นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังทันตสุขภาพนักเรียนประถมศึกษาโดยใช้ทันตกรรมทางไกล จังหวัดบึงกาฬ

อดิศักดิ์ จรัสเมธาวิทย์[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังทันตสุขภาพในโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดบึงกาฬ โดยใช้ทันตกรรมทางไกลร่วมกับกล้องถ่ายภาพภายในช่องปาก (IOC) เปรียบเทียบความแม่นยำของการคัดกรองโดยครูอนามัยถ่ายรูปและคลิปวิดีโอแล้วส่งให้ทันตบุคลากรแปลผลฟันผุเทียบกับทันตบุคลากรลงไปตรวจฟันโดยตรง และประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในพื้นที่ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียน 400 คน และบุคลากรผู้ใช้ระบบ 64 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Sensitivity, Specificity, Accuracy, Cohen's Kappa และ McNemar's test ผลการศึกษาพบว่า ระบบทันตกรรมทางไกลมีความไว (Sensitivity) ร้อยละ 77.9 ความจำเพาะ (Specificity) ร้อยละ 68.3 และความถูกต้องรวม (Accuracy) ร้อยละ 73.0 โดยมีความสอดคล้องของการวินิจฉัยในระดับปานกลาง (Kappa = 0.461) ผล McNemar's test พบว่าสัดส่วนผลคัดกรองฟันผุจากระบบทันตกรรมทางไกลและการตรวจในช่องปากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.043) โดยระบบทันตกรรมทางไกลให้ผลคัดกรองบวก 217 ราย ขณะที่การตรวจในช่องปากพบ 195 ราย อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจในช่องปากซึ่งใช้เป็น reference standard พบว่าระบบทางไกลมีผลบวกลวง 65 ราย และผลลบลวง 43 ราย ดังนั้น ระบบดังกล่าวอาจมีศักยภาพเป็นเครื่องมือคัดกรองเบื้องต้นเพื่อสนับสนุนการส่งต่อ และ"บึงกาฬโมเดล" เป็นนวัตกรรม ที่ระบบมีความแม่นยำระดับปานกลาง ควรปรับปรุงก่อน เช่น ฝึกครูเพิ่มเติม และคัดภาพที่แปลผลไม่ได้ออก แล้วทดสอบซ้ำก่อนขยายผล ในด้านการยอมรับ ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.51) โดยเฉพาะความสะดวกในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และความชัดเจนของภาพเพื่อสื่อสารกับผู้ปกครอง สรุปได้ว่า "บึงกาฬโมเดล" เป็นนวัตกรรมที่ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมก่อนใช้เป็นมาตรฐานการเฝ้าระวังทันตสุขภาพเชิงรุกในโรงเรียนเขตจังหวัดบึงกาฬ

คำสำคัญ: ทันตกรรมทางไกล, การเฝ้าระวังทันตสุขภาพ, กล้องถ่ายภาพในช่องปาก, การถ่ายโอนทักษะ

---

[1] ทันตแพทย์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลบุ่งคล้า

*Corresponding Author ; Adisak Jarasmatawit, Email: freyadent@gmail.com

Received: August 31, 2026; Revised October 01, 2026; Accepted October 02, 2026

Development of an Oral Health Surveillance Model for Primary School Students Using Teledentistry in Bueng Kan Province

Adisak Jarasmatawit[1]

ABSTRACT

This research and development study aimed to develop a school-based oral health surveillance model for primary schools in Bueng Kan Province, Thailand, using an intraoral camera (IOC). School health teachers captured intraoral photographs and video clips, which were transmitted to dental personnel for remote interpretation of dental caries. Screening results were compared with direct oral examination by dental personnel, which served as the reference standard, and the feasibility of real-world implementation was assessed. Participants comprised 400 primary school students and 64 system users. Data were analysed using sensitivity, specificity, accuracy, Cohen's kappa and the continuity-corrected McNemar's test. The teledentistry system achieved a sensitivity of 77.9%, a specificity of 68.3% and an overall accuracy of 73.0%, with moderate diagnostic agreement (kappa = 0.461). Positive and negative predictive values were 70.0% and 76.5%, respectively. McNemar's test revealed a statistically significant difference in the proportion of screen-positive cases between the two methods, with 217 cases identified by teledentistry and 195 by oral examination (p = 0.043); 65 false-positive and 43 false-negative results were recorded. User satisfaction was at the highest level (4.70 ± 0.51), particularly regarding the ease of device connection and the clarity of images for communicating with parents.The system shows potential as a preliminary screening tool to support referral. However, its moderate accuracy indicates a need for refinement, including additional teacher training and the exclusion of non-interpretable images, followed by re-testing. In conclusion, the "Bueng Kan Model" is an innovation that requires further development before it can be adopted as a standard for proactive school-based oral health surveillance in Bueng Kan Province.

Key word: Teledentistry, Oral health surveillance, Intraoral camera, Task shifting

[1]Senior Professional Level Dentist, Department of Dentistry, BungKhla Hospital

บทนำ (Introduction)

สุขภาพช่องปากและฟันเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของสุขภาพโดยรวม (Window to General Health) โดยมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตทางร่างกาย สภาวะโภชนาการ การพูด การเคี้ยวอาหาร ตลอดจนคุณภาพชีวิตและความมั่นใจในการเข้าสังคมของเด็กวัยเรียน[1] องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO, 2022) ระบุว่าโรคฟันผุเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable disease) ที่พบมากที่สุดในโลกและก่อให้เกิดภาระทางสาธารณสุขอย่างมหาศาล[2] สำหรับประเทศไทย รายงานการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 9 พ.ศ. 2566 โดยสำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย พบว่าเด็กไทยอายุ 12 ปี มีประสบการณ์ฟันผุในฟันแท้ร้อยละ 38.4 แม้ตัวเลขเชิงปริมาณจะดูเหมือนมีแนวโน้มลดลง แต่ในเชิงคุณภาพกลับพบว่าฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง (First Permanent Molar) ซึ่งเป็นฟันหลักในการบดเคี้ยว มักเริ่มเกิดรอยผุตั้งแต่ช่วงเริ่มขึ้นในช่องปาก ส่งผลให้สูญเสียเนื้อฟันตั้งแต่อายุยังน้อย[3]

ความสำคัญของช่วงอายุ 6-12 ปี ในระดับประถมศึกษา คือการเป็นระยะ "ฟันชุดผสม" (Mixed Dentition) ซึ่งเป็นช่วงที่ฟันแท้เริ่มขึ้นทดแทนฟันน้ำนม การรักษาความสมบูรณ์ของฟันแท้ในช่วงนี้จึงเปรียบเสมือน "นาทีทอง" ของการป้องกัน[4] ในทางระบาดวิทยา "การเฝ้าระวัง" (Surveillance) มีบทบาทที่ลึกซึ้งกว่าการตรวจคัดกรอง (Screening) โดยทั่วไป หากระบบบริการสามารถดักจับปัญหาก่อนที่รอยโรคจะลุกลามเป็นโพรงฟันผุ (Cavitation) ขนาดใหญ่จนทะลุโพรงประสาทฟัน จะช่วยลดความซับซ้อนและค่าใช้จ่ายในการรักษาได้อย่างมหาศาล[5] โดยครูอนามัยโรงเรียน คือภาคีเครือข่ายที่มีศักยภาพสูงสุดในฐานะผู้จัดการสุขภาพในสถานศึกษา (School Health Manager) แนวคิดการถ่ายโอนทักษะ (Task Shifting) จากทันตบุคลากรสู่ครู จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะสร้างความยั่งยืนให้กับระบบเฝ้าระวัง เนื่องจากครูเป็นผู้ที่ใกล้ชิดและมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสุขภาพของเด็กนักเรียนมากที่สุด[1]

จังหวัดบึงกาฬเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ 4,305.746 ตร.กม.[6] ประกอบด้วย 8 อำเภอ มีประชากร 421,325 คน[7] มีโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 212 โรงเรียน[8] มีประชากรเด็กวัยเรียนกว่า 26,353 คน มีค่าดัชนีฟันผุ ถอน อุด (DMFT) ในปี 2566 -2568 อยู่ที่ 1.06 , 1.06 และ 0.74 ตามลำดับ[9] แต่ในปัจจุบัน(2569) มีทันตแพทย์เพียง 31 คนคิดเป็นอัตราส่วนทันตแพทย์ต่อประชากร 1:13,591 ในขณะที่อัตราส่วนของประเทศไทยอยู่ที่ 1:3,650[10] การจัดบริการเฝ้าระวังแบบดั้งเดิมที่ใช้การออกหน่วยทันตกรรมเคลื่อนที่มีต้นทุนเชิงระบบ ทั้งในด้านค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าพาหนะ[11]

ในยุคดิจิทัลสุขภาพ ทันตกรรมทางไกล (Teledentistry) ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพสูงในการข้ามผ่านขีดจำกัดด้านระยะทาง การนำกล้องถ่ายภาพภายในช่องปาก (Intraoral Camera) มาใช้เป็นเครื่องมือให้ครูบันทึกภาพถ่ายดิจิทัลที่มีความละเอียดสูง ช่วยให้ทันตแพทย์หรือทันตาภิบาลในสถานพยาบาลสามารถแปลผลและคัดกรองรอยโรคได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงกับการตรวจทางคลินิก[5,12] การเปลี่ยนผ่านสู่ระบบการเฝ้าระวังแบบดิจิทัลนี้ไม่เพียงแต่ช่วยลดภาระการเดินทางของบุคลากร แต่ยังเป็นการสร้างฐานข้อมูลสุขภาพแบบปัจจุบัน (Real-time data) ที่ช่วยให้สามารถส่งต่อเด็กกลุ่มเสี่ยงเข้าสู่การรักษาได้อย่างทันท่วงที[13]

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังทันตสุขภาพนักเรียนประถมศึกษาโดยใช้ทันตกรรมทางไกลที่ผู้ใช้งานพึงพอใจ เพื่อพิสูจน์ประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำของการแปลผลสภาวะฟันผุจากภาพถ่ายโดยครูเปรียบเทียบกับการตรวจทางคลินิก งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้าง "บึงกาฬโมเดล" ที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ โดยระบบที่สร้างขึ้นต้องมีความง่ายในการใช้งานอันจะทำให้เกิดการยอมรับและปฏิบัติจริง[14]

วัตถุประสงค์ (Objective)

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังทันตสุขภาพโดยใช้ทันตกรรมทางไกลร่วมกับกล้องถ่ายภาพภายในช่องปาก

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการตรวจคัดกรองฟันผุที่ตรวจพบระหว่างการใช้ระบบทันตกรรมทางไกลโดยครูกับการตรวจในช่องปากโดยทันตบุคลากร (Gold Standard)

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจในการนำรูปแบบไปใช้จริงในระดับพื้นที่จังหวัดบึงกาฬ

กรอบแนวคิด



วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ (Phases) ตามแนวคิดการพัฒนาระบบสุขภาพ (System Development) ดังนี้:

ระยะที่ 1 (Analysis): ศึกษาบริบทสถานการณ์ และอุปสรรคการดำเนินงาน

ระยะที่ 2 (Development): พัฒนารูปแบบ โปรโตคอล และคู่มือปฏิบัติงาน

ระยะที่ 3 (Implementation): ทดลองใช้รูปแบบและทดสอบความถูกต้องแม่นยำทางคลินิก

ระยะที่ 4 (Evaluation): ประเมินประสิทธิภาพ ความพึงพอใจ และความเป็นไปได้เชิงระบบ

ประชากร ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ ประชากรนักเรียน ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา (ป.1 - ป.6) ในโรงเรียนสังกัด สพป.บึงกาฬ และท้องถิ่นจังหวัดบึงกาฬ ปีการศึกษา 2569 จำนวน 32,000 คน และประชากรบุคลากรได้แก่ ครูอนามัยโรงเรียนและทันตบุคลากรที่ปฏิบัติงานในจังหวัดบึงกาฬ

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มตัวอย่างนักเรียน: คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (1967)[15] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน 0.05 (e=0.05) จากประชากร 26,353 คน คำนวณได้ 394.02 ราย ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เพื่อสำรองกรณีข้อมูลไม่สมบูรณ์ การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มเลือกโรงเรียน 1 โรงเรียนเป็นตัวแทนในแต่ละอำเภอของจังหวัดบึงกาฬ รวมเป็นทั้งหมด 8 โรงเรียน และทำการสุ่มนักเรียนจำนวน 50 คนในแต่ละโรงเรียนโดยกรณีที่จำนวนนักเรียนทั้งโรงเรียนน้อยกว่า 50 คน อาจเก็บจากโรงเรียนอื่นแทนได้ 2) กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้รูปแบบ: ประกอบด้วยครูอนามัยโรงเรียนจำนวน 12 คน (เลือกแบบเจาะจงจากโรงเรียนตัวอย่าง) ทันตบุคลากร จำนวน 52 คน ซึ่งประกอบด้วยทันตแพทย์ และทันตาภิบาล [เจ้าพนักงานทันตสาธารณสุขและนักวิชาการสาธารณสุข (ทันตสาธารณสุข)] ที่รับผิดชอบงานเฝ้าระวังโรงเรียน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างยินดีให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล การตรวจฟัน การถ่ายรูปและคลิปวิดีโอฟัน เกณฑ์คัดออก ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ประสงค์จะให้ข้อมูลแบบสอบถามหรือ ไม่ยินยอมให้ตรวจฟัน ถ่ายรูปและคลิปวิดีโอฟัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้:

1. เครื่องมือเชิงนวัตกรรมและโปรโตคอล

1.1 กล้องถ่ายภาพภายในช่องปาก (Intraoral Camera: IOC): จำนวน 1 เครื่อง ยี่ห้อ HD DiGITAL VIEWER รุ่นUSB

300 ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 12 ล้านพิกเซล เชื่อมต่อแท็บเล็ต/คอมพิวเตอร์ พร้อมระบบแสงสว่าง LED โดยใช้กล้องตัวเดียวกันตลอดการศึกษา

1.2 แนวทางการบันทึกข้อมูลดิจิทัล (Digital Protocol): ผู้วิจัยประยุกต์การเก็บข้อมูล จากงานวิจัยของ Golsanamloo และคณะ[16] โดยแบ่งการบันทึกออกเป็น 5 ส่วนสำคัญ ได้แก่:

ภาพนิ่งที่ 1: ด้านบดเคี้ยวฟันบน (Maxillary Occlusal View)

ภาพนิ่งที่ 2: ด้านบดเคี้ยวฟันล่าง (Mandibular Occlusal View)

ภาพนิ่งที่ 3: ด้านหน้าฟันบนและล่าง (Anterior View)

วิดีโอคลิปที่ 1: การกวาดกล้องบันทึกภาพด้านบดเคี้ยวของฟันทุกซี่ (Occlusal Video Scan)

วิดีโอคลิปที่ 2: การกวาดกล้องบันทึกภาพด้านแก้มของฟันทุกซี่ (Buccal Video Scan)

2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบบันทึกสภาวะทันตสุขภาพ (Dental Chart): ใช้แบบบันทึกผลการตรวจฟันอย่างง่าย (พบฟันผุ/ไม่พบฟันผุ) เพื่อให้ง่ายสำหรับครูอนามัยในการบันทึกและคัดกรองความจำเป็นในการส่งต่อไปพบทันตบุคลากร แบบสอบถามความพึงพอใจ: เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ครอบคลุมด้านความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of use) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) และด้านความมั่นใจและความเป็นไปได้ (System Confidence & Feasibility)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity): นำแบบสอบถามเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยได้ค่าความตรงและสอดคล้องกับเนื้อหา 0.67 – 1 ซึ่งแปลผลว่าข้อคำถาม มีค่าความตรงใช้ได้ ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability): นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับทันตบุคลากรและครูอนามัยนอกกลุ่มตัวอย่าง 30 คน หาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.874 อยู่ในเกณฑ์ สูงมาก (Very Good Consistency) แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจริงได้ ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ (Calibration): ทันตบุคลากรผู้แปลผลภาพถ่ายจำนวน 4 คน ต้องรับการทดสอบความสอดคล้องของการวินิจฉัย (Inter-examiner reliability) โดยได้ค่าสถิติ Fleiss' Kappa เท่ากับ 0.830 อยู่ในระดับดีมาก (Almost Perfect Agreement)

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการตามขั้นตอน 4 ระยะ ดังนี้:

ระยะที่ 1: การศึกษาบริบท (Analysis Phase) ผู้วิจัยสำรวจข้อมูลสถิติทันตสุขภาพย้อนหลังและประเมินความ

พร้อมของโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในโรงเรียนแต่ละอำเภอเพื่อระบุอุปสรรคเชิงพื้นที่

ระยะที่ 2: การพัฒนารูปแบบ (Development Phase) ยกร่างรูปแบบการเฝ้าระวัง " Bueng Kan Teledentistry Model " โดยเน้นรูปแบบ Store-and-forward จัดประชุมเชิงปฏิบัติการพัฒนาคู่มือการใช้กล้องถ่ายภาพในช่องปาก (Intraoral Camera : IOC) สำหรับครูอนามัยและทันตบุคลากร โดยเน้นการสอนเทคนิคการคัดกรองเบื้องต้น "ผุ/ไม่ผุ" กำหนดให้ฟันผุคือฟันที่มีระดับการผุตั้งแต่ ICDAS 4 ขึ้นไป[17] และการบันทึกภาพ/วิดีโอ

ระยะที่ 3: การทดลองใช้และทดสอบความถูกต้อง (Implementation Phase) จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้ครูอนามัยและทันตบุคลากร 64 คน เรื่องการใช้กล้อง Intraoral Camera ครูทำการบันทึกภาพและวิดีโอนักเรียน 400 คน ตามโปรโตคอล และส่งภาพให้ทันตาภิบาลแปลผลผ่านระบบทางไกล ในสัปดาห์เดียวกันทันตาภิบาลในพื้นที่จำนวน 48 คน ที่ผ่านการ calibrate แล้วออกตรวจช่องปากนักเรียนคนเดิมตามแนวทางการตรวจเฝ้าระวังเด็กนักเรียนประถมศึกษาในจังหวัดบึงกาฬ โดยการตรวจหาฟันผุด้วยตาเปล่าภายใต้แสงธรรมชาติตามสภาพแวดล้อม เพื่อบันทึกผลเปรียบเทียบ ซึ่งผู้ตรวจจะไม่ทราบการแปลผลผ่านระบบทางไกล

ระยะที่ 4: การประเมินผล (Evaluation Phase) เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนเด็กฟันผุที่ตรวจพบจาก 2 วิธี วิเคราะห์ความแม่นยำของการวินิจฉัย (Diagnostic Accuracy) ประเมินความพึงพอใจและความเป็นไปได้ในการขยายผลระดับจังหวัด

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา: ใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายลักษณะกลุ่มตัวอย่างและระดับความพึงพอใจ

2. สถิติเปรียบเทียบความแตกต่าง: ใช้สถิติ McNemar's Test เพื่อทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนผลการคัดกรอง (ผุ/ไม่ผุ) ระหว่างวิธี Teledentistry และการตรวจจริง (กำหนดนัยสำคัญที่ 0.05) โดยกำหนดสมมติฐานทางสถิติดังนี้

- H0: สัดส่วนการคัดกรองฟันผุระหว่างวิธีทันตกรรมทางไกลและการตรวจในช่องปากไม่แตกต่างกัน
- H1: สัดส่วนการคัดกรองฟันผุระหว่างสองวิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3. สถิติวิเคราะห์ประสิทธิภาพการวินิจฉัย: Cohen's Kappa Coefficient เพื่อวัดความสอดคล้อง (Agreement) ของการวินิจฉัยสภาวะฟันผุระหว่างการใช้ทันตกรรมทางไกลกับการตรวจในช่องปาก โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และแปลผลระดับความสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Landis

& Koch โดยถือว่าค่า Kappa ตั้งแต่ 0.61 ขึ้นไป เป็นความสอดคล้องในระดับสูง คำนวณค่า ความไว (Sensitivity) ความจำเพาะ (Specificity) ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%รวมถึง PPV และ NPV ของการคัดกรองผ่านระบบทันตกรรมทางไกล เทียบกับการตรวจจริงโดยความไว ความจำเพาะ ความถูกต้องแม่นยำ PPV NPV ควรสูงกว่า 80%

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบึงกาฬ เอกสารรับรองเลขที่ BKPH 2026-062 รับรองเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2569 ผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมดเข้าร่วมด้วยความสมัครใจและสามารถถอนตัวจากการศึกษาได้ทุกเมื่อโดยไม่เสียสิทธิใดๆ รวมถึงข้อมูลต่างๆรวมถึงภาพถ่ายและวิดีโอจะถูกเข้ารหัสไม่สามารถระบุชื่อ-นามสกุลของกลุ่มตัวอย่างได้

ผลการวิจัย (Result)

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย (ทันตบุคลากร/ครู และ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสอบถามกลุ่มผู้ให้ข้อมูลจำนวน 64 คน ส่วนใหญ่เป็นทันตาภิบาล 48 คน (75.0%) ครูอนามัย 12 คน (18.8%) และทันตแพทย์ 4 คน (6.3%) มีอายุงานส่วนใหญ่อยู่ที่ 0 - 9 ปี 31 คน(48.4%) 10- 19 ปี 25 คน (39%) และตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป 8 คน (12.6%) มีพื้นที่ปฏิบัติงานกระจายตัวครอบคลุมทั้ง 8 อำเภอในจังหวัดบึงกาฬ โดยมาจากอำเภอเซกา มากที่สุด 14 คน (21.9%) บึงกาฬ 10 คน (15.6%) พรเจริญ 9 คน (14.1%) โซ่พิสัย 8 คน (12.5%) ศรีวิไล 7 คน (10.9%) ปากคาด 6 คน (9.4%) บึงโขงหลง 5 คน (7.8%) และบุ่งคล้า 5 คน (7.8%)

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นป.5 110 คน (27.5%) ป.6 80 คน (20.00%) ป.4 72 คน (18.00%) ป.1 49 คน (12.25%) ป.3 47 คน (11.75%) ป.2 42 คน (10.50%) โดยมีอายุส่วนใหญ่อยู่ที่ 10 ปี 109 คน (27.25%) 11 ปี 74 คน (18.50%) 9 ปี 73 คน (18.25%) 6 ปี 49 คน (12.25%) 8 ปี 46 คน (11.50%) 7 ปี 42 คน (10.50%) 12 ปี 7 คน (1.75%) โดยมาจากพื้นที่ อำเภอบึงโขงหลง มากที่สุด 91 คน (22.75%) บึงกาฬ 59 คน (14.75%) เซกา 51 คน (12.75%) ศรีวิไล 50 คน (12.50%) โซ่พิสัย 50 คน (12.50%) บุ่งคล้า 36 คน (9.00%) พรเจริญ 33 คน (8.25%) ปากคาด 30 คน (7.50%)

2. รูปแบบการเฝ้าระวังทันตสุขภาพโดยใช้ทันตกรรมทางไกลร่วมกับกล้องถ่ายภาพภายในช่องปาก

จะปรับเปลี่ยนวิธีการดำเนินงานจากเดิมที่ให้ทันตบุคลากร(ทันตแพทย์/ทันตาภิบาล) เป็นผู้ออกตรวจเฝ้าระวังทันตสุขภาพในโรงเรียนและประเมินผลสภาวะฟันผุ เป็นการให้ครูอนามัยใช้กล้อง

ถ่ายภาพภายในช่องปาก ทำการถ่ายรูปและคลิปวิดีโอแล้วส่งให้ทันตบุคลากรทำการประเมินผลสภาวะฟันผุ

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแม่นยำในการคัดกรองฟันผุระหว่างวิธี ทันตกรรมทางไกล (Teledentistry) และการตรวจในช่องปาก (Onsite) จากการวิเคราะห์ความถูกต้องแม่นยำของการคัดกรอง พบว่า Teledentistry มีความไว (Sensitivity) ร้อยละ 77.9 (95% CI: 71.6–83.2, 152/195) หมายถึง สามารถตรวจพบฟันผุได้ถูกต้องในนักเรียนที่ตรวจพบฟันผุจากการตรวจ Onsite ร้อยละ 77.9 มีความจำเพาะ (Specificity) ร้อยละ 68.3 (95% CI: 61.6–74.3, 140/205) หมายถึง สามารถจำแนกนักเรียนที่ไม่พบฟันผุจากการตรวจ Onsite ได้ถูกต้องร้อยละ 68.3 มีความถูกต้องโดยรวม (Accuracy) ร้อยละ 73.0 (292/400) รวมถึงมีค่าพยากรณ์เชิงบวก (PPV) ร้อยละ 70.0 (95% CI: 63.6–75.7, 152/217) และค่าพยากรณ์เชิงลบ (NPV) ร้อยละ 76.5 (95% CI: 69.9–82.1, 140/183) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสัมพันธ์ (Crosstabulation) ผลการคัดกรองฟันผุระหว่างวิธี Onsite และ Teledentistry (n = 400)

	ตรวจ Onsite พบฟันผุ	**ตรวจ Onsite ไม่พบฟันผุ**	**รวม**
Teledentistry พบฟันผุ	152 (True Positive) (77.9%)*	65 (False Positive) (31.7%)*	217
Teledentistry ไม่พบฟันผุ	43 (False Negative) (22.1%)*	140 (True Negative) (68.3%)*	183
รวม	195	205	400

*ร้อยละตามคอลัมน์

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง พบว่า การตรวจด้วย Teledentistry และการตรวจ Onsite มีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง (Cohen's Kappa = 0.461, $p < 0.001$) ขณะที่ผลการทดสอบ McNemar พบว่าสัดส่วนผลการจำแนกของทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.043$) โดย Teledentistry จัดจำแนกว่าพบฟันผุจำนวน 217 ราย ขณะที่การตรวจ Onsite พบจำนวน 195 ราย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (Kappa) และความแตกต่าง (McNemar)

สถิติทดสอบ	ค่าที่คำนวณได้	p-value	ระดับความสอดคล้อง
Cohen's Kappa	0.461	< 0.001	ปานกลาง
McNemar's Test	4.083	0.043*	มีความแตกต่างกัน

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ร้อยละตามคอลัมน์

3. ผลการประเมินความพึงพอใจและความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบไปใช้ จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเฝ้าระวังในภาพรวมอยู่ในระดับ "มากที่สุด" (ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน= 4.70) โดยประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ตทำได้ง่าย (4.80) และภาพถ่ายและวิดีโอมีความชัดเจนช่วยให้สื่อสารผลการตรวจกับผู้ปกครองง่ายขึ้น (4.80) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจต่อรูปแบบ (n = 64)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความง่ายในการใช้งาน (Ease of Use)			
1. ขั้นตอนการใช้งานกล้องถ่ายภาพภายในช่องปากไม่ซับซ้อน	4.72	0.48	มากที่สุด
2. คู่มือปฏิบัติงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.72	0.48	มากที่สุด
3. การบันทึกภาพตามมาตรฐาน (ถ่ายภาพ 3 ภาพ และถ่ายคลิปวิดีโอ) สามารถทำได้จริงในโรงเรียน	4.78	0.41	มากที่สุด
4. การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ตทำได้ง่าย	4.80	0.47	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ (Usefulness)			
5. ช่วยให้การเฝ้าระวังฟันผุครอบคลุมนักเรียนจำนวนมาก	4.64	0.51	มากที่สุด
6. ลดภาระการเดินทางและจัดเตรียมสถานที่	4.73	0.51	มากที่สุด
7. ภาพถ่ายและวิดีโอมีความชัดเจนช่วยให้สื่อสารผลการตรวจกับผู้ปกครองง่ายขึ้น	4.80	0.44	มากที่สุด
8. ช่วยให้เด็กนักเรียนที่มีรอยโรคได้รับการตรวจพบและส่งต่อรักษาได้เร็วขึ้น	4.70	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจต่อรูปแบบ (n = 64) (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
9. รูปแบบนี้ช่วยเพิ่มความร่วมมือระหว่างโรงเรียนและสถานพยาบาล	4.55	0.71	มากที่สุด
ด้านความมั่นใจและความเป็นไปได้ (System Confidence & Feasibility)			
10. ภาพถ่ายและคลิปวิดีโอมีความชัดเจนเพียงต่อต่อการแปลผลสภาวะฟันผุ	4.77	0.42	มากที่สุด
11. ความมั่นใจในความถูกต้องของการแปลผลผ่านระบบทางไกล	4.53	0.53	มากที่สุด
12. ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลที่ปลอดภัยและรักษาความลับของนักเรียน (PDPA)	4.70	0.46	มากที่สุด
13. รูปแบบนี้ควรนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการเฝ้าระวังในระดับจังหวัด	4.69	0.50	มากที่สุด
14. ความยินดีที่จะใช้งานรูปแบบนี้อย่างต่อเนื่องในอนาคต	4.73	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.70	0.49	มากที่สุด

อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย (Discussion and Conclusion)

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเฝ้าระวัง Bueng Kan Teledentistry Model ระบบมีศักยภาพเป็นเครื่องมือคัดกรองเบื้องต้น แต่ยังไม่ควรใช้แทนการตรวจทางคลินิก เนื่องจาก sensitivity, specificity และ Kappa ยังอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kopycka-Kedzierawski [18] แต่มีความแตกต่างกับผลการศึกษาของ Estai และคณะ[19] ที่ค่าความสอดคล้องส่วนใหญ่สูงกว่า 0.80 และบันทึกภาพโดยทันตบุคลากร แต่ใน บึงกาฬโมเดล เป็นการถ่ายโอนภาระงานสู่ครูอนามัย ซึ่งทักษะและประสบการณ์ของผู้บันทึกภาพดิจิทัลเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการวินิจฉัยทางไกล[12] นอกจากนี้ยังพบว่าระบบการตรวจโดยทันตกรรมทางไกลตรวจพบฟันผุมากกว่าระบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ[20] เนื่องจากสามารถตรวจพบรอยผุบนผิวฟันได้ชัดเจนกว่าการตรวจด้วยตาเปล่าในสภาพที่แสงจำกัด[21] ซึ่งในแง่ของการเฝ้าระวังนั้น การมีแนวโน้มวินิจฉัยผลบวกเล็กน้อยถือเป็นข้อดีในการดักจับเด็กกลุ่มเสี่ยงเข้าสู่ระบบการรักษาได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น[5,19] สำหรับในแง่ของความพึงพอใจในการนำระบบไปใช้จริงในพื้นที่นั้นผลการศึกษา

ในส่วนของความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.70) บ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปทดลองใช้ในพื้นที่ที่มีความสนใจและสามารถดึงภาคีเครือข่ายนอกวิชาชีพเข้ามามีส่วนร่วมในการเฝ้าระวังทันตสุขภาพนักเรียนประถมศึกษา[1]

สิ่งที่ทำให้การศึกษานี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการเฝ้าระวังทันตสุขภาพประถมศึกษา คือ การเสริมพลังให้แก่ครูอนามัยในการดำเนินงาน[1] อันเป็นการช่วยลดภาระในการเดินทางของทันตบุคลากรและยังส่งเสริมให้เด็กนักเรียนประถมศึกษากลุ่มเสี่ยงเข้าถึงบริการทันตกรรมได้มากยิ่งขึ้น[22] ดังนั้น ควรพิจารณาสนับสนุนงบประมาณจัดซื้อกล้อง Intraoral Camera ให้แก่โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่และขนาดกลางในพื้นที่ห่างไกล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือมาตรฐานในการเฝ้าระวังทันตสุขภาพ และทุกอำเภอควรบรรจุหลักสูตรการใช้กล้องและการคัดกรองฟันผุเบื้องต้นไว้ในการประชุมครูอนามัยประจำปี เพื่อสร้างมาตรฐานการบันทึกข้อมูลภาพนิ่งและวิดีโอให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งจังหวัด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในบางประการที่ควรนำไปพิจารณาในการศึกษาในอนาคต ดังนี้

1. การตรวจอ้างอิงที่ใช้การตรวจด้วยสายตาและแสงธรรมชาติ อาจได้ความแม่นยำน้อยกว่าการใช้เครื่องมือตรวจฟันร่วมกับโคมไฟส่องสว่าง ซึ่งเมื่อเทียบกับการใช้กล้องถ่ายภาพในช่องปากที่มีไฟส่องสว่างแล้ว จึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2. ความเป็นอิสระระหว่างสองวิธี (Independence of Methods) การประเมินผ่านระบบทันตกรรมทางไกล และการตรวจในช่องปากจริง (Onsite) แม้จะดำเนินการโดยควบคุมไม่ให้ผู้ประเมินรับรู้ผลลัพธ์ของอีกวิธีล่วงหน้าเพื่อป้องกันอคติ แต่เนื่องจากบริบทของการเก็บข้อมูลหน้างานอาจมีความเกี่ยวเนื่องกันด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งอาจส่งผลต่อความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ระหว่างการประเมินทั้งสองวิธี

3. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายอาจยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของเด็กนักเรียนได้ทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่และช่วงเวลาของการดำเนินโครงการ รวมถึงกลุ่มเป้าหมายที่มีการกระจายตัวต่างกันทำให้บางโรงเรียนที่เป็นเป้าหมาย มีกลุ่มตัวอย่างไม่ถึงตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ซึ่งอาจส่งผลต่อความเหมาะสมของการเป็นตัวแทนประชากรทั้งหมดได้

4. การประเมินความเป็นไปได้จากความพึงพอใจ อาจไม่แสดงถึงความเป็นไปได้จริง เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง เช่น ความพร้อมของโรงเรียน ทักษะการใช้กล้องถ่ายภาพในช่องปากของครูอนามัย คุณภาพของกล้อง

ถ่ายภาพในช่องปาก ระบบจัดเก็บข้อมูล ภาระงานของครูอนามัย และ งบประมาณ

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงต้นทุน (Cost-effectiveness analysis) ระหว่างการใช้ระบบ Teledentistry เทียบกับการจัดหน่วยทันตกรรมเคลื่อนที่ในระยะยาว นอกจากนี้ควรพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยครูในการคัดกรองเบื้องต้นจากวิดีโอที่บันทึก เพื่อลดภาระงานในการแปลผลของทันตแพทย์และเพิ่มความรวดเร็วในการแจ้งผลแก่ผู้ปกครอง และควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจฟันด้วยเครื่องมือตรวจฟันพร้อมทั้งโคมไฟส่องสว่างโดยทันตบุคลากร และมีการเก็บข้อมูลที่ละเอียดยิ่งขึ้น เช่นมีการเก็บค่า DMFT เพื่อเป็นการยืนยันผลการศึกษาในครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ทพ.มุนี เหมือนชาติ อดีตรองนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น, ทพ.วัชรพงษ์ หอมวุฒิวงศ์ รองนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดหนองคาย, ทพญ.วรางคณา อินทโลหิต รองนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดหนองบัวลำภู และทพญ. ภัทราภรณ์ หัสดิเสวี ทันตแพทย์เชี่ยวชาญ สำนักทันตสาธารณสุข ที่ช่วยสนับสนุนให้การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี รวมทั้งขอบคุณผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. นันท์มนัส แย้มบุตร, วรวรรณ แสงอรุณ, ศศิกร นาคมณี. **การดูแลสุขภาพช่องปากและการป้องกันโรคในกลุ่มเปราะบาง**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2564.
2. World Health Organization. **Global oral health status report: towards universal health coverage by 2030** [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022 [cited 2026 Sep 28]. Available from:https://www.who.int/publications/i/item/9789240061483
3. สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย. **รายงานผลการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 9 พ.ศ. 2566**. นนทบุรี: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2567.
4. พัชราวรรณ ศรีศิลปนันทน์. **ทันตกรรมชุมชนและการเข้าถึงบริการสุขภาพช่องปากในยุคดิจิทัล**. เชียงใหม่: คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2564.
5. Daniel SJ, Kumar S. **Teledentistry: A key component in access to care**. J Evid Based Dent Pract. 2014;14 Suppl:201-8.
6. กรมพัฒนาที่ดิน. **แผนการใช้ที่ดินจังหวัดบึงกาฬ** (Agri-Map) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2563 [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.ldd.go.th/agri-

map/eBook/NE/Buengkan/files/basic-html/page9.html

7. กรมการปกครอง. **สถิติจำนวนประชากรและบ้าน จำแนกรายจังหวัด: จังหวัดบึงกาฬ** [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย; 2568 [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://stat.bora.dopa.go.th/new_stat/webPage/statByAge.php

8. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ. **ข้อมูลพื้นฐานโรงเรียนและจำนวนนักเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 (ข้อมูล ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2568)** [อินเทอร์เน็ต]. บึงกาฬ: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ; 2568 [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www3.bkn.go.th

9. กระทรวงสาธารณสุข. **ข้อมูลเพื่อตอบสนอง Service Plan สาขาสุขภาพช่องปาก**. ระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (Health Data Center) จังหวัดบึงกาฬ [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข; 2569 [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://hdc.moph.go.th/bkn/public/standardsubcatalog/db30e434e30565c12fbac44958e338d5

10. The Coverage. **กาง 'แผนปฏิรูปกำลังคนสาธารณสุข' เพิ่มบุคลากรแพทย์ใน 10 ปี พร้อมรักษาให้อยู่ในระบบ** [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thecoverage.info/news/content/7187

11. สุภัทรญาณ ทองจิตร. **ต้นทุนต่อหน่วยบริการทันตกรรมเคลื่อนที่ของเครือข่ายโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร**. วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2020;8(1):91-101.

12. Alabdullah JH, Daniel SJ. **A systematic review on the validity of teledentistry. Telemed J E Health.** 2018;24(8):639-48. doi: 10.1089/tmj.2017.0132.

13. Jampani ND, Nutalapati R, Dontula BSK, Boyapati R. **Applications of teledentistry: a literature review and update. J Int Soc Prev Community Dent.** 2011;1(2):37-44. doi: 10.4103/2231-0762.97695.

14. Bahanan L, Alsharif M. **Factors affecting the acceptance of teledentistry determined using the technology acceptance model: A cross-sectional study** [Internet]. Digit Health. 2023 [cited 2026 Sep 28];9:20552076231158034. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36825078

15. Yamane T. **Statistics: An introductory analysis.** 2nd ed. New York: Harper and Row; 1967.

16. Golsanamloo O, Iranizadeh S, Jamei Khosroshahi A, Erfanparast L, Vafaei A, Ahmadinia Y, et al. **Accuracy of Teledentistry for Diagnosis and Treatment Planning of Pediatric Patients during COVID-19 Pandemic.** Int J Telemed Appl. 2022;2022:4147720. doi: 10.1155/2022/4147720.

17. 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** [Internet]. Community Dent Oral Epidemiol. 2007 [cited 2026 Sep 28];35(3):170-8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17518963

18. Kopycka-Kedzierawski DT, Billings RJ. **The-health-e-access childcare telehealth network: a preliminary study of teledentistry and its application to dental screening of preschool children** [Internet]. Pediatr Dent. 2007 [cited 2026 Sep 28];29(3):209-13. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17688017

19. Estai M, Bunt S, Kanagasingam Y, Kruger E, Tennant M. **Diagnostic accuracy of teledentistry in the detection of dental caries: a systematic review.** J Evid Based Dent Pract. 2016;16(3):161-72. doi: 10.1016/j.jebdp.2016.08.003.

20. Kopycka-Kedzierawski DT, Billings RJ. **Teledentistry in inner-city child-care centres.** J Telemed Telecare. 2006;12(4):176-81.

20. Kopycka-Kedzierawski DT, Billings RJ. **The-health-e-access childcare telehealth network: a preliminary study of teledentistry and its application to dental screening of preschool children** [Internet]. Pediatr Dent. 2007 [cited 2026 Sep 28];29(3):209-13. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17688017

21. Schulz-Weidner N, Gruber M, Wöstmann B, Uebereck CF, Krämer N, Schlenz MA. **Occlusal Caries Detection with Intraoral Scanners in Pediatric Dentistry: A Comparative Clinical Study** [Internet]. J Clin Med. 2024 [cited 2026 Sep 28];13(4):925. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10889243/

22. Penchansky R, Thomas JW. **The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction.** Med Care. 1981;19(2):127-40.