

การเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีในช่องปาก โดยเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากระบบไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสตรงและระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์

นัฏิกา จิตรพินิจ วท.บ. กฤติยาณี วงษ์อุปรี วท.บ.

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

บทคัดย่อ

การถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ป่วย มีความจำเป็นสำหรับวินิจฉัยและรักษาโรคในช่องปาก ควรใช้ปริมาณรังสีน้อยที่สุด แต่เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดความเสี่ยงเป็นมะเร็ง ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก ศึกษาปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ใหญ่และเปรียบเทียบปริมาณรังสีเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากระบบไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสตรง และระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ ศึกษาแบบพรรณนา จากข้อมูลโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม ในจังหวัดพิษณุโลก ตาก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ และสุโขทัย จำนวน 80 เครื่อง ระหว่างพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2564 ใช้เครื่องวัดรังสีชนิดซิลิคอสเตทวัดปริมาณรังสี วิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย, ค่าควอไทล์ที่ 3 และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนผู้ป่วยผู้ใหญ่ มีค่าควอไทล์ที่ 3 ของกลุ่มเท่ากับ 4.0 mGy และเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสตรง เท่ากับ 6.0 และ 2.8 mGy ตามลำดับ ส่วนระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ มีปริมาณรังสีเท่ากับ 6.0 และ 2.7 mGy ตามลำดับ ผลเปรียบเทียบพบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) และเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสตรงปริมาณรังสีลดลงมากที่สุด 53.3% จากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนและระบบคอมพิวเตอร์ปริมาณรังสีลดลงมากที่สุด 55.3 % จากการถ่ายภาพรังสีฟันเขี้ยวบน ผลการศึกษาครั้งนี้ ใช้เป็นข้อมูลเลือกเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสตรงและระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อลดปริมาณรังสีผู้ป่วยได้รับน้อยที่สุด

คำสำคัญ: ปริมาณรังสีผู้ป่วย, เครื่องเอกซเรย์ฟันระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ, ระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์

Comparison of patient entrance doses from intraoral radiography among alternating current (AC) and direct current (DC) dental x-ray machines and film and computed dental radiograph systems

Natika Jitpinit B.S.* Kittiyanee Wongaupree B.S.

Regional Medical Sciences Center 2, Phitsanulok, Department of Medical Sciences,

Abstract

Intraoral dental radiographic examinations are necessary for diagnosis and treatment of oral diseases. The examinations should use the least amount of radiation with maximize benefits to reduce the risk of cancer. To study the radiation doses that the adult patients received from radiography and the patient entrance doses (PED) by comparison from intraoral radiography among alternating current (AC) and direct current (DC) dental x-ray machines and film and computed dental radiograph systems. This retrospective study was carried out by the Regional Medical Sciences Center 2, Phitsanulok, using data from 80 units from hospitals and dental clinics in Phitsanulok, Tak, Petchaboon, Uttaradit, and Sukhothai provinces during May 2019 – June 2021, measured by solid state detector, were analyzed regarding the mean, the third quartile and the variance (ANOVA). For the PED in adult patients from upper molar radiographs, the third quartile of the group was 4.0 mGy. From the electric AC and DC x-ray machines were 6.0 and 2.8 mGy respectively, The film and the computed dental radiography system were 6.0 and 2.7 mGy respectively. The results obtained, there were significant differences (p -value <0.05). The PED from the electric DC x-ray machine had the most decreased amount by 53.3 % from upper molar radiographs and those of computed had the most decreased amount by 55.3 % from upper canines radiographs. The results from this study indicated that the electric DC dental x-ray machine and the computed dental radiography system were the appropriate examination methods to reduce the PED to the least amount.

Keywords: patient entrance doses, AC and DC dental x-ray machines, film and computed dental radiograph systems

บทนำ

เครื่องเอกซเรย์ในช่องปากได้นำมาใช้ถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ป่วย สำหรับวินิจฉัยและรักษาโรคในช่องปากของทันตแพทย์ เพื่อวางแผนการรักษาที่ถูกต้องให้ผู้ป่วย สำหรับอันตรายจากการใช้รังสีทางด้านทันตกรรม หากใช้ปริมาณรังสีมากเกินไปจนกำหนดหรือความจำเป็นทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยและผู้ใช้งาน ผลการศึกษาที่อ้างถึงใน European Guidelines on Radiation in Dental radiology⁽¹⁾ โดยรังสีที่ได้รับมีโอกาสทำให้ DNA ถูกทำลาย มีผลกระทบกับสัดส่วนของโครโมโซม ที่ทำให้เกิดการ mutation ได้ เกิดเนื้องอก หรือเซลล์มะเร็ง อวัยวะที่อาจได้รับผลกระทบคือ ต่อมไทรอยด์และต่อมน้ำลายและต่อมไพโรยด์⁽¹⁾ ดังนั้นรังสีเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ จากผลของรังสีดังกล่าวจึงมีองค์กรสำคัญคือคณะกรรมการการป้องกันอันตรายจากรังสีระหว่างประเทศหรือ ICRP (International Commission on Radiological Protection)⁽²⁾ กำหนดเอกสารสำคัญเกี่ยวกับการป้องกันรังสี เรียกว่า Recommendation of the ICRP ผู้ปฏิบัติงานจึงควรใช้ปริมาณรังสีให้ผู้ป่วยได้รับรังสีน้อยที่สุดแต่เกิดประโยชน์สูงสุดตามหลักการ (As Low As Reasonably Achievable : ALARA) และไม่ใช่ปริมาณรังสีเกินความจำเป็นจึงพบว่าประเทศต่างๆ ให้ความสำคัญและศึกษาวิจัย เรื่องปริมาณรังสีผู้ป่วยจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปาก ในหลายประเทศ โดยวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณรังสี เพื่อเป็นค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของกลุ่ม โดยใช้ค่าควอไทล์ที่ 3 เป็นค่าอ้างอิง และกำหนดเป็นปริมาณรังสีอ้างอิง Diagnostic Reference Levels (DRL) ของกลุ่มพื้นที่, ของประเทศ เพื่อช่วยควบคุมให้ใช้ปริมาณรังสีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือเป็นการ “optimization” โดยหน่วยงานที่สำคัญได้แก่ องค์กรปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency : IAEA)⁽³⁾ , สหภาพยุโรป (European Commission : EC)⁽¹⁾ , National Radiological Protection Board : (NRPB)⁽⁴⁾ เป็นต้น สำหรับประเทศไทยมีข้อมูลปริมาณรังสีอ้างอิงการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟันของประเทศ ประกาศใช้วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 โดยสำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁵⁾ ใช้เป็นปริมาณรังสีอ้างอิงของประเทศเพื่อประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับขณะถ่ายภาพรังสีในช่องปาก

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณรังสีผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากของผู้ใหญ่ ตำแหน่งฟัน 6 ซี่ และเปรียบเทียบปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ในช่องปาก ระบบไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสตรงและระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ ให้ปริมาณรังสีแตกต่างกันหรือไม่ โดยกลุ่มตัวอย่างคือเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากจากโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมในจังหวัดพิษณุโลก, เพชรบูรณ์, ตาก, อุตรดิตถ์และสุโขทัย ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ได้มาตรฐานเรียบร้อยแล้ว และผลการศึกษาใช้เป็นข้อมูลสำหรับเลือกเครื่องเอกซเรย์ฟันและระบบสร้างภาพให้เหมาะสม เพื่อลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ เนื่องจากรายงานการวิจัยของนักวิจัย⁽⁶⁾ ได้ศึกษาปริมาณรังสีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2558 ในเขตสุขภาพที่ 2 พบค่าปริมาณรังสีที่ใช้ถ่ายภาพฟันกรามบนผู้ใหญ่ของกลุ่ม เท่ากับ 5 มิลลิเกรย์สูงกว่าค่าอ้างอิงของ European Guidelines⁽¹⁾ จึงดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากของเครื่องเอกซเรย์ฟันระบบกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) กับระบบไฟฟ้า

กระแสตรง (DC) และการสร้างภาพถ่ายรังสีฟันระบบฟิล์มกับระบบคอมพิวเตอร์ มีผลต่อค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับสูงเกินความจำเป็นหรือไม่และหากเลือกใช้เครื่องเอกซเรย์และระบบสร้างภาพที่เหมาะสมจะช่วยลดปริมาณรังสีได้ร้อยละเท่าไร เพื่อนำข้อมูลค่าปริมาณรังสีที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากให้กับโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมและเฝ้าระวังปริมาณรังสีที่พบค่าปริมาณรังสีสูงกว่าค่าอ้างอิงกลุ่มและสูงกว่าค่าอ้างอิงของยุโรปได้ทราบข้อมูลและดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเทคนิคและองค์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อค่าปริมาณรังสีที่สูงขึ้น เช่น เครื่องเอกซเรย์ไม่มีการควบคุมคุณภาพหรือเครื่องมือสภาพเก่าไม่มีการปรับปรุง, ไม่เข้าใจการตั้งเทคนิคที่เหมาะสมจึงตั้งค่าเทคนิคใช้เวลานานเกินความจำเป็นโดยไม่มีการปรับปรุงเทคนิคปัจจุบันให้ลดลง, ความยาวของกระบอกรังสีสั้น, ฟิล์มที่ใช้มีความไวต่อแสงต่ำ, การประมวลผลภาพเป็นแบบล้างฟิล์มและไม่มีการควบคุมคุณภาพของน้ำยาและมีการใช้น้ำยาซ้ำและยังไม่เปลี่ยนเป็นระบบสร้างภาพคอมพิวเตอร์ดิจิทัลทำให้ปริมาณรังสีลดลงมากกว่า, เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานไม่มีการฝึกอบรมความรู้เรื่องขั้นตอนการปฏิบัติและไม่มีการวัดค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยจึงใช้รังสีเกินความจำเป็น เป็นต้น จึงควรดำเนินการวัดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมปริมาณรังสีไม่ให้มีการใช้ค่าที่สูงเพิ่มขึ้น แต่ควรมีแนวโน้มลดลงและต่ำกว่าค่าอ้างอิงให้ได้มากที่สุดแต่ยังคงรักษาคุณภาพของภาพถ่ายรังสีฟันให้มีคุณภาพสามารถใช้วินิจฉัยโรคได้ถูกต้องเพื่อประชาชนผู้เข้ารับบริการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปากได้อย่างปลอดภัย

วิธีการวิจัยวิธีการศึกษา การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบพรรณนา ศึกษาปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากของผู้ใหญ่ ตำแหน่งฟัน 6 ซี่ และเปรียบเทียบปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากระบบไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสตรง และระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ ให้ปริมาณรังสีแตกต่างกันหรือไม่

ขอบเขตของการวิจัย พื้นที่ศึกษาคือเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม จังหวัดพิษณุโลก, ตาก เพชรบูรณ์, อุตรดิตถ์และสุโขทัย ดำเนินการระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2562 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างคือเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากจากโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานเครื่องเอกซเรย์ได้มาตรฐานเรียบร้อยแล้ว จำนวน 80 เครื่อง เทียบกับข้อมูลเครื่องเอกซเรย์ในช่องปากของเขตสุขภาพที่ 2 ทั้งหมด จำนวน 266 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 30.1 % วิธีคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างคือผู้วิจัยทราบจำนวนประชากรแล้วคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์เป็นร้อยละจำนวนหลักร้อยละ ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25 %⁽⁷⁾

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องวัดและตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ มีหัววัดรังสีชนิดโซลิดสเตทที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว
2. คอมพิวเตอร์และตลับเมตร

วิธีเก็บข้อมูลและการวัด

1. เก็บข้อมูลเครื่องเอกซเรย์ในช่องปาก โรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม โดยบันทึกรายละเอียดของสถานที่ เช่น ชื่อสถานที่, ที่อยู่, ชื่อเครื่องเอกซเรย์, วันที่ตรวจสอบ
 2. เก็บข้อมูลการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากของผู้ป่วยผู้ใหญ่ ตำแหน่งฟัน 6 ซี่ ที่ใช้ในโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม ได้แก่ ฟันหน้าบน, ฟันเขี้ยวบน, ฟันกรามบน, ฟันหน้าล่าง, ฟันเขี้ยวล่าง, ฟันกรามล่างและบันทึกค่าเทคนิคที่ใช้ถ่ายภาพรังสี คือค่ากิโลโวลต์ (kVp), กระแสหลอด (mA) และเวลา (sec) และระยะจากจุดโฟกัสของหลอดถึงปลายโคน, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายโคน
 3. วัดปริมาณรังสีผู้ป่วยจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปากของผู้ใหญ่ ตำแหน่งฟัน 6 ซี่ ตามลำดับ โดยใช้เครื่องวัดรังสี ชนิดโซลิดสเตท โดยมีวิธีการวัดดังนี้
 - เตรียมเครื่องมือวัดรังสี ให้พร้อมใช้งาน
 - วางหัววัดรังสี บริเวณปลายกระบอกลำรังสี จัดให้อยู่ในแนวระดับวัดปริมาณรังสี ที่ถูกดูดกลืนในอากาศ (Free in Air) ที่ปลายโคนเป็นตำแหน่งที่รังสีเข้าสู่ผู้ป่วย โดยไม่ต้องมีผู้ป่วย
 - ตั้งค่าเทคนิค (kVp, mA) ของผู้ป่วยผู้ใหญ่สำหรับถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปากตามเทคนิคที่ใช้งานประจำ กรณีเครื่องมือมีปุ่มสัญลักษณ์ ให้เลือกกดตั้งค่าตามตำแหน่งฟันที่ต้องการและถ่ายเอกซเรย์ลงที่หัววัด โดยวัดปริมาณรังสีที่ใช้ถ่ายฟันผู้ใหญ่⁽¹⁾ ให้ครบตำแหน่งฟัน 6 ซี่
 - บันทึกค่าปริมาณรังสีจากเครื่องวัดรังสี โดยให้เครื่องวัดค่าในหน่วยเป็น มิลลิเกรย์
 4. นำข้อมูลปริมาณรังสีผู้ป่วย (patient entrance dose: PED) จากเครื่องวัดรังสี เป็นค่าปริมาณรังสีผู้ป่วยที่ไม่รวมค่าปริมาณรังสีสะท้อน (back scatter factor) วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าทางสถิติ
- การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการนำข้อมูลจากการวัดปริมาณรังสีที่ใช้ถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟัน ครบตำแหน่งฟัน 6 ซี่ จากเครื่องมือวัดรังสี นำข้อมูลวิเคราะห์หาค่าทางสถิติดังนี้
1. วัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางจากค่าเฉลี่ย (mean), วัดค่าที่แสดงตำแหน่งของข้อมูลจากค่าควอไทล์ที่ 3 (third quartile), วัดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation :SD)
 2. การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ) เพื่อเปรียบเทียบวิเคราะห์ปริมาณรังสีต่อไปได้ โดยเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับกระแสตรง (DC) และการสร้างภาพระบบฟิล์มกับระบบคอมพิวเตอร์

ผล

ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปาก สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ ในโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมในจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมิถุนายน 2564 จำนวน 80 เครื่อง พบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ patient entrance dose (PED) ฟันหน้าบน ฟันเขี้ยวบน ฟันกรามบน ฟันหน้าล่าง ฟันเขี้ยวล่างและฟันกรามล่าง มีค่าควอไทล์ที่ 3 ของกลุ่มหรือค่าอ้างอิง เท่ากับ 2.4, 3.1, 4.0, 2.0, 2.6 และ 3.3 มิลลิเกรย์ ตามลำดับ พบค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของกลุ่มสูงกว่าค่าอ้างอิงของประเทศ โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁵⁾ จำนวน 4 ชนิด คือ ฟันหน้าบน ฟันหน้าล่าง ฟันเขี้ยวล่าง และฟันกรามล่าง และพบค่าปริมาณรังสีของฟันกรามบน (maxillary molar) ของผู้ใหญ่เท่ากับ 4.0 มิลลิเกรย์ไม่สูงเกินค่าอ้างอิงของประเทศและค่าอ้างอิงของ European Guidelines ที่กำหนดไว้ คือ 4 มิลลิเกรย์ รายละเอียดดังตารางที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับของเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับกระแสตรง (DC) และระบบฟิล์มกับ คอมพิวเตอร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) พบปริมาณรังสีของระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) มีค่าน้อยกว่าและปริมาณรังสีลดลงมากที่สุดจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบน คือ ร้อยละ 53.3 (ดังตารางที่ 2 ภาพที่ 1) และปริมาณรังสีของระบบสร้างภาพแบบคอมพิวเตอร์มีค่าน้อยกว่าและปริมาณรังสีลดลงมากที่สุดจากการถ่ายภาพฟันเขี้ยวบน คือ ร้อยละ 55.3 (ดังตารางที่ 3 ภาพที่ 2) และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนเครื่องที่ค่าปริมาณรังสีสูงกว่าค่าอ้างอิงของประเทศและค่าอ้างอิงของ European guidelines จากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ใหญ่ของเครื่องเอกซเรย์ฟันระบบไฟ AC กับ DC และระบบฟิล์มกับ คอมพิวเตอร์ (จำนวนระบบละ 40 เครื่อง) พบจำนวนเครื่องเอกซเรย์ที่ปริมาณรังสีเกินค่าอ้างอิงของประเทศมากที่สุดคือเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จำนวน 20 เครื่อง (ร้อยละ 95.2) และระบบฟิล์ม จำนวน 20 เครื่อง (ร้อยละ 87.0) และเครื่องระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบคอมพิวเตอร์ พบมากที่สุด 3 เครื่อง (ร้อยละ 13.6) (ดังตารางที่ 4 ภาพที่ 3) และเมื่อดูการกระจายของปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสี ฟันกรามบนผู้ใหญ่จากเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ AC กับกระแสตรง DC และระบบฟิล์มกับ ระบบคอมพิวเตอร์ ดังกราฟฮิสโตแกรม (ภาพที่ 4) พบกราฟมีการกระจายแบบเบ้ขวามีค่าบวก (Positively Skewed) ค่าความเบ้ (Skewness: S_k) มากกว่า 1 ทุกชนิดการถ่ายภาพรังสีฟัน

ตารางที่ 1 ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยฟันในช่องปากของผู้ป่วยผู้ใหญ่
ในจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก จำนวน 80 เครื่อง

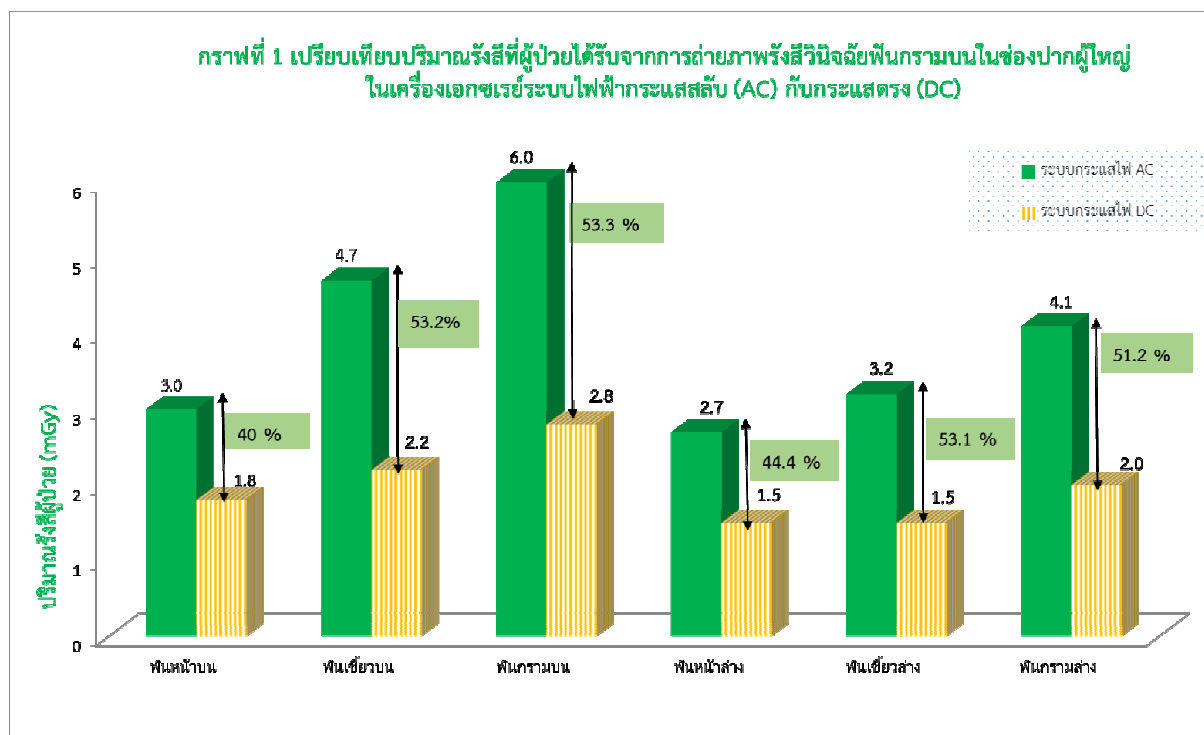
ภาพรังสีวินิจฉัยฟัน ในช่องปาก (Intraoral dental radiography)	ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วย Patient Entrance Dose : PED (มิลลิเกรย์)					
	Min	Max	Mean	Third quartile* (ค่าอ้างอิง กลุ่ม)	ค่าอ้างอิง ประเทศ*	ค่าอ้างอิง* (European guidelines)
ฟันหน้าบน	0.2	4.1	1.9±0.9	2.4	2.3	
ฟันเขี้ยวบน	0.7	6.5	2.5±1.5	3.1	3.1	
ฟันกรามบน	0.6	8.0	3.2±1.9	4.0	4.0	4.0
ฟันหน้าล่าง	0.2	3.4	1.5±0.8	2.0	1.9	
ฟันเขี้ยวล่าง	0.3	4.1	1.8±1.0	2.6	2.4	
ฟันกรามล่าง	0.3	12.0	2.5±1.7	3.3	3.1	

หมายเหตุ : Third quartile คือ ค่าควอไทล์ที่ 3 (ค่าอ้างอิง) แสดงตำแหน่งของจำนวนข้อมูลร้อยละ 75 ของข้อมูลทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า, *ค่าอ้างอิงของประเทศ คือค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของประเทศไทย โดยสำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขของกลุ่มทั้งประเทศ (ประกาศใช้ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561), *ค่าอ้างอิง (European guidelines) คือค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของยุโรป โดยอ้างอิงปริมาณรังสีของการถ่ายภาพฟันกรามบนผู้ใหญ่ที่วัดได้ทีปลายโคนของหลอดเอกซเรย์ คือ 4 มิลลิเกรย์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากของผู้ป่วยผู้ใหญ่
จากเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับ กระแสตรง (DC) (จำนวน 40 เครื่องต่อระบบ)

ภาพรังสีวินิจฉัย ฟันในช่องปาก (Intraoral dental radiography)	ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ Patient Entrance Dose :PED (มิลลิเกรย์)						ปริมาณ รังสี ลดลง (%)	p-value*
	AC (Alternating Current)			DC (Direct Current)				
	Min	Max	Third quartile	Min	Max	Third quartile		
ฟันหน้าบน	0.8	4.1	3.0	0.2	3.9	1.8	40.0	p -value<0.001
ฟันเขี้ยวบน	1.3	6.5	4.7	0.7	4.7	2.2	53.2	p -value<0.001
ฟันกรามบน	1.6	8.0	6.0	0.6	7.0	2.8	53.3	p -value<0.001
ฟันหน้าล่าง	0.6	3.4	2.7	0.2	2.8	1.5	44.4	p -value<0.001
ฟันเขี้ยวล่าง	0.9	4.1	3.2	0.3	3.2	1.5	53.1	p -value<0.001
ฟันกรามล่าง	1.1	6.7	4.1	0.3	12.0	2.0	51.2	p -value<0.001

* ใช้ ANOVA (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

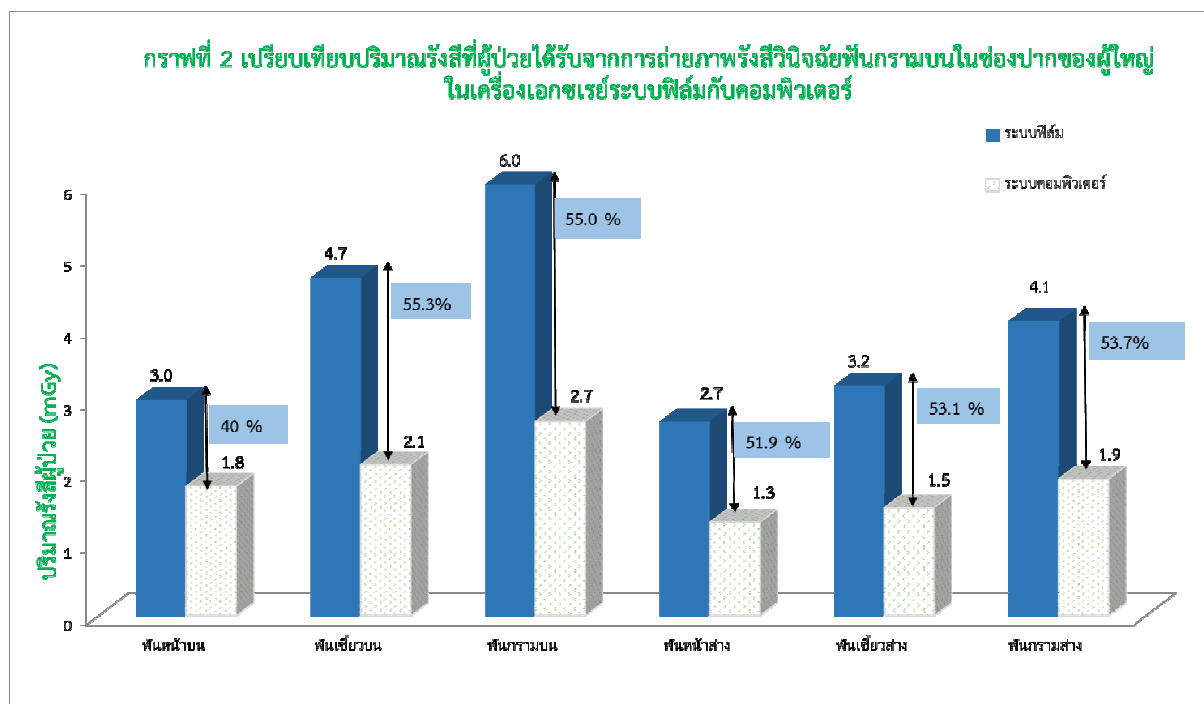


ภาพที่ 1 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีผู้ป่วยจากการถ่ายภาพรังสีในช่องปากของฟันกรามบน ผู้ใหญ่ จากเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับ กระแสตรง (DC) (จำนวน 40 เครื่องต่อระบบ)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีในช่องปากของผู้ป่วยผู้ใหญ่ จากเครื่องเอกซเรย์ระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ (จำนวน 40 เครื่องต่อระบบ)

ภาพรังสีวินิจฉัยฟัน ในช่องปาก (Intraoral dental radiography)	ปริมาณรังสีผู้ป่วย Patient Entrance Dose :PED (มิลลิเกรย์)						ปริมาณ รังสีลดลง (%)	p-value*
	ฟิล์ม			คอมพิวเตอร์				
	Min	Max	Third quartile	Min	Max	Third quartile		
ฟันหน้าบน	1.0	4.1	3.0	0.2	3.9	1.8	40.0	p-value<0.001
ฟันเขี้ยวบน	1.2	6.5	4.7	0.7	4.7	2.1	55.3	p -value<0.001
ฟันกรามบน	1.5	8.0	6.0	0.6	7.0	2.7	55.0	p -value<0.001
ฟันหน้าล่าง	0.8	3.4	2.7	0.2	2.8	1.3	51.9	p -value<0.001
ฟันเขี้ยวล่าง	0.9	4.1	3.2	0.3	3.2	1.5	53.1	p -value<0.001
ฟันกรามล่าง	1.1	6.7	4.1	0.3	12.0	1.9	53.7	p -value<0.001

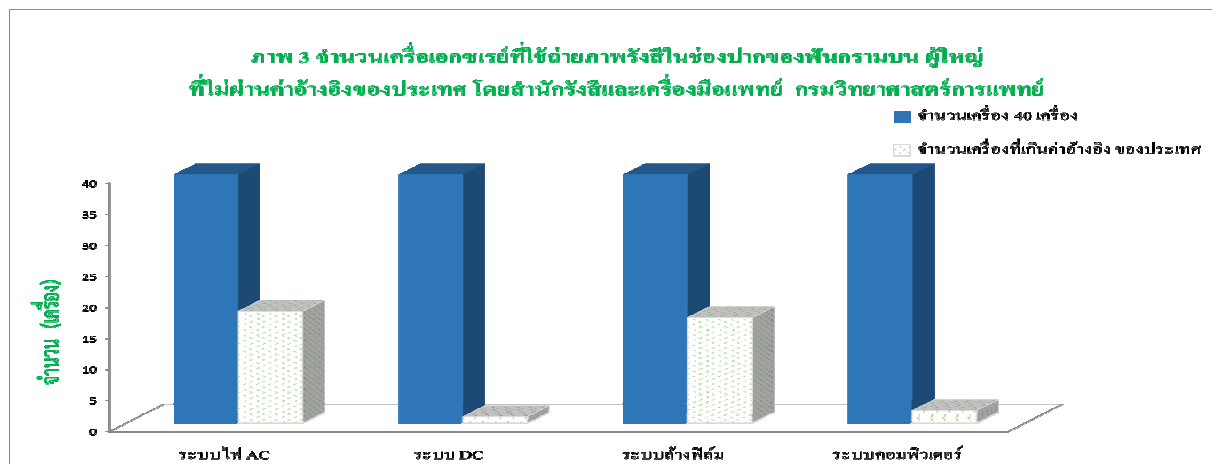
* ใช้ ANOVA (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)



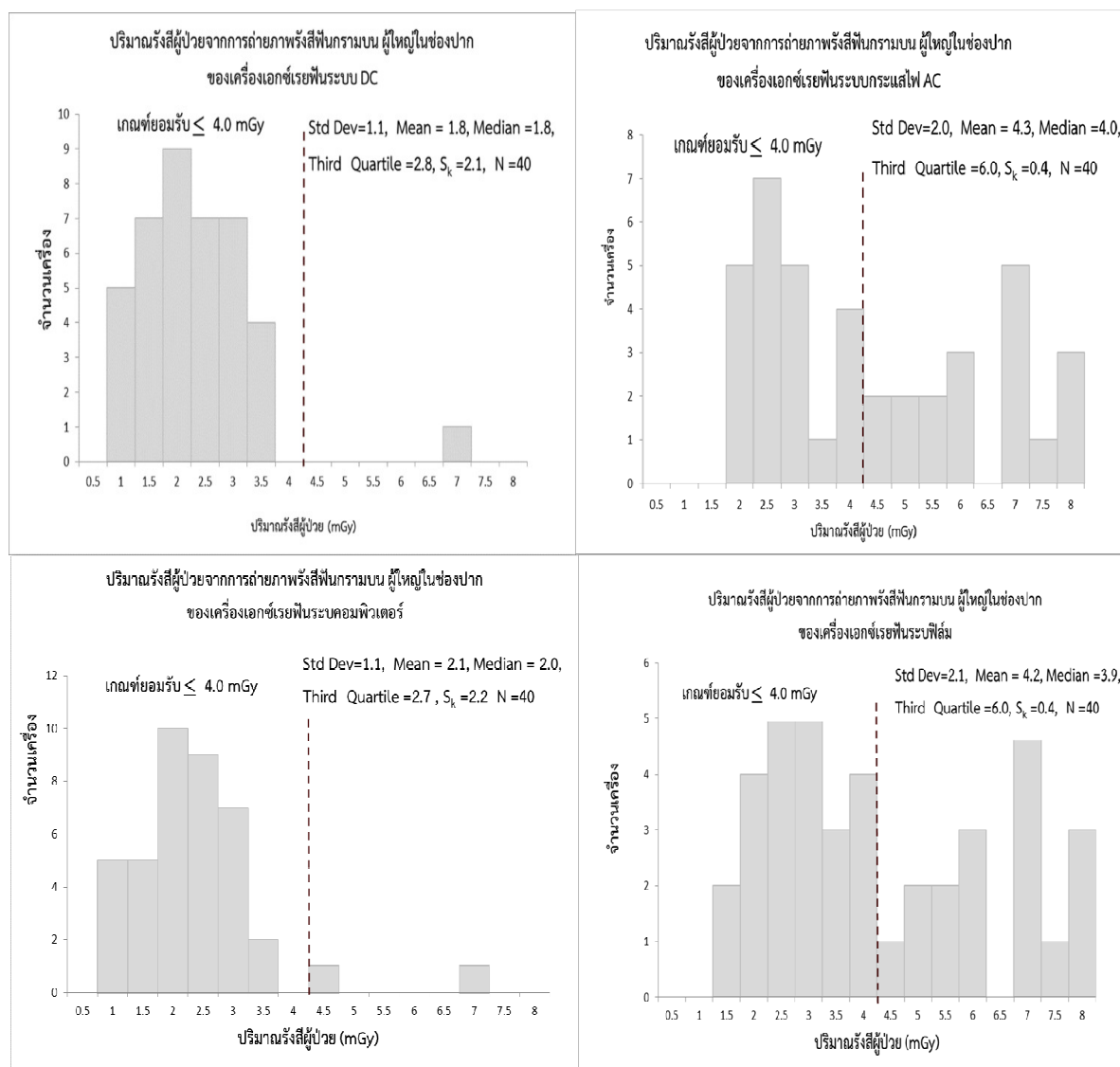
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีผู้ป่วยจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนในช่องปากของผู้ใหญ่จากเครื่องเอกซเรย์ระบบฟิล์ม กับ คอมพิวเตอร์ (จำนวน 40 เครื่องต่อระบบ)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนเครื่องเอกซเรย์ฟันที่ใช้ถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ใหญ่ที่ไม่ผ่านค่าอ้างอิงจากเครื่องเอกซเรย์ฟันระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับ กระแสตรง (DC) และระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ (จำนวนระบบละ 40 เครื่อง)

ภาพรังสี วินิจฉัยฟัน ในช่องปาก (Intraoral dental radiography)	จำนวน เครื่อง เกินค่าอ้างอิง ประเทศ (ร้อยละ)	จำนวน เครื่อง เกินค่าอ้างอิง (European guidelines) (ร้อยละ)	เปรียบเทียบจำนวน (เครื่อง) เกินค่าอ้างอิงของประเทศ ของระบบไฟฟ้าและระบบประมวลภาพ			
			ระบบไฟฟ้าเครื่องเอกซเรย์ (ร้อยละ)		ระบบประมวลภาพ (ร้อยละ)	
			AC (Alternating current)	DC (Direct Current)	ฟิล์ม	คอมพิวเตอร์
ฟันหน้าบน	22 (27.5)	-	19 (86.4)	3 (13.6)	19 (86.4)	3 (13.6)
ฟันเขี้ยวบน	20 (25.0)	-	19 (95.0)	1 (5.0)	18 (90.0)	2 (10.0)
ฟันกรามบน	19 (23.8)	19 (23.8)	18 (94.7)	1 (5.3)	17 (89.5)	2 (10.5)
ฟันหน้าล่าง	23 (28.8)	-	20 (87.0)	3 (13.0)	20 (87.0)	3 (13.0)
ฟันเขี้ยวล่าง	21 (26.3)	-	20 (95.2)	1 (4.8)	19 (90.5)	2 (9.5)
ฟันกรามล่าง	21 (26.3)	-	20 (95.2)	1 (4.8)	19 (90.5)	2 (9.5)



ภาพที่ 3 จำนวนเครื่องเอกซเรย์ฟันที่ใช้ถ่ายภาพรังสีในช่องปากของฟันกรามบนผู้ใหญ่
จากเครื่องเอกซเรย์ ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)กับกระแส (DC) และ
ระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์ (จำนวนระบบละ 40 เครื่อง)



ภาพที่ 4 แสดงการกระจายของปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนผู้ใหญ่ในช่องปาก
จากเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับ กระแสตรง (DC)
และระบบฟิล์มกับคอมพิวเตอร์

วิจารณ์

การศึกษาปริมาณรังสีในครั้งนี้เป็นการวัดปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากผู้ใหญ่ ของโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรม ในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก จำนวน 80 เครื่อง ตำแหน่งฟัน 6 ซี่ ตั้งเทคนิคที่ใช้งานประจำ และเลือกกดตั้งค่าตามชนิดฟัน พบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ patient entrance dose (PED) ฟันหน้าบน ฟันเขี้ยวบน ฟันกรามบน ฟันหน้าล่าง ฟันเขี้ยวล่างและฟันกรามล่าง มีค่าควอไทล์ที่ 3 ของกลุ่มหรือค่าอ้างอิงของกลุ่มเท่ากับ 2.4, 3.1, 4.0, 2.0, 2.6

และ 3.3 มิลลิเกรย์ ตามลำดับ พบค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของกลุ่มสูงกว่าค่าอ้างอิงของประเทศ โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁵⁾ จำนวน 4 ชนิด คือฟันหน้าบน ฟันหน้าล่าง ฟันเขี้ยวล่าง และฟันกรามล่าง และพบค่าปริมาณรังสีของฟันกรามบน (maxillary molar) ของผู้ใหญ่เท่ากับ 4.0 มิลลิเกรย์ไม่สูงเกินค่าอ้างอิงของประเทศและค่าอ้างอิงของ European Guidelines ที่กำหนดไว้ คือ 4 มิลลิเกรย์^(1,5) และต่ำกว่าค่าปริมาณรังสีของงานวิจัยของนัฏิกา⁽⁶⁾ ในเขตพื้นที่สุขภาพที่ 2 ปี พ.ศ. 2556-พ.ศ.2558 พบปริมาณรังสีฟันกรามบนผู้ใหญ่ คือ 5 มิลลิเกรย์ และสูงกว่างานวิจัยของหน่วยงานอื่นๆ ทั้งหมดเช่น งานวิจัยของศิริวรรณ จุติขยงและคณะของประเทศไทย⁽⁸⁾ ในพื้นที่จังหวัดตรัง กระบี่ พังงา และภูเก็ตที่วัดค่าปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนของผู้ใหญ่ปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 3.6 มิลลิเกรย์ และงานวิจัยของประเทศญี่ปุ่น⁽⁹⁾ และประเทศอินเดีย⁽¹⁰⁾ ที่มีค่าปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนเท่ากับ 2.0 มิลลิเกรย์ ทั้งสองประเทศ โดยฟันกรามล่าง (mandibular molar) ของผู้ใหญ่พบค่าของกลุ่มเท่ากับ 3.3 มิลลิเกรย์ สูงกว่าหน่วยงานอื่นๆ เช่นเดียวกันและสูงกว่างานวิจัยของประเทศเกาหลี⁽¹¹⁾, สหราชอาณาจักร⁽¹²⁾ และประเทศญี่ปุ่น⁽⁹⁾ ที่วัดค่าปริมาณรังสีอ้างอิงเท่ากับ 3.07 มิลลิเกรย์, 1.7 มิลลิเกรย์และ 1.5 มิลลิเกรย์ ตามลำดับ ทำให้ทราบข้อมูลว่าปริมาณรังสีที่ให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าปริมาณรังสีอ้างอิงลดลงเมื่อเทียบกับงานวิจัยของนัฏิกาในเขตสุขภาพที่ 2 ปี พ.ศ. 2556-พ.ศ.2558 แต่ยังสูงกว่าค่าอ้างอิงของประเทศอื่นๆ ของ ทั้ง 6 ชนิดฟัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ตามระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าสลับ สร้างรูปคลื่นไซน์และรังสีเอกซ์ถูกสร้างขึ้นเฉพาะช่วงบวกของรูปคลื่นไซน์ ซึ่งไม่สม่ำเสมอ จึงต้องใช้เวลานานในการสร้างภาพส่วนเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าตรง ทำให้เป็นแหล่งจ่ายไฟที่สม่ำเสมอ ทำให้ผลิตรังสีเอกซ์ที่สม่ำเสมอตลอดเวลา จึงใช้เวลาไม่นานในการสร้างภาพรังสี พบเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ปริมาณรังสีลดลงถึงร้อยละ 53.3 และการสร้างภาพระบบคอมพิวเตอร์ ปริมาณรังสีลดลงถึงร้อยละ 55.3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประเทศอื่นๆ เช่น ประเทศสเปน⁽¹³⁾ ปริมาณรังสีอ้างอิงของฟันกรามบนลดลงถึง ร้อยละ 60 เมื่อเป็นระบบคอมพิวเตอร์ และของสหราชอาณาจักร⁽¹²⁾ ปริมาณรังสีอ้างอิงของฟันกรามล่างของ C film เท่ากับ 2.8 มิลลิเกรย์ แต่ระบบ Digital computer เท่ากับ 1.15 มิลลิเกรย์ ซึ่งน้อยกว่าและลดลงถึงร้อยละ 58.9 และประเทศอินเดีย⁽¹⁰⁾ ปริมาณรังสีอ้างอิงฟันหน้าล่างของ film เท่ากับ 1.6 มิลลิเกรย์ แต่ระบบ Digital computer เท่ากับ 0.7 มิลลิเกรย์ ซึ่งน้อยกว่าและลดลงถึงร้อยละ 56.3 เนื่องจากระบบดิจิทัลจะมีแผ่นรับภาพที่ทำด้วยวัสดุที่มีความไวสูงกว่าระบบฟิล์มทำให้ลดเทคนิคและปริมาณรังสีที่ใช้ และเมื่อเปรียบเทียบเครื่องเอกซเรย์ที่ปริมาณรังสีเกินค่าอ้างอิงของประเทศมากที่สุดคือเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จำนวน 20 เครื่อง (ร้อยละ 95.2) จากการถ่ายภาพรังสีฟันเขี้ยวล่างและฟันกรามล่าง และระบบฟิล์ม จำนวน 20 เครื่อง (ร้อยละ 87.0) จากการถ่ายภาพรังสีฟันหน้าล่าง ส่วนเครื่องระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบคอมพิวเตอร์ พบมากที่สุดเพียง 3 เครื่อง (ร้อยละ 13.6) จากการถ่ายภาพรังสีฟันหน้าบน และเมื่อดูกราฟการกระจายของปริมาณรังสีฟันจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามบนผู้ใหญ่ พบกราฟมีการกระจายแบบเบ้ขวาทุก

ระบบ แต่พบว่ากราฟของระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบคอมพิวเตอร์ จำนวนกลุ่มเครื่องส่วนใหญ่ มีค่าปริมาณรังสีน้อยและเข้าใกล้แกน Y มากกว่ากราฟของเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และระบบฟิล์มซึ่งจำนวนเครื่องส่วนใหญ่มีค่าปริมาณรังสีสูงกว่าและห่างจากแกน Y มากกว่าและเกินค่าอ้างอิงของกลุ่มจำนวนมาก เนื่องจากเครื่องระบบกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) และระบบฟิล์ม ให้ปริมาณรังสีสูงกว่าระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบคอมพิวเตอร์ การศึกษาในครั้งนี้ให้ข้อมูลสำคัญที่สามารถสรุปถึงปัจจัยและองค์ประกอบของระบบกระแสไฟฟ้าของเครื่องเอกซเรย์ฟันและระบบสร้างภาพที่มีผลต่อปริมาณรังสีสูง และมีหน่วยงานต่างๆ เช่น (European Commission : EC)⁽¹⁾ (Food and Drug Administration : FDA)⁽¹⁴⁾, (National Radiological Protection Board : NRPB)⁽⁴⁾ ได้ให้คำแนะนำสำหรับการกำหนดภาพถ่ายรังสีฟันควบคู่กับการประกันคุณภาพของภาพถ่ายรังสีวินิจฉัยฟัน เช่น การควบคุมขั้นตอนการทำงาน, การควบคุมปริมาณรังสีผู้ป่วยและคุณภาพเครื่องเอกซเรย์, การฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงาน, การควบคุมคุณภาพเครื่องถ่ายภาพฟิล์มหรือเครื่องสร้างภาพ เป็นต้น และควรดำเนินการตรวจวัดค่าปริมาณรังสีของผู้ป่วยเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีอ้างอิงอย่างสม่ำเสมอ การประเมินควรดำเนินการอย่างน้อยทุก 3 ปี⁽¹⁾ เพื่อให้โรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมได้นำข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ไปใช้เป็นข้อมูลวางแผนในการเลือกใช้เครื่องเอกซเรย์และระบบสร้างภาพที่ช่วยลดปริมาณรังสีในการพัฒนาคุณภาพงานบริการผู้ป่วยได้รับรังสีน้อยที่สุดและไม่เกินค่าอ้างอิงกำหนดไว้

สรุป

ผลการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ฟันวินิจฉัยฟันในช่องปากพบปริมาณรังสีผู้ป่วยจากเครื่องเอกซเรย์ฟันระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) สูงกว่าระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และการสร้างภาพระบบฟิล์มสูงกว่าระบบ คอมพิวเตอร์ ผลการเปรียบเทียบพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าเครื่องเอกซเรย์ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ปริมาณรังสีลดลง 53.3% และระบบสร้างภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีปริมาณรังสีลดลง 55.3 % ผลการศึกษานี้ ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเลือกเครื่องเอกซเรย์ฟันระบบไฟฟ้ากระแสตรง(DC) ซึ่งให้แหล่งจ่ายไฟที่สม่ำเสมอ ทำให้ผลิตรังสีเอกซ์ที่สม่ำเสมอตลอดเวลา จึงใช้เวลาไม่นานในการสร้างภาพรังสีและระบบสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากระบบดิจิทัลจะมีแผ่นรับภาพที่ทำด้วยวัสดุที่มีความไวสูงกว่า ทำให้ใช้ปริมาณรังสีน้อยกว่า เพื่อลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับให้น้อยที่สุด จึงควรหาแนวทางปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเอกซเรย์และระบบประมวลผลภาพที่ใช้งาน ควรตระหนักถึงความสำคัญต่อความปลอดภัยจากรังสีของผู้ป่วย เพื่อเฝ้าระวังปริมาณรังสีและดำเนินการตรวจสอบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปริมาณรังสีสูง และปรับปรุงเทคนิคปัจจุบันให้เหมาะสม เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีอ้างอิงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมไม่ให้มีการใช้รังสีกับผู้ป่วยมากเกินไปและพัฒนาไปสู่การใช้ปริมาณรังสีที่น้อยลงได้

ข้อเสนอแนะ

โรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมผู้มิได้ครอบครองหรือใช้เครื่องควมระหนักถึงความสำคัญในการปรับปรุงแก้ไข กรณีพบค่าปริมาณรังสีที่ให้ผู้ป่วยได้รับสูงเกินค่าอ้างอิง และควรมีนโยบายในภาพรวมของประเทศในการบูรณาการร่วมกันของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังการได้รับปริมาณรังสีของประชาชนและแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนเพื่อควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ให้ค่าปริมาณรังสีผู้ป่วยไม่สูงเกินค่าอ้างอิงของประเทศกำหนด เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาล, ทันตแพทย์, เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยและขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลกที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยด้านรังสีในครั้งนี้และขอขอบคุณคุณสุมาลี ฤทธิ์อุดม เจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiology in dental practice. Issue NO 136. Belgium: European Commission; 2004.
2. ICRP. International Commission on Radiological Protection. Diagnostic reference levels in medical imaging. review and additional advice. A web module produced by Committee 3 of the ICRP [online]. 2002 [cited 2021 Jan 24]; [14 screen]. Available from: URL: http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf.
3. IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources. IAEA safety series No.115. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1996.
4. NRPB. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of X-Ray equipment. NRPB, Department of Health, Chilton, [online]. 2001 [cited 2021 Jan 25]; [58 screen]: Available from: URL: http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/337178/misc_pub_dentalguidancenotes.pdf
5. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องปริมาณรังสีอ้างอิงในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟัน 2561 [อินเทอร์เน็ต] 2561 [เข้าถึงเมื่อ 2 มกราคม 2564]; เข้าถึงได้จาก : [https:// www.dmscsmartlifeblog.com>userfiles>files](https://www.dmscsmartlifeblog.com/userfiles/files).
6. นัฐิกา จิตรพนิจ. ปริมาณรังสีผู้ป่วยจากการถ่ายภาพรังสีฟันในช่องปากในเขตสุขภาพที่ 2. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร 2 พิษณุโลก 2559; 4 (2): 9-21.

7. มารยาท โยทอง และผศ. ปราณี สวัสดิ์สรรพ. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. ศูนย์บริการวิชาการสถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม [อินเทอร์เน็ต]. 2551 [เข้าถึงเมื่อ 30 ส.ค. 2564]; เข้าถึงได้จาก: <http://www.fsh.mi.th/km/wp-content/uploads/2014/04/resch.pdf>
8. ศิริวรรณ จูเลียง, สุขาวลี เชื้อมหวาน, จีราภรณ์ สงขาว, ศิริขวัญ ยัวเหียง. ค่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟันชนิดถ่ายภาพในช่องปากในพื้นที่จังหวัดตรัง พัทลุง และสตูล. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2564; 63(2) :423-432.
9. Japan Network for Research and Information on Medical Exposures. National Diagnostic Reference Levels in Japan 2020; [online]. 2020 [cited 2021 June 28]; Available from: URL: http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRL2020_Engver.pdf
10. Jose A, Kumar AS, Govindarajan KN, Manimran P, Assessment of adult diagnostic reference levels in intraoral radiography in Tamil Nadu Region, India. [online]. 2020: [cited 2021 June 25]; Available from: URL: https://C:/Users/DMSC002/Downloads/rpd_ncaa069.pdf
11. Kim EK, Han WJ, Choi JW, Jung YH, Yoo SJ, Lee JS. Diagnostic reference levels in intraoral dental radiography in Korea. Imaging Sci Dent 2012; 42 (4):237-42
12. Hart D, Hillier MC, Shrimpton PC. Dose to patients from radiographic and fluoroscopic X-ray imaging procedures in UK-2010 review, HPA-CECA – 234. [online]. 2012 [cited 2021 June 28]; Available from: URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/342780/HPA-CRCE-034_Doses_to_patients_from_radiographic_and_fluoroscopic_x_ray_imaging_procedures_2010.pdf
13. Heras R, Domingo E, Reference Doses for Dental Radiography. Assessorial y Control en Protection Radiological, [online]. 2012: [cited 2021 June 2]; Available from: URL: <https://www.irpa.net/members/P07.99.pdf>.
14. Food and Drug Administration. Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. [online]. 2012 [cited 2021 Jan 2]; [27 screen]: Available from: http://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/Dental_Radiographic_Examinations_2012.ashx