

นิพนธ์ต้นฉบับ

การศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องในการวินิจฉัยฟันแท้ผู้ด้วยภาพถ่าย สมาร์ตโฟนกับการตรวจด้วยสายตาในนักเรียนชั้นประถมศึกษา

กษมน สัจจงพงษ์* เขมกร วงศ์กาฬสินธุ์* ปฎิมาพร พึ่งชาญชัยกุล**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของการวินิจฉัยฟันแท้ผู้จากภาพถ่ายจากกล้องของสมาร์ตโฟนกับการตรวจช่องปากด้วยสายตา ใช้ระบบประเมินและตรวจฟันผุแบบสากล (International Caries Detection and Assessment System: ICDAS) ศึกษาในกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีอายุ 6 ถึง 12 ปี จำนวน 62 คน (ร้อยละ 86.1 ของประชากรทั้งโรงเรียน) ทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก 1 คน วินิจฉัยฟันกรามล่างซี่แรกและฟันตัดบนโดยการตรวจช่องปากและวินิจฉัยจากภาพถ่ายจากกล้องของสมาร์ตโฟนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีการสุ่มและปกปิดตัวตนของกลุ่มตัวอย่าง คำนวณพารามิเตอร์ของความถูกต้อง ได้แก่ ความไว ความจำเพาะ ความสอดคล้องโดยใช้การทดสอบแคปปาแบบถ่วงน้ำหนัก และร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นพบว่าค่าดัชนีแคปปาของฟันหน้าเท่ากับ 1.0 และฟันหลังเท่ากับ 0.8 แสดงว่ามีความสอดคล้องในการวินิจฉัยฟันแท้ผู้ดีมาก ไม่พบค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของการวินิจฉัยฟันผุระยะรุนแรง ICDAS 5 และ 6 แต่พบความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50.0 เมื่อจำแนกการวินิจฉัยฟันผุระยะเริ่มต้น ICDAS 2 และ 3 รวมทั้งฟันผุระยะเนื้อฟันผุ ICDAS 4 โดยด้านที่เห็นจากภาพถ่ายได้ชัดเจน ได้แก่ ด้านบดเคี้ยวของฟันกรามล่างและด้านริมฝีปากของฟันตัดบนมีค่าความไว (ร้อยละ 96.8 และ 100.0 ตามลำดับ) สูงกว่าค่าความจำเพาะ (ร้อยละ 95.9 และ 99.4 ตามลำดับ) ส่วนด้านแก้มของฟันกรามล่างมีค่าความจำเพาะ (ร้อยละ 86.4) สูงกว่าค่าความไว (ร้อยละ 75.0) ผลการศึกษาแสดงว่า การวินิจฉัยฟันผุในฟันกรามแท้ล่างและฟันตัดบนโดยใช้การถ่ายภาพในช่องปากด้วยกล้องของสมาร์ตโฟนมีความสอดคล้องกับการตรวจด้วยสายตาในระดับที่ยอมรับได้ อนาคตอาจใช้เป็นเครื่องมือทางเลือกในการตรวจคัดกรองโรคฟันผุในชุดฟันแท้ในพื้นที่ที่ขาดแคลนทันตบุคลากร

คำสำคัญ: ภาพถ่ายจากสมาร์ตโฟน ระบบการประเมินและตรวจฟันผุแบบสากล การตรวจด้วยสายตา

วันที่รับบทความ 8 กุมภาพันธ์ 2566

วันที่แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2566

*โรงพยาบาลเขาสวนกวาง ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น 40280

**คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

ติดต่อผู้นิพนธ์ กษมน สัจจงพงษ์ อีเมล: kassmon@hotmail.com

doi: 10.14456/thdentphj.2023.3

Original article

The comparison of caries detection agreement between smartphone imaging and visual examination in primary school students

Kasamon Satchapong* Khemakorn Wongkalasin* Patimaporn Pungchanchaikul**

Abstract

This study aimed to compare caries detection agreement between smartphone imaging and visual examination using the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS). Sixty-two primary school students (86.1% of the student population), aged 6 to 12 years, were recruited for the study. One experienced dentist performed the visual examination by clinically assessing the lower first permanent molars and upper anterior permanent incisors and then examined blinded and randomly intra-oral photographs from a smartphone on the computer screen. The weighted kappa, sensitivity, specificity, and percentage of error were analyzed. The weighted kappa of caries detection between smartphone photographs and visual examination was 1.0 for anterior and 0.8 for posterior teeth, showing high agreement in caries detection. There was no misdiagnosis for severe caries of the ICDAS-5 and 6. Nevertheless, errors at a percentage lower than 50% were found when differentiating the diagnosis of initial caries at ICDAS-2, 3, or 4 lesions in dentin. The most visualized surfaces, the occlusal surface of lower molars and the labial surface of upper incisors, showed higher sensitivity (96.8% and 100%, respectively) than specificity (95.9% and 99.4%, respectively) for caries detection. In contrast, the buccal surface of molars had higher specificity (86.4%) than sensitivity (75.0%). These findings suggested that when one examiner performed caries detection in permanent lower molars and upper incisors using smartphone intra-oral photographs was accurate compared to visual examination. Smartphone photography might be an alternative tool for caries assessment in permanent teeth, especially in deprived areas.

Keywords: smartphone photos, ICDAS, visual examination

Received date 8 April 2023

Revised date 29 June 2023

Accepted date 30 June 2023

*Kao Suan Kwang hospital, Kuumuang, Kao Suan Kwang district, Khon Kaen 40280

**Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

Correspondence to Kasamon Satchapong email: kassmon@hotmail.com

doi: 10.14456/thdentphj.2023.3

บทนำ

ประชากรในชนบทหรือพื้นที่ห่างไกลมักมีสุขภาพช่องปากที่ด้อยกว่ากลุ่มอื่น สาเหตุหลักมาจากความห่างไกลทางภูมิศาสตร์และการเข้าถึงบริการ¹⁻² แม้ว่าจะมีการพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพช่องปาก แต่โรคในช่องปาก ได้แก่ โรคฟันผุ และโรคปริทันต์ เป็นหนึ่งในโรคที่แพร่หลายมากที่สุดทั่วโลก แม้ว่าโรคในช่องปากส่วนใหญ่สามารถป้องกันได้แต่ยังมีความชุกสูง ผลที่ตามมาของโรคในช่องปากเรื้อรังที่ไม่ได้รับการรักษามักจะมีอาการรุนแรงทำให้คุณภาพชีวิตลดลง³ จากผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ. 2560 พบความชุกของโรคฟันผุในเด็กอายุ 12 ปี ร้อยละ 52.0 โดยความชุกของการเกิดโรคฟันผุที่ยังไม่ได้รักษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสูงที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ ฟันผุส่วนใหญ่อยู่ที่ฟันกรามแท้ซี่แรกในฟันล่างมากกว่าฟันบน⁴ ในการวางแผนการป้องกันและการจัดการโรคฟันผุขึ้นกับความถูกต้องในการวินิจฉัย การจำแนกโรคฟันผุ และการนัดตรวจติดตามต่อเนื่อง⁵ ซึ่งประชากรในชนบทหรือพื้นที่ห่างไกลจำเป็นต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อเข้ารับการตรวจสุขภาพ

ระบบการวินิจฉัยโรคฟันผุที่มีการศึกษาอย่างมากคือ ระบบการประเมินและตรวจฟันผุแบบสากล (International Caries Detections and Assessment System: ICDAS)⁶ ครอบคลุมกระบวนการวินิจฉัยโรคฟันผุทั้งในระยะเริ่มต้น (รอยโรคระยะแรกหรือจุดสีขาว) และระยะลุกลาม (โพรงฟัน) ปัจจุบันการตรวจช่องปากด้วยสายตายังเป็นแนวทางมาตรฐานที่ใช้ปฏิบัติโดยทั่วไป

การมีเครื่องมือทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนการวินิจฉัยโรคในช่องปากที่เชื่อถือได้และช่วยประเมินการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพนอกจากการตรวจด้วยสายตาทางคลินิกเพียงอย่างเดียว จะส่งผลให้ผู้ป่วยที่มีปัญหาสุขภาพช่องปากสามารถเข้าถึงบริการทันตกรรมโดยใช้เทคนิคโทรทันตเวช (teledentistry) ที่ใช้อุปกรณ์ดิจิทัลที่สามารถจัดเก็บและส่งต่อการดูแลด้านสุขภาพ

ช่องปาก ลดต้นทุนของโรงพยาบาล ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาการเดินทางของผู้ป่วย ปัจจุบันสมาร์ตโฟนส่วนใหญ่มีกล้องในตัว มีการเชื่อมต่อสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) สามารถเข้าถึงได้ง่ายในราคาประหยัด เทคโนโลยีเหล่านี้สร้างทางเลือกในการคัดกรองทางโทรทันตเวช

มีการศึกษาทางทันตกรรมจำนวนมากใช้กล้องดิจิทัลประเภท digital single-lens reflex camera (DSLR) หรือกล้องสำหรับถ่ายภาพในช่องปากเพื่อประเมินความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของวิธีการถ่ายภาพในการคัดกรองโรคในช่องปาก⁷⁻⁹ อย่างไรก็ตาม การใช้กล้องของสมาร์ตโฟนในการวิจัยทางทันตกรรมนั้นมีการรายงานน้อย¹⁰⁻¹¹

การศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่องเพื่อหาเครื่องมือช่วยวินิจฉัยโรคฟันผุ เพื่อพัฒนาแนวทางสำหรับผู้ป่วยเด็กและผู้ใหญ่ที่มีปัญหาสุขภาพช่องปาก ได้แก่ ฟันผุปวดฟัน และเหงือกบวม สามารถถ่ายภาพโดยใช้กล้องของสมาร์ตโฟนด้วยตนเองหรือโดยผู้ดูแล เพื่อเพิ่มการเข้าถึงบริการทันตกรรม วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของวิธีการตรวจคัดกรองโดยการเปรียบเทียบการตรวจและวินิจฉัยรอยโรคฟันแท้ผุจากภาพถ่ายที่ใช้กล้องของสมาร์ตโฟนและการตรวจด้วยสายตาในเด็กประถมศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง (cross-sectional study) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของการวินิจฉัยฟันผุจากการตรวจภาพถ่ายจากกล้องของสมาร์ตโฟนกับการตรวจในช่องปากด้วยสายตา โดยใช้เกณฑ์ ICDAS ในเด็กประถมศึกษาโรงเรียนบ้านนาอ่างทอง ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ประชากรทั้งหมดของโรงเรียนจำนวน 72 คน ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม 2565 มีเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกอาสาสมัคร ได้แก่

เกณฑ์การคัดเข้าคือ เด็กได้รับความยินยอมให้เข้าร่วมเป็นอาสาสมัครการศึกษาจากผู้ปกครอง และมีฟันกรามแท้ล่างและ/หรือฟันตัดหน้าบนอย่างน้อย 1 ซี่ ที่ขึ้นเต็มซี่ในช่องปาก

เกณฑ์การคัดออกคือ มีโรคประจำตัวที่ไม่สามารถอ้าปากนานได้ ได้แก่ ภาวะหอบหืดรุนแรง หรือไอเรื้อรัง

เกณฑ์ให้อาสาสมัครออกจากการศึกษาคือ เด็กขาดเรียนในวันที่ลงสำรวจหรือไม่ให้ความร่วมมือในการตรวจและ/หรือถ่ายภาพในช่องปาก หรือมีภาวะเสี่ยงที่จะแพร่กระจายโรคติดต่อ ได้แก่ ไข้หวัด ไอ และเริ่ม

ภาพถ่ายในการศึกษานี้ต้องเห็นหลุมและร่องฟันที่ชัดเจน ภาพที่มีดไม่ชัดจะถูกคัดออก

เครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจช่องปาก ได้แก่ กระจกตรวจช่องปาก (mouth mirror) เครื่องมือตรวจฟัน (explorer) ปากคีบ (forceps) สำลี ผ้าก๊อซ (gauze) แก้วใส่น้ำ และโคมไฟส่องปาก
2. เครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพคือ สมาร์ทโฟนที่มีความละเอียดกล้องหลังมากกว่า 10 ล้านพิกเซล ตั้งค่าอัตโนมัติสำหรับการจับภาพ และขนาดภาพที่ 1920 x 1080 พิกเซล เปิดแฟลชถ่ายภาพได้แสงธรรมชาติ
3. แบบตรวจโรคฟันผุ เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของฟันผุ โดยใช้ระบบการประเมินและตรวจฟันผุแบบสากล แบ่งเป็น ICDAS ระดับ 0 ถึง 6 โดยละเว้นระดับ 1 เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์เสริมที่เป่าให้ฟันแห้งก่อนตรวจและถ่ายภาพในช่องปาก ตรวจฟันกรามแท้ล่างซี่แรกและฟันตัดหน้าบนที่ขึ้นเต็มซี่
 - ICDAS ระดับ 0 คือ ฟันที่ไม่มีรอยโรคฟันผุ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงของชั้นเคลือบฟัน
 - ICDAS ระดับ 1 คือ ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงในชั้นเคลือบฟันขณะเปียก ไม่พบการเปลี่ยนแปลงบริเวณหลุม ร่องฟัน และด้านเรียบของฟัน แต่เมื่อ

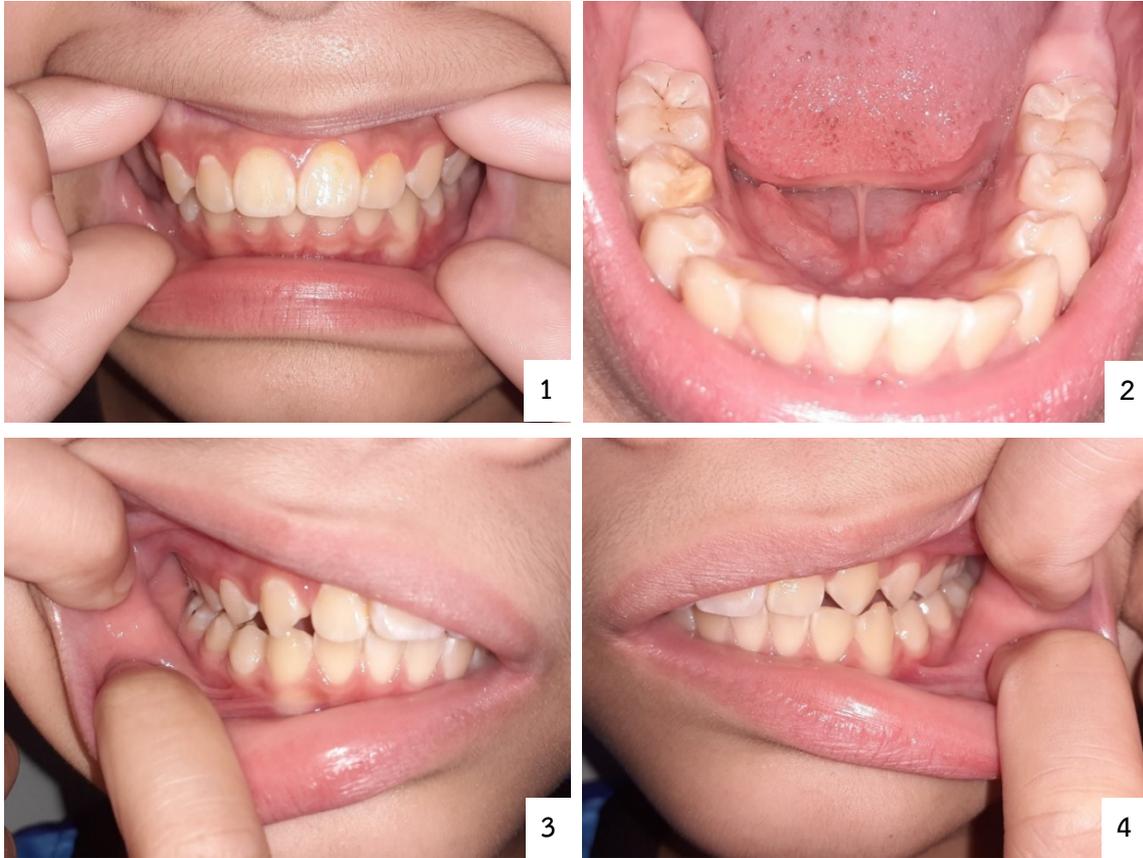
- ฟันแห้งจะเห็นการเปลี่ยนสีหรือความขุ่นของฟันผุ
- ICDAS ระดับ 2 คือ เห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนในชั้นเคลือบฟัน ซึ่งอาจมองเห็นขณะเปียก โดยเคลือบฟันขาวขุ่น รอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นและ/หรือการเปลี่ยนสีรอยโรคฟันผุเป็นสีน้ำตาลซึ่งเคลือบฟันมีลักษณะร่องหรือแอ่งกว้างกว่าปกติ
- ICDAS ระดับ 3 คือ เห็นการทำลายชั้นเคลือบฟันเฉพาะที่ โดยไม่เห็นชั้นเนื้อฟันหรือเงาดำด้านใต้เมื่อตรวจขณะที่ฟันเปียกเห็นเคลือบฟันขาวขุ่นชัดเจน (รอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้น) และ/หรือการเปลี่ยนสีรอยโรคฟันผุเป็นสีน้ำตาล
- ICDAS ระดับ 4 คือ เห็นเงาดำของเนื้อฟันผุ อาจมีหรือไม่มีการทำลายชั้นเคลือบฟันเฉพาะที่
- ICDAS ระดับ 5 คือ เห็นโพรงฟันผุชัดเจนร่วมกับการมองเห็นชั้นเนื้อฟันที่ผุ
- ICDAS ระดับ 6 คือ เห็นโพรงฟันผุชัดเจนอย่างมาก สังเกตเห็นการสูญเสียของโครงสร้างฟัน เห็นรูผุในชั้นเนื้อฟัน โดยมีทั้งความลึกและความกว้างโดยโพรงฟันกว้างอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของพื้นผิวฟันหรืออาจทะลุโพรงประสาทฟัน

ผู้วิจัยปรับมาตรฐานในการตรวจวินิจฉัยโรคฟันผุตามหลักเกณฑ์ ICDAS โดยฝึกตรวจในเด็กจำนวน 5 คนที่มีคุณสมบัติครบถ้วนเหมือนการสำรวจจริงก่อนเริ่มการวิจัย 2 สัปดาห์กับอาจารย์คลินิกทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งใช้การตรวจระบบ ICDAS ในการเรียนการสอน ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีแคปปาระหว่างผู้ตรวจพบว่ามีความสอดคล้องในระดับดีมาก (0.94)

ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้ถ่ายภาพฝึกการถ่ายภาพในช่องปากในผู้ป่วยที่มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยสามารถได้ภาพถ่ายในช่องปากตามที่กำหนดดังภาพ 1

ภาพ 1 ภาพถ่ายในช่องปาก 4 มุมมอง (1) ด้านหน้า; (2) ด้านบดเคี้ยวฟันล่าง; (3) ฟันล่างขวาต้านแก้ม; (4) ฟันล่างซ้ายต้านแก้ม

Figure 1 Intraoral photographs showing four views (1) anterior view; (2) lower occlusal view; (3) lower right buccal view; (4) lower left buccal view



การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งเอกสารชี้แจงข้อมูลผู้ปกครอง พร้อมแบบตอบรับยินยอมให้ตรวจสถานะทันตสุขภาพและถ่ายรูปในช่องปากผ่านครูประจำโรงเรียน ในวันที่ทำการศึกษามีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยยึดหลักการเว้นระยะห่างทางสังคม ถ้ามีไข้ ไอ หวัด หรืออาการโรคติดต่ออื่น ๆ จะไม่ได้เข้าร่วมการศึกษา สถานที่ตรวจคือ บริเวณใต้อาคารโรงเรียนเป็นพื้นที่โล่งกว้าง

ตรวจช่องปากด้วยสายตาโดยทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก 1 คน โดยอาสาสมัครนอนบนเก้าอี้สนามท่านอนหงาย (semi-supine) พร้อม

มีโคมไฟส่องปาก ทันตแพทย์ใช้ผ้าก๊อชเช็ดคราบจุลินทรีย์เพื่อทำการตรวจสถานะของฟันตามเกณฑ์ ICDAS และบันทึกลงในแบบตรวจสถานะช่องปาก พักการตรวจ 10 นาที หลังการตรวจทุก ๆ 1 ชั้นปี

การถ่ายภาพในช่องปากด้วยสมาร์ทโฟน เริ่มจากทันตภิบาลชี้แจงวิธีการถ่ายภาพในช่องปาก ทำท่าทางและตำแหน่งการวางนิ้วมือเพื่อรั้งช่องปาก หลังจากนั้นผู้ช่วยทันตแพทย์ 1 คน จะทำการถ่ายภาพในช่องปากอาสาสมัครเพื่อให้ได้ดังภาพ 1 หลังจากตรวจช่องปากอย่างน้อย 2 วัน ทันตแพทย์เฉพาะทางสำหรับเด็กคนเดิมทำการวินิจฉัยจากภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการซูมและปกปิดตัวตน

ข้อมูลทั้งหมดได้รับการตรวจความถูกต้องและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Stata (StataCorp, statistical software, college station, TX) สถิติที่ใช้ได้แก่ การแจกแจงความถี่และร้อยละ ใช้วิเคราะห์เพศและค่าความคลาดเคลื่อนของค่า ICDAS ในการวินิจฉัยฟันผุ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้วิเคราะห์ตัวแปรอายุ ส่วนการประเมินความสอดคล้องการวินิจฉัยระหว่างการตรวจภายในช่องปากและจากภาพถ่ายในช่องปาก ใช้สถิติแคปปาแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted kappa) เนื่องจากเป็นการประเมินความสอดคล้องในการวินิจฉัยหรือความเห็นพ้องของผู้ตรวจ และใช้ค่าความไว ค่าความจำเพาะ ในการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยระหว่างการตรวจและการดูภาพถ่ายในช่องปาก

การศึกษานี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE642196 เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2564

ผล

อาสาสมัครที่เข้าเกณฑ์การศึกษามีจำนวนทั้งสิ้น 62 คน เป็นร้อยละ 86.1 ของประชากรทั้งโรงเรียน อยู่ในช่วงอายุ 6.3-12.5 ปี เป็นเพศชาย 34 คน (ร้อยละ 54.8) และเพศหญิง 28 คน (ร้อยละ 45.2) (ตาราง 1) จากการตรวจในช่องปากพบว่า มีฟันตัดแท้หน้าบนขึ้นในช่องปากจำนวน 187 ซี่ และภาพถ่ายสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งหมด สำหรับฟันกรามล่างมีฟันขึ้นในช่องปากจำนวน 122 ซี่ ด้านบดเคี้ยวมีซี่ฟันที่ได้รับการอุดและเคลือบหลุมร่องฟันจำนวน 7 ซี่ และมีความผิดพลาดของภาพถ่ายที่ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลฟันผุได้จำนวน 3 ซี่ ส่วนด้านแก้มไม่มีซี่ใดที่ได้รับการอุดหรือเคลือบหลุมร่องฟัน แต่มีความผิดพลาดของภาพถ่ายที่ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลฟันผุได้จำนวน 9 ซี่ ข้อมูลเหล่านี้ไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ ดังนั้นจำนวนด้านฟันกรามล่างที่นำมาวิเคราะห์ด้านบดเคี้ยวและด้านแก้มมีจำนวน 112 และ 113 ด้าน ตามลำดับ

ตาราง 1 ข้อมูลประชากร

Table 1 Demographic characteristics of participants

class	age (years) n (%) mean (SD)	gender	
		male n (%)	female n (%)
primary 1	5 (8.1) 6.6 (0.19)	1 (20.0)	4 (80.0)
primary 2	13 (21.0) 7.8 (0.33)	7 (53.8)	6 (46.2)
primary 3	11 (17.7) 8.9 (0.36)	7 (63.6)	4 (36.4)
primary 4	7 (11.3) 9.8 (0.35)	4 (57.1)	3 (42.9)
primary 5	11 (17.7) 10.9 (0.31)	6 (54.5)	5 (45.5)
primary 6	15 (24.2) 11.9 (0.39)	9 (60.0)	6 (40.0)
total	62 (100.0) 9.7 (1.77)	34 (54.8)	28 (45.2)

ความสอดคล้องของการประเมินฟันผุจากการตรวจในช่องปากด้วยสายตาและการตรวจจากภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนโดยใช้ค่า ICDAS เมื่อแยกวิเคราะห์ฟันหน้าและฟันหลัง พบว่าค่าดัชนีแคปปาของฟันหน้าเท่ากับ 1.0 และฟันหลังด้านบดเคี้ยวเท่ากับ 0.9 แสดงให้เห็นว่ามีความสอดคล้องในการประเมินฟันผุที่ดีมากสัมพันธ์กับค่าความไวและค่าความจำเพาะที่สูงใกล้เคียงกัน ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือการตรวจฟันหลังด้าน

บดเคี้ยวและด้านแก้ม พบค่าดัชนีแคปปาเท่ากับ 0.9 และ 0.7 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ฟันผุด้านแก้มมีความสอดคล้องดี แต่ไม่ดีมากเหมือนด้านบดเคี้ยว และในฟันกรามล่างด้านแก้มนี้มีค่าความจำเพาะสูงกว่าค่าความไว ร้อยละ 86.4 และ 75.0 ตามลำดับ โดยในตำแหน่งอื่นจะมีค่าความไวมากกว่าค่าความจำเพาะเล็กน้อย (ตาราง 2)

ตาราง 2 ความสอดคล้องระหว่างการประเมินระดับรอยผุ (ด้าน) ในภาพถ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจด้วยสายตา
Table 2 Agreement between assessments of caries levels in photograph (surfaces) compared with a visual inspection

visual versus photograph detection	weighted kappa (95% CI)	sensitivity (%)	specificity (%)
lower first permanent molars (occlusal surface)	0.9 (0.9)	96.8	95.9
lower first permanent molars (buccal surface)	0.7 (0.5 - 0.7)	75.0	86.4
lower first permanent molars (occlusal and buccal surfaces)	0.8 (0.8 - 0.9)	89.5	90.0
upper anterior teeth	1.0 (0.9 - 1.0)	100.0	99.4

การวิเคราะห์ฟันกรามแท้ล่างซี่แรก การวินิจฉัยจากภาพถ่ายฟันหลังทั้งด้านบดเคี้ยวและด้านแก้มที่ไม่คลาดเคลื่อนร้อยละ 100.0 ได้แก่ ฟันผุระยะรุนแรง ICDAS 5 และ 6 ที่เห็นการแตกหักชัดเจนถึงชั้นเนื้อฟัน รองลงมา ได้แก่ การวินิจฉัยฟันปกติ ICDAS 0 ความถูกต้องของด้านบดเคี้ยวและด้านแก้มร้อยละ 95.9 และ 86.4 ตามลำดับ ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดมากที่สุดคือ การวินิจฉัย ICDAS 4 เป็น ICDAS 3 ทั้งด้านบดเคี้ยวและด้านแก้มคือ ร้อยละ 33.3 และ 50.0 ตามลำดับ โดยคำนวณจากจำนวนฟัน 3 และ 4 ซี่ ซึ่งเป็นร้อยละ 2.7 และ 3.5 จากจำนวนฟันทั้งหมดที่ตรวจ ค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่พบ

รองลงมา ได้แก่ ค่าการตรวจ ICDAS 2 ด้าน บดเคี้ยวและด้านแก้ม ด้านบดเคี้ยวถูกวินิจฉัยผิดพลาดเป็นค่า ICDAS 3 ร้อยละ 15.0 จากจำนวนฟัน 40 ซี่ เป็นร้อยละ 35.7 จากจำนวนฟันทั้งหมดที่ตรวจ และด้านแก้มถูกวินิจฉัยผิดพลาดเป็นค่า ICDAS 0 ร้อยละ 41.7 จากจำนวนฟัน 12 ซี่ เป็นร้อยละ 10.6 (ตาราง 3)

การวิเคราะห์ฟันตัดหน้าบน ความคลาดเคลื่อนของการวินิจฉัยผิดพลาดค่อนข้างต่ำ มีเพียง 2 ซี่ ซี่หนึ่งวินิจฉัยจาก ICDAS 4 เป็น 3 อีกซี่วินิจฉัยจาก ICDAS 0 เป็น 2 จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนของการวินิจฉัยระดับการผุจากภาพถ่ายจะน้อยกว่าระดับการผุที่เกิดขึ้นจริง

ตาราง 3 จำนวนและร้อยละของฟันกรามแท้ล่างซี่แรกจำแนกตามระดับฟันผุในช่องปากเมื่อตรวจทางคลินิกเปรียบเทียบกับภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนโดยแบ่งเป็นด้านบดเคี้ยวและด้านแก้ม

Table 3 Number and percentage of lower first permanent molars classified by ICDAS compared with smartphone photographs and visual inspection divided into occlusal and buccal surfaces

ICDAS	visual inspection		smartphone photographs inspection		
	occlusal n (%)	buccal n (%)	ICDAS	occlusal n (%)	buccal n (%)
0	49 (43.7)	81 (71.7)	0	47 (95.9)	70 (86.4)
			2	2 (4.1)	6 (7.4)
			3	0	5 (6.2)
			total	49 (100)	81 (100)
2	40 (35.7)	12 (10.6)	0	1 (2.5)	5 (41.7)
			2	33 (82.5)	6 (50.0)
			3	6 (15.0)	1 (8.3)
			total	40 (100)	12 (100)
3	15 (13.4)	12 (10.6)	0	1 (6.7)	3 (25.0)
			2	1 (6.7)	0
			3	13 (86.6)	9 (75.0)
			total	15 (100)	12 (100)
4	3 (2.7)	4 (3.5)	3	1 (33.3)	2 (50.0)
			4	2 (66.7)	1 (25.0)
			5	0	1 (25.0)
			total	3 (100)	4 (100)
5	1 (0.9)	0	5	1 (100)	0
			total	1 (100)	0
6	4 (3.6)	4 (3.5)	6	4 (100)	4 (100)
			total	4 (100)	4 (100)
total	112 (100)	113 (100)			

วิจารณ์

อาสาสมัครของการศึกษานี้ทั้งหมดมีสัดส่วนเพศหญิง เพศชาย ระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น (ป.1-ป.3) และระดับชั้น ประถมศึกษาตอนปลาย (ป.4-ป.6) ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มอายุและเพศในการศึกษานี้มีการกระจายตัวที่เหมาะสม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Estai และคณะ ปี ค.ศ. 2022¹⁰ ศึกษาในเด็กจำนวนทั้งหมด 138 คน ซึ่งมีการกระจายตัวเพศชายและหญิงใกล้เคียงกัน แต่จำนวนประชากรทั้งหมดมากกว่าของการศึกษานี้ แม้จำนวนอาสาสมัครในการศึกษานี้มีขนาดเล็ก แต่ก็ยังเป็นประชากรทั้งหมดของโรงเรียน และจำนวนที่ศึกษามากกว่าการศึกษาของ Kohara และคณะ ปี ค.ศ. 2018¹¹ ที่ศึกษาในเด็กเพียง 15 คน การจำแนกทางคลินิกของโรคฟันผุในการศึกษานี้ใช้วิธีการจำแนกทางคลินิกของโรคฟันผุแบบ ICDAS ซึ่งมีการแบ่งลักษณะทางคลินิกของโรคฟันผุที่ใช้ในการศึกษาก่อนหน้านี้ที่คล้ายกัน¹¹ จากผลการศึกษาพบค่าความสอดคล้องในการเปรียบเทียบผลของการวินิจฉัยฟันผุโดยใช้ค่า ICDAS จากการตรวจภาพถ่ายโดยกล้องของสมาร์ตโฟนกับการตรวจด้วยสายตาในเด็ก เมื่อแยกตามตำแหน่งพบบริเวณฟันหน้ามีค่าสูงมาก (1.0) แสดงว่ามีความผิดพลาดน้อย ส่วนในฟันหลังค่าความสอดคล้องด้านบดเคี้ยวสูงกว่าด้านแก้ม (0.9 และ 0.7) เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Kohara และคณะ ปี ค.ศ. 2018¹¹ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษานี้ แต่ทำการตรวจเฉพาะฟันกราม น้ำนมด้านบดเคี้ยว และใช้กล้องถ่ายภาพหลายรุ่น พบรายงานค่าดัชนีแคปปาน้อยกว่า 0.7 ในทุกอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งน้อยกว่าความสอดคล้องของการศึกษาในครั้งนี้ สาเหตุที่การศึกษานี้ได้ค่าความสอดคล้องที่สูงกว่ามาก อาจเกิดจากลักษณะของฟันกรามแท้ซี่ใหญ่กว่าฟันกรามน้ำนม อายุของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือได้มากกว่า และการศึกษานี้เลือกถ่ายเฉพาะฟันกรามล่างซึ่งถ่ายภาพได้ง่ายกว่าฟันกรามบนที่ต้องใช้กระจกส่องร่วม

นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังพบว่าค่าความไวและค่าความจำเพาะใกล้เคียงกันมีค่าค่อนข้างสูง (มากกว่าร้อยละ

90.0) โดยในด้านที่เห็นจากภาพถ่ายได้ชัดเจน ได้แก่ ด้านบดเคี้ยวของฟันล่างและด้านริมฝีปากของฟันตัดหน้า จะมีค่าความไวมากกว่าค่าความจำเพาะเล็กน้อย ส่วนฟันกรามล่างด้านแก้มมีค่าความจำเพาะสูงกว่าค่าความไว ร้อยละ 86.4 และ 75.0 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าฟันกรามล่างด้านแก้มมีโอกาสที่จะวิเคราะห์ฟันที่เป็นโรคฟันผุจากภาพถ่ายได้ถูกต้องน้อยกว่าการตรวจในด้านอื่น แต่ในการศึกษาอื่นพบค่าความจำเพาะสูงกว่าค่าความไว¹⁰⁻¹²

ในการวินิจฉัยฟันผุเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ ICDAS ฟันผุระดับ 4 ซึ่งแสดงเงาที่อยู่ใต้เนื้อฟันโดยมีหรือไม่มีการสลายของชั้นเคลือบฟัน⁶ การที่จะมองเห็นเงานั้น ขึ้นกับมุมในการมองด้วย เพราะฟันเป็นลักษณะ 3 มิติ มีความลึก ตื้น หนา บาง มองจากมุมหนึ่งอาจเห็นแค่การแตกหัก อย่างที่เห็นชัดเจนจากการศึกษานี้ ฟันหน้าที่มีความคลาดเคลื่อนของฟันผุที่ผิด 1 ซี่ จาก ICDAS 4 เป็น ICDAS 3 คือตรวจในช่องปากเห็นเงาดำจากการมองผ่านมุมบริเวณซอกฟันเข้าไป แต่จากภาพถ่ายเห็นเพียงการแตกหักของฟันบริเวณซอกฟัน เนื่องจากภาพถ่ายเป็นลักษณะเพียงมิติเดียว ในการศึกษาของ Estai และคณะ ปี ค.ศ. 2016¹³ ตอนแรกวางแผนจะใช้การประเมินฟันผุแบบ ICDAS แต่วิเคราะห์แล้วว่าภาพถ่ายเห็นได้แค่เพียง 1 มิติ จึงเปลี่ยนมาใช้เกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกแทน ผลการศึกษานี้ไม่พบความผิดพลาดในการตรวจวินิจฉัยฟันผุที่มีการแตกหักขนาดใหญ่ ได้แก่ ICDAS 5 และ 6 ซึ่งเหมือนกับอีกหลายการศึกษาที่ฟันผุที่ขยายชัดเจนจะพบความผิดพลาดค่อนข้างน้อยหรือไม่ผิดเลยเมื่อเทียบกับฟันผุระยะอื่น ๆ รองลงมาที่ถูกต้อง ได้แก่ การวินิจฉัยฟันปกติ^{11, 13-14}

ปัจจัยสำหรับความสำเร็จในการวินิจฉัยคือภาพถ่ายที่มีคุณภาพดี คุณภาพของภาพที่ดีที่สุดได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านการรับรู้ และระบบปฏิบัติ การ (perceptual and practical factors) ปัจจัยการรับรู้ ได้แก่ กำลังขยาย รายละเอียดของวัตถุ ระดับความฝึกฝนในการดูภาพของผู้ถ่าย สภาวะจิตใจผู้ถ่าย

ระยะห่างในการถ่าย ปัจจัยปฏิบัติการ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ และการประมวลผลระบบการจัดการซอฟต์แวร์ที่ตามมา เป็นสิ่งที่กำหนดคุณภาพของภาพ จำนวนพิกเซลที่ผู้ผลิต และผู้ขายอ้างถึงบ่อยที่สุดไม่ได้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของภาพดิจิทัล แต่เป็นตัวกำหนดขนาดของภาพ¹⁵ การศึกษานี้ต้องการเปรียบเทียบความสอดคล้องของการวินิจฉัยฟันผุจากการตรวจภาพถ่ายจากกล้องของสมาร์ทโฟนกับการตรวจในช่องปากด้วยสายตา ดังนั้นจึงลดปัจจัยรบกวนต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อภาพถ่าย โดยใช้กล้องของสมาร์ทโฟนเพียง 1 เครื่อง ผู้ถ่ายภาพ 1 คน ตั้งค่าอัตโนมัติ ถ่ายโดยตรงในช่องปากไม่ผ่านการสะท้อนของกระจกที่อาจเกิดการบิดเบี้ยวของภาพ การถ่ายภาพโดยตรงจึงเลือกเฉพาะฟันล่างและฟันหน้า และจากการศึกษานี้พบว่าสมาร์ทโฟนที่ใช้ให้ภาพถ่ายที่มีค่าความสอดคล้องในการตรวจฟันผุในระดับดีมากเมื่อเทียบกับการตรวจในช่องปากด้วยสายตา ถึงกระนั้นหากมีการใช้สมาร์ทโฟนยี่ห้อหรือรุ่นอื่นที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน อาจยังมีความจำเป็นในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความชัดเจน แต่อย่างไรก็ดีในปัจจุบันพบว่าวงการอุตสาหกรรมสมาร์ทโฟนมีการแข่งขันสูงมาก จึงมีการพัฒนาและผลิตสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ที่มีขีดความสามารถในการถ่ายภาพสูงขึ้นออกมาอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นการยากที่จะศึกษาสมาร์ทโฟนทุกรุ่น¹⁶ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันชัดเจนจากการใช้กล้องดิจิทัลหรือกล้องของสมาร์ทโฟนที่ต่างกัน¹¹ ปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อภาพถ่ายอาจมาจากตัวผู้ถ่าย มุมการวางกล้อง เทคนิคการถ่ายภาพ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ จำนวนหน่วยวิเคราะห์ที่น้อย โดยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกเพียง 62 คน (ร้อยละ 86.1 ของประชากรนักเรียน) โดยข้อจำกัดดังกล่าวเป็นผลมาจากจำนวนประชากรในการศึกษาที่น้อย ความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการวิจัยของโรงเรียน และสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจพิจารณาปรับเกณฑ์สนับสนุนในการ

เตรียมความพร้อมให้กับโรงเรียน และดำเนินการวิจัยร่วมกับพื้นที่อื่น

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าภาพถ่ายฟันจากกล้องของสมาร์ทโฟนสามารถนำมาช่วยตรวจคัดกรองเบื้องต้นทางทันตกรรมได้ ช่วยลดการใช้ทรัพยากรในการลงตรวจคัดกรองนักเรียนทั้งหมดเบื้องต้น โดยอาจเป็นครู บุคลากรหรืออาสาสมัครเป็นผู้ถ่ายภาพ แต่ต้องมีการฝึกถ่ายภาพก่อน และเมื่อตรวจวินิจฉัยเบื้องต้นจากภาพได้แล้วก็จะจัดลำดับความสำคัญของปัญหา แนวทางการรักษาและการป้องกันได้ กลุ่มที่ไม่จำเป็นต้องมาโรงพยาบาลก็จะลดค่าใช้จ่ายและค่าเดินทางที่ไม่จำเป็น กลุ่มที่จำเป็นต้องมาพบทันตแพทย์ก็จะได้ตรวจฟันเพิ่มเติมเมื่อมารับการรักษา ส่วนกลุ่มที่ผุระยะเริ่มต้นหรือผุปานกลางควรตรวจซ้ำ เนื่องจากฟันผุระยะนี้มีความเสี่ยงในการวินิจฉัยผิดพลาด ส่วนฟันบนที่ไม่ได้รับการถ่ายภาพเนื่องจากตำแหน่งฟันบนถ่ายภาพให้ชัดเจนได้ยาก ก็จะได้รับการตรวจซ้ำพร้อมตรวจเพิ่มเติมเมื่อมีการออกหน่วยทันตกรรมเคลื่อนที่หลุมร่องฟันในโรงเรียนตามตัวชีวิต ข้อดีเพิ่มเติมจากที่กล่าวมาแล้วคือ การถ่ายภาพส่งปรึกษาเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ที่อาจทำให้เข้าถึงการบริการทางทันตกรรมที่ยากขึ้น

สรุป

กล้องของสมาร์ทโฟนสามารถใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่มีความสอดคล้องกับการประเมินในช่องปากด้วยสายตา โดยภาพถ่ายจากกล้องของสมาร์ทโฟนสามารถใช้ในการวิเคราะห์ฟันผุในฟันหน้าและฟันหลัง มีความชัดเจนในการแยกแยะฟันผุปกติออกจากฟันผุระยะรุนแรง ICDAS 5 และ 6 ที่เห็นการแตกหักชัดเจนถึงขั้นเนื้อฟัน ส่งผลต่อความเร่งด่วนในการแนะนำส่งต่อรักษา แม้ภาพถ่ายฟันกรามหลังด้านแก้มมีความผิดพลาดในการวิเคราะห์มากที่สุดเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น แต่ยังคงพบว่ามีค่าความสอดคล้องของการวินิจฉัยที่ดีมาก อย่างไรก็ตาม

ตามการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษานำร่องในกลุ่มประชากรขนาดเล็กเพียงหนึ่งโรงเรียน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

จากการที่กล้องของสมาร์ทโฟนสามารถเป็นเครื่องมือทางเลือกในการวินิจฉัยฟันผุ นำมาสู่การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสมาร์ทโฟนเพื่อถ่ายภาพในช่องปากของเด็กที่โรงเรียนและส่งต่อภาพไปยังผู้ให้บริการทันตกรรมเพื่อประเมินและแนะนำจากระยะไกล เพื่อใช้ในการดูแลทางทันตกรรมที่เหมาะสมสำหรับเด็กนักเรียน เด็กที่ตรวจคัดกรองพบฟันผุจะมีแนวทางที่รวดเร็วในการรับการรักษาที่เหมาะสม ในขณะที่เด็กที่มีความเสี่ยงต่ำ รอยผุน้อย ตรวจพบรอยผุไม่ชัดเจนทางคลินิก หรือไม่มีฟันผุ จะได้รับการดูแลเชิงป้องกัน ถ้าผู้ถูกถามจะได้ทำการนัดรักษาตามความจำเป็นตั้งแต่ในระยะเริ่มต้น

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ฟันผุจากภาพถ่ายฟันกรามแท้ด้านแก้มเกิดความผิดพลาดทำให้วิเคราะห์ไม่ได้หรือวิเคราะห์ได้ผิดพลาดมากกว่าบริเวณอื่น อนาคตอาจต้องมีอุปกรณ์หรือหาเทคนิคอื่นเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นตำแหน่งนี้ให้ชัดเจนขึ้น และเพิ่มการตรวจวินิจฉัยในตำแหน่งอื่น เช่น ฟันบน อนาคตอาจสร้างข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานที่ทุกคนสามารถนำไปใช้ได้ ไม่เพียงแต่บุคลากรทางทันตกรรมเท่านั้น เช่น ครูงานอนามัยโรงเรียน หรืออาสาสมัครสาธารณสุขหมู่บ้าน

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผลจากการศึกษานี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจในการพัฒนานโยบายตามแผนยุทธศาสตร์สุขภาพช่องปากของประเทศไทยในการเพิ่มการเข้าถึงการบริการสุขภาพช่องปาก นำมาสู่การ

เพิ่มช่องทางการเข้าถึงบริการด้านการตรวจวินิจฉัยโรคและด้านพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสุขภาพสำหรับการป้องกันโรคฟันผุในเด็กนักเรียน โดยเฉพาะในหน่วยงานที่ขาดบุคลากรทางทันตสาธารณสุข หรือในพื้นที่หรือสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงการให้บริการ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเห็นว่ามีมีความจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมตามข้อจำกัดเชิงวิชาการด้านเทคโนโลยี เช่น การถ่ายภาพ การตรวจโรคจากภาพถ่าย และความสอดคล้องของการวินิจฉัย รวมทั้งด้านต้นทุนประสิทธิผลของระบบและการบริหารจัดการข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณทันตบุคลากรจากกลุ่มงานทันตกรรมโรงพยาบาลเขาสวนกวางที่ร่วมดำเนินโครงการ และขอบคุณนักเรียน คณะครูในโรงเรียนบ้านนาอ่างทอง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ที่สละเวลาให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. Akinyamoju CA, Dairo DM, Adeoye IA, Akinyamoju AO. Dental caries and oral hygiene status: survey of schoolchildren in rural communities, Southwest Nigeria. Niger Postgrad Med J 2018; 25(4): 239-45.
2. Northridge ME, Kumar A, Kaur R. Disparities in access to oral health care. Annu Rev Public Health 2020; 41: 513-35.
3. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge. Lancet 2019; 394(10194): 249-60.
4. Bureau of Dental Health. The 8th national oral health survey 2017 of Thailand. Bangkok: Department of Health; 2018. (in Thai)

5. Cheng L, Zhang L, Yue L, Ling J, Fan M, Yang D, et al. Expert consensus on dental caries management. *Int J Oral Sci* 2022; 14(1): 1-8. doi:org/10.1038/s41368-022-00167-3.
6. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007; 35(3): 170-8.
7. Boye U, Walsh T, Pretty IA, Tickle M. Comparison of photographic and visual assessment of occlusal caries with histology as the reference standard. *BMC Oral Health* 2012; 12: 1-7. doi:10.1186/1472-6831-12-10.
8. Estai M, Winters J, Kanagasingam Y, Shiikha J, Checker H, Kruger E, et al. Validity and reliability of remote dental screening by different oral health professionals using a store-and-forward telehealth model. *Br Dent J* 2016; 221(7): 411-14.
9. Park JS, Kruger E, Nicholls W, Estai M, Winters J, Tennant M. Comparing the outcomes of gold-standard dental examinations with photographic screening by mid-level dental providers. *Clin Oral Investig* 2019; 23(5): 2383-7.
10. Estai M, Kanagasingam Y, Mehdizadeh M, Vignarajan J, Norman R, Huang B, et al. Mobile photographic screening for dental caries in children: diagnostic performance compared to unaided visual dental examination. *J Public Health Dent* 2022; 82(2): 166-75.
11. Kohara EK, Abdala CG, Novaes TF, Braga MM, Haddad, AE, Mendes FM. Is it feasible to use smartphone images to perform telediagnosis of different stages of occlusal caries lesions? *PloS one* 2018; 13(9): 1-12. doi:org/10.1371/journal.pone.0202116
12. Kale S, Kakodkar P, Shetiya SH. Assessment of mother's ability in caries diagnosis, utilizing the smartphone photographic method. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2019; 37(4): 360-4.
13. Estai M, Kanagasingam Y, Huang B, Checker H, Steele L, Kruger E, et al. The efficacy of remote screening for dental caries by mid-level dental providers using a mobile teledentistry model. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016; 44(5): 435-41.
14. Almosa NA, Lundgren T, Bresin A, Birkhed D, Kjellberg H. Diagnosing the severity of buccal caries lesions in orthodontic patients at de-bonding using digital photographs. *Acta Odontol Scand* 2014; 72(6): 474-80.
15. Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *Br Dent J* 2009; 206(11): 575-81.
16. Estai M, Kanagasingam Y, Huang B, Shiikha J, Kruger E, Bunt S, et al. Comparison of a smartphone-based photographic method with face-to-face caries assessment: a mobile teledentistry model. *Teledent J E Health* 2017; 23(5): 435-40.