาพสามมิติแสดงถึงการมีเนื้องอกขนาดใหญ่ที่มีการทำลายกระดูกเป็นบริเวณกว้างบริเวณขากรรไกรล่างด้านหน้า

ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมสามารถนำมาใช้ศึกษาข้อต่อขากรรไกรในส่วนของกระดูกได้ อาทิเช่น การประเมินโครงสร้างและรูปร่างของหัวคอนดายล์ (condyle) การดูขนาดช่องว่างในข้อต่อขากรรไกร การวินิจฉัยโรคข้อต่อขากรรไกรเสื่อม การสึกของหัวคอนดายล์ พัฒนาการข้อต่อขากรรไกรที่ผิดปกติ ข้อยึดติด (ankylosis) ข้ออักเสบรูมาทอยด์ (rheumatoid arthritis) (รูป 5)[8,21]

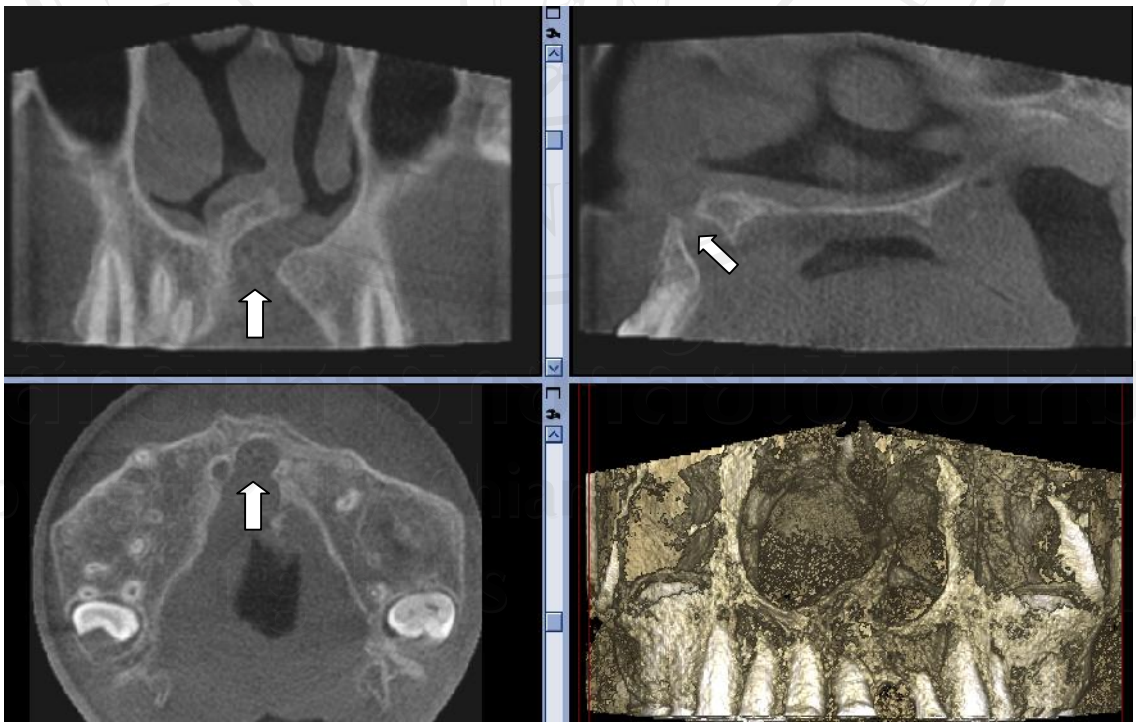
ในงานรักษาคลองรากฟัน ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีประโยชน์ในการใช้หาจำนวน ขนาด ตำแหน่งของคลองรากฟัน ลักษณะของคลองรากฟัน การหาตำแหน่งเครื่องมือหักในคลองรากฟัน[7] และรากฟันแตกหักได้อย่างชัดเจน[23]

นอกจากนี้ ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมยังใช้แสดงความวิการของกระดูก (bony defect) ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ (cleft lip and cleft palate)[21] (รูป 6) เพื่อวางแผนการรักษาและประเมินคุณภาพกระดูกปลูก (bone graft) ส่วนในงานปริทันต์ ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมสามารถแสดงความวิการของกระดูกเบ้าฟันด้านแก้มและด้านลิ้นได้[24]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



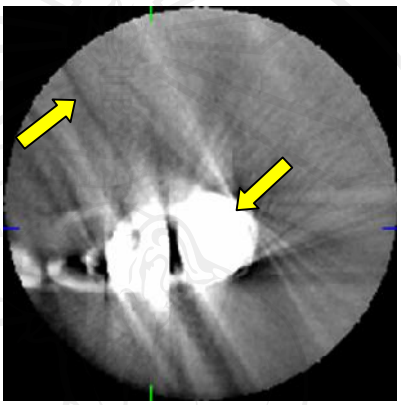
รูป 5 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในระนาบแบ่งหน้าหลัง ระนาบแบ่งซ้ายขวา ระนาบแกนและภาพสามมิติ แสดงถึงการสึกทางด้านบนของหัวคอนดายล์ (ลูกศรชี้)



รูป 6 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมในระนาบแบ่งหน้าหลัง ระนาบแบ่งซ้ายขวา ระนาบแกน และภาพสามมิติของผู้ป่วยที่มีเพดานโหว่ (ลูกศรชี้)

ข้อด้อยของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม

แม้ว่าการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมสามารถให้รายละเอียดที่ดี สามารถสร้างภาพออกมาเป็นภาพสามมิติ เห็นโครงสร้างต่าง ๆ ของกระดูกได้อย่างชัดเจน มีคุณประโยชน์มากมายในการประเมินและวางแผนการรักษาทางทันตกรรมหลากหลายด้าน แต่หนึ่งในข้อด้อยที่สำคัญประการหนึ่งของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่มักพบเสมอคือการเกิดภาพของสิ่งแปลกปน (รูป 7)



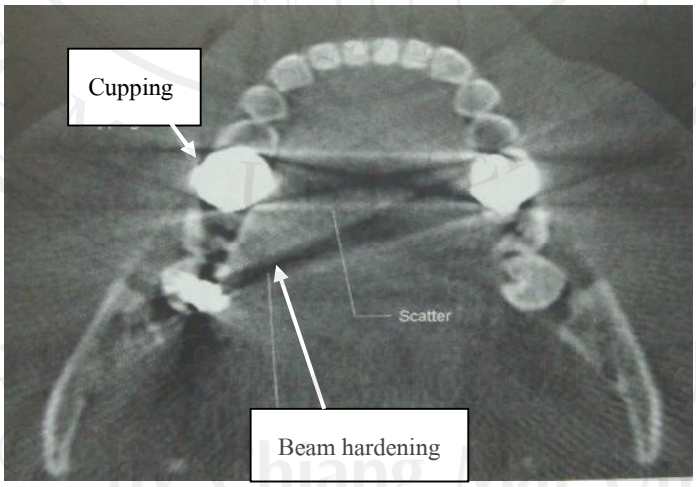
รูป 7 แสดงภาพของสิ่งแปลกปนจากครอบฟันโลหะในภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมระนาบแกน (ลูกศรชี้)
(เอื้อเฟื้อภาพโดย อ.ทพญ.ดร.อภิรุม จันทน์หอม)

Barrett และ Keat[25] ปี ค.ศ. 2004 กล่าวว่า ภาพของสิ่งแปลกปนที่พบจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์เกิดจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างค่าเลขซีที (CT number) ของภาพรังสีและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear correlation coefficient) ที่แท้จริงของวัตถุที่ถูกถ่ายภาพรังสี ซึ่งค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวได้มาจากการนำค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์ (μ) และค่าเลขซีทีของตัวกลางมาเขียนกราฟ โดยปกติจะได้ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง แต่การเกิดภาพของสิ่งแปลกปนเกิดจากข้อมูลความเข้มของรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านผู้ป่วยออกมามีความไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากความเข้มของรังสีเอกซ์เมื่อวิ่งผ่านเนื้อเยื่อของผู้ป่วยเมื่อทำการวัดในจุดภาพหนึ่ง ๆ ค่าที่วัดได้จากทิศทางต่าง ๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน[26] การเกิดภาพของสิ่งแปลกปนมีได้หลายลักษณะ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของภาพรังสี การแปลผลภาพรังสีและทำให้การวินิจฉัยโรคที่ตามมาอาจเกิดความผิดพลาดได้

ในความเป็นจริง พลังงานของรังสีเอกซ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม จะมีค่าพลังงานหลายค่า การกรองรังสีเมื่อผ่านวัตถุหรือตัวกลางชนิดต่าง ๆ จึงไม่เท่ากัน รังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกซ์ที่มีพลังงานต่ำจะถูกดูดกลืนในเนื้อวัตถุ เหลือแต่รังสีเอกซ์ที่มีพลังงานสูงเท่านั้นที่จะทะลุผ่านวัตถุไปทางด้านหลังและตกกระทบกับตัวรับรังสี ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่า บีมฮาร์ดเดนนิง (beam hardening) (รูป 8) ข้อมูลความเข้มของรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านวัตถุออกมาจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแต่ละวัตถุ หรือค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์ของวัตถุหรือตัวกลางนั้น ๆ กล่าวคือ ถ้าวัตถุหรือตัวกลางใดมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์มาก จะมีค่าเลขซีทีมาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าวัตถุหรือตัวกลางใดมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์น้อย จะมีค่าเลขซีทีน้อย เมื่อนำความเข้มของรังสีเอกซ์เฉพาะที่มีพลังงานสูงที่ผ่านออกมาจากวัตถุไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์ ค่าที่ได้จึงคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงหรือแสดงค่าเลขซีทีคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง ส่งผลให้การประมวลผลสร้างภาพรังสีมีความผิดพลาดเกิดขึ้น การเกิดบีมฮาร์ดเดนนิงก่อให้เกิดลักษณะทางภาพรังสี 2 ลักษณะ ได้แก่ การเกิดคัพพิง (cupping) และการเกิดแถบสีดำ ในการเกิดคัพพิง บริเวณตรงกลางของวัตถุในภาพรังสีจะปรากฏเห็นเป็นสีขาวกว่าบริเวณขอบวัตถุ ซึ่งเกิดจากบริเวณตรงกลางของวัตถุมีการดูดกลืนจำนวนโฟตอนของรังสีเอกซ์มากกว่าบริเวณรอบ ๆ (รูป 8) สำหรับการเกิดแถบสีดำจะปรากฏให้เห็นระหว่างวัตถุทึบรังสีสองชิ้น ซึ่งเกิดจากเมื่อหัวหลอดรังสีอยู่ในตำแหน่งหนึ่ง รังสีเอกซ์สามารถทะลุผ่านวัตถุทั้งสองชิ้นได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับอีกตำแหน่งหนึ่งที่รังสีเอกซ์สามารถทะลุผ่านวัตถุเพียงชิ้นเดียว[25,27,28]



รูป 8 แสดงการเกิดบีมฮาร์ดเดนนิง (beam hardening) และการเกิดคัพพิง (cupping) ในภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมระนาบแกน (ดัดแปลงจาก Scarfe & Farman)[8]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกเหนือไปจากข้อจำกัดในเรื่องภาพของสิ่งแปลกปนแล้ว ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมยังมีข้อจำกัดในการศึกษาเนื้อเยื่ออ่อน เนื่องจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมไม่สามารถให้รายละเอียดของเนื้อเยื่ออ่อนหรือรอยโรคที่อยู่ในเนื้อเยื่ออ่อนได้ดี โดยภาพรังสีของเนื้อเยื่ออ่อนที่แสดงออกมาจะมีความเปรียบต่างภาพรังสีน้อย[29] ดังนั้น ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมจึงเหมาะสำหรับการศึกษาเนื้อเยื่อแข็งโดยสามารถแสดงให้เห็นถึงรอยโรคที่อยู่ในกระดูกขากรรไกรและกระดูกโปร่ง (cancellous bone) ได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม หากต้องการเห็นโครงสร้างของเนื้อเยื่ออ่อนอย่างชัดเจนควรใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์[30] หรือภาพเอ็มอาร์ไอ (Magnetic resonance imaging, MRI)

โรคฟันผุ

ในการเกิดโรคฟันผุมีการดึงเอาส่วนประกอบที่เป็นแร่ธาตุจำพวกแคลเซียมและฟอสเฟตออกจากผลึกของเคลือบฟันและเนื้อฟันที่มีโครงสร้างเป็นผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite crystals) เรียกว่า ดีมินเนอรอลไลเซชัน (demineralization) ในสภาวะปกติ ผิวเคลือบฟันจะถูกปกคลุมด้วยกลุ่มของแบคทีเรียที่อยู่ในแผ่นคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) ซึ่งในกระบวนการสร้างและสลาย (metabolism) ของแบคทีเรียบางชนิด เช่น สเตปโตคอกคัสมิวแทน (*Streptococcus mutans*) แลคโตบาซิลัส (*Lactobacillus*) จะใช้คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) จากอาหารที่รับประทานเข้าไปมาเผาผลาญแล้วผลิตกรดแลกติกออกมาส่งผลให้ระดับความเป็นกรดด่าง (pH) ของแผ่นคราบจุลินทรีย์ลดลง นำไปสู่การละลายของแร่ธาตุในผิวเคลือบฟัน เกิดเป็นฟันผุระยะแรก (initial caries) ขึ้นมา ในฟันผุระยะแรกผิวเคลือบฟันด้านนอกสุดจะมีลักษณะเรียบและอาจดูเป็นปกติไปจนกระทั่งเมื่อเวลาผ่านไปเคลือบฟันมีการสูญเสียแร่ธาตุมากขึ้น ก็จะปรากฏรอยโรคฟันผุให้เห็นเป็นสีขาวขุ่น (white spot lesion) ต่างจากเคลือบฟันปกติซึ่งจะดูใสกว่า ในการเกิดฟันผุ แผ่นคราบจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเกิดฟันผุ ซึ่งบริเวณที่มักพบแผ่นคราบจุลินทรีย์ได้บ่อย ได้แก่ ด้านประชิดของฟันโดยเฉพาะบริเวณจุดสัมผัสระหว่างฟัน (contact point) บริเวณคอฟัน และหลุมร่องฟัน เมื่อสภาวะในช่องปากมีความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.5 เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การสูญเสียแร่ธาตุของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์จะเกิดขึ้น ดังนั้น หากสภาวะในช่องปากเอื้ออำนวยให้องค์ประกอบต่าง ๆ ของการเกิดโรคฟันผุดำเนินต่อไป กล่าวคือ ปัจจัยด้านอนามัยช่องปากที่ไม่ดี ความถี่ในการบริโภคอาหารแป้งและน้ำตาลสูง อัตราการไหลของน้ำลายต่ำ พฤติกรรมที่ชอบบริโภคเครื่องดื่มหรืออาหารที่มีความเป็นกรดสูง ก็ย่อมส่งผลให้เกิดการละลายของแร่ธาตุออกจากเคลือบฟันไปเรื่อย ๆ ปริมาณรูพรุนในเคลือบฟันก็จะมีสัดส่วนมากขึ้น เปิดโอกาสให้กรดซึมผ่านเข้าสู่ชั้นเนื้อฟันที่ลึกเข้าไปซึ่งเป็นบริเวณที่การละลายของแร่ธาตุสามารถเกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว่า ตามมาด้วยการเกิดเป็นโพรงฟันในที่สุด อย่างไรก็ตาม สภาวะความเป็นกรดที่เกิดขึ้นในช่องปากที่อยู่ในแผ่นคราบจุลินทรีย์และในน้ำลายไม่ได้คงอยู่ตลอดไป ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำลายจะมีระบบปรับความเป็นกรด-ด่าง (buffer system) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำลาย คือ ไบคาร์บอเนตและฟอสเฟต ซึ่งจะช่วยสะเทินความเป็นกรดทำให้ภาวะความเป็นกรดในช่องปากถูกเจือจางลง และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดการสะสมแร่ธาตุคืนกลับ (remineralization) ซึ่งจะเกิดขึ้นในฟันผุระยะแรกที่มีการสูญเสียแร่ธาตุออกไป นอกจากนี้ ฟลูออไรด์ที่มีอยู่ในช่องปากก็ยังมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราการเกิดการสะสมแร่ธาตุคืนกลับอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยฟลูออไรด์จะรวมตัวกับแคลเซียมและฟอสเฟตได้เร็วและเสถียรกว่าผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ หากมีการเกิดการสะสมแร่ธาตุคืนอย่างสมบูรณ์ การดำเนินโรคฟันผุก็จะหยุดลง[31]

สำหรับโรคฟันผุทุติยภูมิ Kidd[32] ในปี ค.ศ. 2001 ได้ให้คำนิยามของโรคฟันผุทุติยภูมิไว้ว่าเป็นโรคฟันผุชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นกับฟันที่เคยผุและได้รับการบูรณะไปแล้ว โดยฟันผุดังกล่าวจะเกิดกับส่วนของฟันที่อยู่ติดกับขอบของวัสดุบูรณะแล้วมีการลุกลามไปตามผนังโพรงฟันใต้วัสดุบูรณะ สาเหตุของโรคฟันผุทุติยภูมิส่วนใหญ่เกิดจากการมีรอยรั่วตามขอบวัสดุบูรณะ หรืออาจเกิดจากการกำจัดฟันผุออกไม่หมดแล้วทำการบูรณะฟัน นอกจากนี้ การเกิดโรคฟันผุทุติยภูมิมักสัมพันธ์กับบริเวณที่มีคราบจุลินทรีย์มาสะสมอยู่โดยเฉพาะบริเวณคอฟัน จากการศึกษาของ Mjor และ Toffenetti[33] ในปี ค.ศ. 2000 กล่าวว่าร้อยละ 50 ถึง 60 ของวัสดุบูรณะถูกทำการเปลี่ยนเนื่องจากทันตแพทย์ให้การวินิจฉัยว่าเป็นฟันผุทุติยภูมิ

ภาพรังสีกับการวินิจฉัยโรคฟันผุ

โดยทั่วไปการตรวจฟันผุจะอาศัยทั้งการตรวจทางคลินิกและทางภาพรังสีเป็นหลัก ลักษณะทางคลินิกของโรคฟันผุจะพบได้ตั้งแต่เป็นรอยโรคสีขาวขุ่นจนถึงการผุเป็นโพรงชัดเจน แต่ในบางครั้งการตรวจฟันผุทางคลินิกก็มีข้อจำกัด เช่น การตรวจหาฟันผุด้านประชิด การตรวจฟันผุที่ผิวฟันด้านนอกเป็นปกติแต่มีการผุด้านในผิวฟัน และการตรวจหารอยโรคฟันผุระยะแรก ทำให้มองเห็นฟันผุได้ยากหรือไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้น ภาพรังสีจึงมีความจำเป็นในการช่วยวินิจฉัยรอยโรคฟันผุดังกล่าวได้[34,35] ชนิดของภาพรังสีที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้วินิจฉัยโรคฟันผุ คือ ภาพรังสีด้านประชิด ซึ่งสามารถใช้วินิจฉัยฟันผุด้านประชิดและด้านบดเคี้ยว เนื่องจากภาพรังสีจะเห็นส่วนของตัวฟันทั้งหมดและรากฟันบางส่วน และด้วยเทคนิคการถ่ายที่สามารถวางฟิล์มได้ขนานกับแนวแกนฟันและฟิล์มอยู่ใกล้ชิดกับตัวฟันมากที่สุด ประกอบกับลำรังสีตั้งฉากกับฟิล์ม จึงทำให้ได้ภาพรังสีที่ให้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงและถูกต้องสูง[8] จากรายงานการศึกษาของ de Vriesและคณะ[35] กล่าวว่า ความชุกของโรคฟันผุทั้งในส่วนของเคลือบฟันและ/หรือเนื้อฟันที่ตรวจพบด้วยภาพรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านประชิดมีค่ามากกว่าความชุกของโรคฟันผุที่ตรวจพบทางคลินิกอย่างเดียว นั่นคือ การใช้ภาพรังสีสามารถช่วยวินิจฉัยโรคฟันผุได้มากขึ้น

อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการใช้ภาพรังสีในการตรวจฟันผุก็มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและความลึกของฟันผุ รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ มีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบการวินิจฉัยโรคฟันผุในส่วนของเคลือบฟันและเนื้อฟันด้วยภาพรังสีด้านประชิด[36-38] พบว่า ภาพรังสีด้านประชิดให้ความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคฟันผุในส่วนของเคลือบฟันด้านบดเคี้ยวได้ต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Yang และ Dutra[34] ซึ่งสรุปว่าภาพรังสีด้านประชิดมีความถูกต้องในการใช้ตรวจหาโรคฟันผุด้านบดเคี้ยวในส่วนของเคลือบฟันต่ำกว่าฟันผุที่ลึกถึงในส่วนของเนื้อฟัน Skodje และคณะ[39] ได้ศึกษาความถูกต้องของการวินิจฉัยโรคฟันผุด้วยภาพรังสีด้านประชิด พบว่า ภาพรังสีที่มีความดำมากจะช่วยเพิ่มคุณภาพในการวินิจฉัยโรคฟันผุในส่วนของเคลือบฟัน แต่มีคุณภาพในการนำมาใช้วินิจฉัยโรคฟันผุในส่วนของเนื้อฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีการปรับค่าความดำของภาพรังสีแตกต่างกัน นอกจากนี้ ในการศึกษาของ Bloemendal และคณะ[40] ได้เปรียบเทียบความชุกของโรคฟันผุด้วยภาพรังสีด้านประชิดระหว่างด้านประชิดและด้านบดเคี้ยว พบว่า ภาพรังสีด้านประชิดสามารถตรวจพบโรคฟันผุด้านประชิดได้มากกว่าการตรวจทางคลินิก เนื่องจากด้านประชิดของฟันจะมองเห็นได้ยากจากการตรวจทางคลินิก แต่สำหรับโรคฟันผุด้านบดเคี้ยวที่ผุลึกถึงเนื้อฟันกลับพบว่าภาพรังสีด้านประชิดมีความสามารถในการตรวจพบฟันผุได้เท่าเทียมกับการตรวจทางคลินิก และหากพิจารณาเฉพาะโรคฟันผุของเคลือบฟันบนด้านบดเคี้ยวจะพบว่า การตรวจทางคลินิกสามารถตรวจพบโรคฟันผุได้มากกว่าจากภาพรังสี ทั้งนี้อาจมีเหตุผลเนื่องมาจากบริเวณเคลือบฟันอาจมีวัสดุบูรณะหรือมีการซ้อนทับกันของเคลือบฟันบนด้านบดเคี้ยว ซึ่งส่งผลรบกวนการแปลผลภาพรังสี นอกจากนี้ การศึกษาของ Wenzel[2] พบว่า ภาพรังสีด้านประชิดมีความไวของการตรวจจากการวิจัยในห้องทดลองในกรณีฟันผุด้านประชิดและด้านบดเคี้ยวลึกถึงชั้นเนื้อฟันร้อยละ 50 ถึง 70 และการวินิจฉัยผิดพลาดจากภาพรังสีที่บ่งบอกว่ามีโรคฟันผุ แต่ในความเป็นจริงผู้ป่วยไม่มีฟันผุ (false-positive) อยู่ในช่วงร้อยละ 3 ถึง 30 จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จึงอาจสรุปได้ว่า การวินิจฉัยโรคฟันผุด้วยภาพรังสีด้านประชิดสามารถให้การวินิจฉัยโรคฟันผุในส่วนของเนื้อฟันได้ดีกว่าในส่วนเคลือบฟัน

ในส่วนของการวินิจฉัยโรคฟันผุทุติยภูมิ จะอาศัยการตรวจจากภาพรังสีด้านประชิดเป็นหลัก เนื่องจากฟันผุชนิดนี้มักจะพบอยู่ใต้วัสดุบูรณะด้านประชิด ซึ่งการตรวจทางคลินิกจะกระทำได้ยาก[41] Kidd ในปี ค.ศ. 1996[42] และ ค.ศ. 2001[32] ทำการศึกษาถึงลักษณะทางคลินิกที่อาจเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีโรคฟันผุทุติยภูมิ พบว่า การเกิดร่องฟัน (ditching) และการเปลี่ยนสีรอบ ๆ วัสดุบูรณะอมัลกัมหรือเรซิน คอมโพสิต ไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีโรคฟันผุทุติยภูมิ เนื่องจากการเปลี่ยนสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รอบ ๆ วัสดุบูรณะดังกล่าวอาจเกิดมาจากสีที่เป็นส่วนประกอบของตัววัสดุเอง (เช่น อมัลกัม) หรืออาจเกิดจากบริเวณขอบวัสดุบูรณะเคยมีการสูญเสียแร่ธาตุออกไปแล้วมีคราบสี (stain) จากอาหารเข้ามาแทนที่ส่วนที่มีการสูญเสียแร่ธาตุออกไป ส่วนการเกิดร่องฟันรอบวัสดุบูรณะมักเป็นลักษณะที่พบบนด้านบดเคี้ยว แต่ไม่ได้เป็นที่สะสมของคราบจุลินทรีย์เนื่องจากคราบจุลินทรีย์ที่อยู่ตามร่องฟันด้านบดเคี้ยวดังกล่าวสามารถถูกกำจัดได้ง่ายด้วยการแปรงฟัน อย่างไรก็ตาม สิ่งที่จะบ่งบอกได้ว่ามีโรคฟันผุทุติยภูมิ คือ การเกิดโพรง (cavity) รอบ ๆ วัสดุบูรณะทั้งอมัลกัมและวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ ความทึบรังสีของวัสดุบูรณะคอมโพสิต ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการวินิจฉัยโรคฟันผุทุติยภูมิได้ โดยในการศึกษาของ Imperiano และคณะ[43] ในปี ค.ศ. 2007 ได้ศึกษาความทึบรังสีของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดความหนืดต่ำ 4 ชนิด ได้แก่ เรซิน คอมโพสิตชนิด Flow It (Jeneric/Pentron, Inc, USA) Filtek Flow (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) Natural Flow (DFL Dental Products, Rio de Janeiro, Brazil) และ Protect Liner F (Kuraray Co Ltd, Japan) ซึ่งวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตทั้งสี่ชนิดจะถูกนำมาวางบนฟิล์มชนิดกัดสบ (occlusal film) ความเร็วเอฟพร้อมกับลิ่มสิบขั้นที่ทำจากอะลูมิเนียม (10-step wegde aluminium) แล้วทำการถ่ายภาพรังสี จากนั้นวัดความดำของเรซิน คอมโพสิตทั้งสี่ชนิดจากภาพรังสีด้วยเครื่องเดนซิโตมิเตอร์ (densitometer) เปรียบเทียบกับความทึบแสงที่ได้จากการถ่ายอะลูมิเนียมแล้วคิดเทียบออกมาเป็นความหนาของอะลูมิเนียม พบว่า เรซิน คอมโพสิตชนิด Flow It, Filtek Flow, Natural Flow และ Protect Liner F มีความดำบนฟิล์มเทียบเท่ากับอะลูมิเนียมหนาเฉลี่ย 3.24, 2.25, 1.50 และน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรตามลำดับ หากพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐาน ISO 4049[44] ซึ่งกำหนดไว้ว่าความทึบรังสีของวัสดุบูรณะฟันควรจะเท่ากับหรือมากกว่าความทึบรึงสีของอะลูมิเนียมที่มีความหนาเท่ากับวัสดุบูรณะฟัน จะพบว่า เรซิน คอมโพสิตชนิด Natural Flow และ Protect Liner F ไม่ได้มาตรฐานตามที่ ISO กำหนด นอกจากนี้ หากนำเรซิน คอมโพสิตทั้งสองชนิดดังกล่าวมาบูรณะฟันแล้วนำไปถ่ายภาพรังสีจะปรากฏเห็นวัสดุบูรณะเป็นเงาโปร่งรังสีมากกว่าเคลือบฟันและเนื้อฟัน เนื่องจากเคลือบฟันและเนื้อฟันมีความทึบแสงเฉลี่ยเทียบเท่ากับความหนาของอะลูมิเนียม 2 มิลลิเมตรและ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ[45] ส่งผลทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการแปลผลภาพรังสีคิดว่าเงาโปร่งรังสีดังกล่าวเป็นบริเวณที่ไม่มีวัสดุบูรณะ เกิดรอยรั่วตามขอบวัสดุบูรณะหรือมีฟันผุทุติยภูมิ ทำให้เกิดการวินิจฉัยโรคผิดพลาดตามมาได้ ด้วยเหตุนี้ การบูรณะฟันด้วยเรซิน คอมโพสิตจึงควรใช้เรซิน คอมโพสิตที่มีความทึบรังสีมากกว่าเคลือบฟันและเนื้อฟันเพื่อลดความผิดพลาดในการแปลผลภาพรังสีฟันผุ

ข้อจำกัดของการวินิจฉัยโรคฟันผุจากภาพรังสี คือ การมองเห็นภาพสองมิติ จากโครงสร้างที่เป็นสามมิติ ทำให้เกิดการซ้อนทับกันระหว่างโครงสร้างฟันที่ปกติกับโครงสร้างฟันที่มีพยาธิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพในแนวที่ลำรังสีผ่าน ส่งผลให้โครงสร้างฟันที่มีพยาธิสภาพถูกบดบังได้[1] ภาพรังสีไม่สามารถบอกได้ว่าฟันผุที่ปรากฏในภาพรังสีมีการดำเนินโรคอยู่หรือไม่[34] และภาพรังสียังไม่สามารถบอกลักษณะทางคลินิกได้ว่าฟันผุเป็นโพรงหรือไม่[46] นอกจากนี้ในการถ่ายภาพรังสีด้านประชิดในผู้ป่วยแต่ละรายก็ยังมีความแตกต่างกันออกไป เนื่องจากลักษณะทางกายวิภาคในช่องปากที่แตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละรายก็เป็นอุปสรรคในการวางฟิล์มให้ได้ในตำแหน่งที่เหมาะสม การวางฟิล์มได้ไม่ดีเมื่อถ่ายภาพรังสีออกมา จะทำให้ได้ภาพรังสีที่ไม่มีคุณภาพ ไม่ให้คุณค่าต่อการวินิจฉัยโรค รวมทั้งความแตกต่างของการถ่ายภาพรังสีของผู้ป่วยในแต่ละครั้งกรณีที่มีการติดตามประเมินผลซึ่งฟันผุอาจจะถูกถ่ายด้วยมุมที่แตกต่างกัน ทำให้ภาพรังสีที่ได้มีความแตกต่างกันจนบางครั้งไม่สามารถนำฟิล์มใหม่มาเปรียบเทียบกับฟิล์มเดิมเพื่อดูการดำเนินหรือการถดถอยของโรคฟันผุได้[47]

ในปัจจุบันระบบการถ่ายภาพรังสีได้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการใช้ระบบการถ่ายภาพรังสีดิจิทัลซึ่งมีความสามารถในการปรับแต่งภาพได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจหาโรคต่าง ๆ รวมถึงโรคฟันผุ ด้วยข้อได้เปรียบดังกล่าวจึงมีผู้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของภาพรังสีดิจิทัลและภาพรังสีแบบดั้งเดิมในการตรวจหาโรคฟันผุ โดยในการศึกษาของ Wenzel ในปี ค.ศ. 1999[48]และ ค.ศ. 2000[49]พบว่า ภาพรังสีด้านประชิดระบบดิจิทัลมีความสามารถในการตรวจหาฟันผุที่ผุลึกถึงชั้นเนื้อฟันได้ถูกต้องเทียบเท่ากับภาพรังสีที่ใช้ฟิล์มแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ Wenzel[50] ได้นำเอาเทคนิคการถ่ายภาพที่เรียกว่าดิจิทัลซับแทรกชัน (digital subtraction) มาใช้เพื่อติดตามประเมินผลการดำเนินของโรคฟันผุ โดยนำภาพรังสี 2 ภาพที่ถูกถ่าย ณ เวลาที่แตกต่างกันมาถ่ายภาพรังสีด้วยมุมการถ่ายเดียวกันมาซ้อนทับและเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน แล้วทำการลบภาพที่เหมือนกันออกไปให้คงเหลือไว้ซึ่งบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลง บริเวณที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ (เช่น ฟันผุ) ก็จะแสดงออกมาเป็นระดับเงาที่มีสีดำกว่าพื้นหลังของภาพ พบว่าระดับความเห็นพ้องระหว่างผู้สังเกตการณ์ (inter-observer agreement) ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรังสีด้านประชิด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดตรงที่ภาพของเทคนิคซับแทรกชันยังคงแสดงออกมาเป็นเพียงภาพสองมิติเท่านั้น

โคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมกับการวินิจฉัยโรคฟันผุ

การถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมถูกนำมาใช้งานมากขึ้นในทางทันตกรรม รวมถึงการนำมาใช้ตรวจฟันผุ แต่จากการทบทวนวรรณกรรม ยังไม่พบรายงานการศึกษาถึงการนำเอาภาพรังสีชนิดนี้มาใช้ตรวจฟันผุทุติยภูมิ Nair และคณะ[1] ในปี ค.ศ. 1998 ได้ทำการศึกษาการตรวจฟันผุทุติยภูมิในฟันกรามที่ถูกถอนออกมาด้วยภาพที่ถ่ายด้วยเทคนิคทูนอะเพอเชอร์คอมพิวเตดโทโมแกรม (Tuned aperture computed tomography, TACT™) ซึ่งเป็นเทคนิคการสร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพตัดขวางของฟันจากการถ่ายภาพรังสีในหลาย ๆ มุมโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นภาพออกมาคล้ายคลึงกับภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม ซึ่งพบว่า ภาพรังสีที่ได้จากเทคนิคทูนอะเพอเชอร์คอมพิวเตดโทโมแกรมมีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยฟันผุทุติยภูมิได้ดีกว่าภาพรังสีจากฟิล์มหรือภาพรังสีดิจิทัล

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการนำภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมาใช้ในการวินิจฉัยโรคฟันผุยังมีไม่มากนัก และการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในฟันที่ถูกถอนออกมาแล้ว (*in vitro*) นอกจากนี้ จากผลการศึกษาที่มีรายงานยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนถึงประสิทธิภาพของภาพรังสีชนิดนี้ในการวินิจฉัยฟันผุ ในปี ค.ศ. 2006 Akdeniz และคณะ[3] ได้ศึกษาความถูกต้องของการวัดความลึกของฟันผุด้านประชิดในฟันกรามน้อยและฟันกรามของมนุษย์ที่ถูกถอนออกมาและมีความลึกของโรคฟันผุมากน้อยแตกต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม (limited cone-beam computed tomography, LCBCT) แผ่นรับภาพฟอสฟอร์และฟิล์ม พบว่า ลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมให้ความถูกต้องในการตรวจหาฟันผุด้านประชิดได้ดีใกล้เคียงกับผลทางจุลพยาธิวิทยาซึ่งใช้เป็นมาตรฐาน (gold standard) ในขณะที่แผ่นรับภาพฟอสฟอร์และฟิล์มให้ความถูกต้องในระดับปานกลาง ดังนั้น Akdeniz และคณะ[3] จึงสรุปว่า ลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมเป็นระบบการถ่ายภาพรังสีที่ให้ความถูกต้องและแม่นยำในการตรวจฟันผุด้านประชิด ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Tsuchida และคณะ[4] ในปี ค.ศ. 2007 ที่ทำการประเมินประสิทธิภาพของภาพรังสีลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมเปรียบเทียบกับฟิล์มถ่ายภาพรังสีในช่องปากด้านประชิดในการตรวจฟันผุด้านประชิดระยะเริ่มแรก พบว่าภาพรังสีลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถูกถ่ายจากเครื่องแอกคิวไอโทโมให้ความถูกต้องในการวินิจฉัยฟันผุด้านประชิดระยะเริ่มแรกไม่แตกต่างจากฟิล์มความไวเอฟ (F-speed) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Tsuchida และคณะ จึงให้ข้อสรุปว่า ลิมิตเตดโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมไม่ได้เพิ่มความถูกต้องในการตรวจฟันผุด้านประชิดในระยะเริ่มแรก ต่อมาการศึกษาของ Haiter และคณะ[5] ในปี ค.ศ. 2008 ได้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องในการวินิจฉัยฟันผุด้านประชิดโดยใช้เครื่องโคมบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี 2 ชนิดที่ให้รายละเอียดของภาพรังสีแตกต่างกัน ภาพรังสีดิจิทัล และภาพรังสีจากฟิล์ม พบว่า ภาพที่ได้จากเครื่องนิวทอมทรีจีซึ่งไม่ว่าจะใช้พื้นที่ในการรับภาพ 12 x 12, 9 x 9 หรือ 6 x 6 ตารางนิ้วก็ตาม ความถูกต้องในการตรวจหาฟันผุด้านประชิดจะต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรังสีที่ได้จากเครื่องแอกคิวไอโทโมที่ใช้พื้นที่ในการรับภาพ 4 x 4 ตารางเซนติเมตร ภาพรังสีรอบปลายรากดิจิทัล และภาพรังสีที่ได้จากฟิล์มความไวเอฟ ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีนิวทอมทรีจีมีความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพต่ำกว่าเครื่องแอกคิวไอโทโม อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการตรวจฟันผุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านประชิดจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมจากที่ถ่ายด้วยเครื่องแอกคิวไอโทโมและภาพรังสีที่ได้จากฟิล์มหรือภาพรังสีดิจิทัลกลับพบว่าความถูกต้องของการตรวจฟันผุด้านประชิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะการตรวจฟันผุที่ลึกถึงเนื้อฟันด้านบดเคี้ยว จะพบว่า ภาพรังสีโคมบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถ่ายจากเครื่องแอกคิวไอโทโมให้ความไวในการตรวจฟันผุที่ลึกถึงเนื้อฟันด้านบดเคี้ยวสูงกว่าภาพรังสีในช่องปาก ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ Young และคณะ[6] ในปี ค.ศ. 2009 ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของการตรวจฟันผุจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถ่ายจากเครื่องแอกคิวไอโทโมและภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้เซนเซอร์ในช่องปากชนิดซีซีดี พบว่า ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมให้ความไวในการตรวจสูงกว่าภาพรังสีดิจิทัลในการตรวจฟันผุด้านประชิดที่ผุลึกถึงชั้นเนื้อฟัน จากการศึกษาของ Kayipmaz และคณะ[51] ในปี ค.ศ. 2010 ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุด้านบดเคี้ยวและด้านประชิดของภาพรังสีด้านประชิดแบบดั้งเดิมโดยใช้ฟิล์มความไวอี ภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้แผ่นรับภาพฟอสฟอร์ และภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม โดยใช้ฟันมนุษย์ซึ่งมีทั้งฟันในสภาพดีและฟันผุไม่เป็นโพรงที่ผุลึกถึงชั้นเคลือบฟันและ/หรือเนื้อฟันมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา พบว่า ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุด้านบดเคี้ยวสูงกว่าภาพรังสีด้านประชิดแบบดั้งเดิมและภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้แผ่นรับภาพฟอสฟอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวินิจฉัยฟันผุด้านประชิดกลับพบว่าภาพรังสีทั้งสามชนิดมีความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการศึกษาของ Qu และคณะ[52] ในปี ค.ศ. 2010 ได้ทำการศึกษาความแม่นในการตรวจฟันผุด้านประชิดจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม 5 ชนิดที่ถ่ายจากเครื่องนิวทอมเก้าพัน (พื้นที่ในการรับภาพ 15 x 15 ตารางเซนติเมตร ตัวรับรังสีชนิดอิมเมจอินเทนซิไฟเออร์ซึ่งใช้ร่วมกับอุปกรณ์ถ่ายเทประจุ) เครื่องแอกคิวไอโทโม (พื้นที่ในการรับภาพ 3 x 4 ตารางเซนติเมตร ตัวรับรังสีชนิดอิมเมจอินเทนซิไฟเออร์ซึ่งใช้ร่วมกับอุปกรณ์ถ่ายเทประจุ) เครื่องโกดักเก้าพันทรีดี (Kodak 9000 3D, Carestream Health, Inc., New York, USA) (พื้นที่ในการรับภาพ 5 x 3.7 ตารางเซนติเมตร ตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนล) เครื่องแพลนเมกาโพรแมกทรีดี (พื้นที่ในการรับภาพ 8 x 8 ตารางเซนติเมตร ตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนล) และเครื่องดีซีทีโพร (DCT PRO, Vatech Co. Ltd., Yongin, Korea) (พื้นที่ในการรับภาพ 20 x 19 ตารางเซนติเมตร ตัวรับรังสีชนิดแฟลทพาเนล)โดยใช้ฟันมนุษย์ที่ผุไม่เป็นโพรงที่ผุลึกถึงชั้นเคลือบฟันและ/หรือเนื้อฟันมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา พบว่า ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถ่ายจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีทั้งห้ามีความแม่นในการตรวจฟันผุด้านประชิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยไม่คำนึงถึงชนิดของตับรับรังสีและพื้นที่ในการรับภาพ ในปีเดียวกัน Zhang และคณะ[53] ได้ทำการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปรียบเทียบความแม่นในการตรวจฟันผุด้านประชิดจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม โดยใช้เครื่องแพลนเมกาโพรแมกทรีดีกับเครื่องโกดักเก้าพันทรีดี ภาพรังสีจากฟิล์มความไวอี และภาพรังสีที่ใช้แผ่นรับภาพฟอสฟอร์ โดยใช้ฟันมนุษย์ที่ผุไม่เป็นโพรงแต่ผุลึกถึงชั้นเคลือบฟันและ/หรือเนื้อฟันมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา พบว่า ภาพรังสีทั้งสี่ชนิดมีความแม่นในการวินิจฉัยฟันผุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kayipmaz และคณะ[51] นอกจากนี้ หากเปรียบเทียบเฉพาะภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถ่ายจากเครื่องแพลนเมกาโพรแมกทรีดีกับเครื่องโกดักเก้าพันทรีดี พบว่า ไม่ว่าจะเป็นชนิดตัวรับรังสี ขนาดของพื้นที่ในการรับภาพ ขนาดวอกเซล และความหนาของภาพ (slice thickness) ขนาดใดก็ตาม ความแม่นในการตรวจหาฟันผุด้านประชิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Qu และคณะ[52] ยังมีอีกหนึ่งการศึกษาของ Kamburoglu และคณะ[54] ในปี ค.ศ. 2010 ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการวินิจฉัยโรคฟันผุด้านบดเคี้ยวของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ถ่ายจากเครื่องอิลูมาอัลตร้า (Iluma Ultra, Imtec Imaging, Ardmore, OK) (ขนาดวอกเซล 0.1 , 0.2 และ 0.3 ลูกบาศก์มิลลิเมตร) และภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้ตัวรับภาพชนิดซีซีดี โดยใช้ฟันกรามล่างของมนุษย์ที่อยู่ในสภาพดีและฟันที่มีความลึกของฟันผุหลายระดับ ทั้งตื้นและลึกในชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟัน แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าจะใช้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่มีขนาดวอกเซลใด ๆ ก็ตาม ความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุด้านบดเคี้ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุก ๆ ระดับของฟันผุ ในส่วนของฟันที่อยู่ในสภาพดีและฟันที่ผุบริเวณผิวของชั้นเคลือบฟัน พบว่า ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุได้เทียบเท่ากับภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้ตัวรับภาพชนิดซีซีดี แต่ในทางกลับกัน เมื่อฟันผุลึกถึงด้านในของชั้นเคลือบฟันหรือลึกเข้าไปในชั้นเนื้อฟัน ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีความสามารถในการวินิจฉัยฟันผุได้เหนือกว่าภาพรังสีดิจิทัลที่ใช้ตัวรับภาพชนิดซีซีดี

สำหรับการนำภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมาใช้ตรวจฟันผุทุติยภูมิ ความทึบรังสีของวัสดุบูรณะฟันอาจส่งผลทำให้เกิดภาพของสิ่งแปลกปนและมีผลต่อความถูกต้องในการวินิจฉัยฟันผุทุติยภูมิได้ (รูป 9) ตัวอย่างวัตถุที่ทำให้เกิดภาพของสิ่งแปลกปนในภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรม ได้แก่ อมัลกัม เหล็กจัดฟัน ครอบฟันโลหะ วัสดุอุดรากฟันซิลเวอร์พอยท์ (endodontic silver point) กัตทาเพอร์ชา ฟอยตะกั่วสำหรับกำหนดตำแหน่งฝังรากฟันเทียม แบเรียมซัลเฟตที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีโทโมแกรมเพื่อประเมินตำแหน่งฝังรากฟันเทียม เดือยฟันโลหะ[16,28] สารยึดและผนึก (sealers)[55] และรากฟันเทียม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 9 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมระนาบแบ่งซ้ายขวาแสดงเงาโปร่งรังสีใต้วัสดุบูรณะฟัน (ลูกศรชี้) ซึ่งสงสัยว่าเป็นฟันผุ

Draenert และคณะ[56] ในปี ค.ศ. 2007 ได้ทำการศึกษาภาพของสิ่งแปลกปนที่เกิดจากรากฟันเทียมโดยนำรากฟันเทียมฝังไว้ในกระดูกขากรรไกรบน แล้วนำไปถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีนิวทอมเก้าพันซีบีซีที (NewTom 9000 CBCT, Quantitative Radiology, Verona, Italy) พบภาพของสิ่งแปลกปนของรากฟันเทียมเกิดขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 25 ของภาพรังสีรากฟันเทียมทั้งหมด และร้อยละ 50 ของภาพของสิ่งแปลกปนที่เกิดขึ้นเป็นชนิดบีมฮาร์ดเดนนิง ซึ่งภาพของสิ่งแปลกปนจะพบมากโดยเฉพาะในระนาบแกน นอกจากนี้ การเกิดภาพของสิ่งแปลกปนในภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมที่ปรากฏเป็นแถบสีดำหรือสีขาวบริเวณใกล้ ๆ กับวัสดุบูรณะฟันที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบยังส่งผลกระทบต่อการวินิจฉัยการเกิดมะเร็งกลับเป็นซ้ำ (recurrent cancer) บริเวณศีรษะและคอจนถึงขั้นต้องเปลี่ยนวัสดุบูรณะฟันใหม่เป็นชนิดที่ไม่มีส่วนประกอบของโลหะ จึงจะสามารถตรวจพบมะเร็งกลับเป็นซ้ำได้[57] ในด้านทันตกรรมจัดฟัน การเกิดภาพของสิ่งแปลกปนที่เกิดจากแบร็กเกตจัดฟัน (orthodontic brackets) ลวด (wire) และแถบรัด (band) ยังส่งผลต่อความผิดพลาดในการประเมินความยาวรากฟันในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันอีกด้วย เนื่องจากมีผลต่อการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนของรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction)[58] Hassan และคณะ[23] ในปี ค.ศ. 2009 ได้ศึกษาความถูกต้องในการตรวจหารากฟันแตกหักในแนวดิ่งเปรียบเทียบระหว่างภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมกับภาพรังสีรอบปลายรากฟันโดยใช้แผ่นรับภาพฟอสฟอร์เป็นตัวรับรังสี พบว่า ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมให้ความจำเพาะในการตรวจรากฟันแตกหักในแนวดิ่งน้อยกว่าภาพรังสีดิจิทัลรอบปลายรากฟันโดยเฉพาะในฟันที่ได้รับการอุดคลองรากฟันด้วยกัตทาเพอร์ชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากกัตทาเพอร์ชาที่ทึบรังสีจะส่งผลให้เกิดภาพของสิ่งแปลกปนที่รากฟัน ทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่าเป็นรากฟันแตกหัก ดังนั้นจะเห็นว่าภาพของสิ่งแปลกปนที่เกิดจากวัตถุทึบรังสีในภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมแกรมมีผลต่อประสิทธิภาพของการนำภาพรังสีไปใช้ในงานทันตกรรมด้านต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved