

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาล และผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

บทคัดย่อ

สิทธิศักดิ์ คำศรีสุข*, ศิริกาญจน์ คำศรีสุข*, อมรรัตน์ อนุวัตน์นันทเขตต์**

ความเป็นมา: โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ ผู้ป่วยจำนวนมากไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง การนำระบบติดตามสุขภาพทางไกลมาใช้ติดตามผู้ป่วยร่วมกับการรักษาตามมาตรฐานเป็นแนวทางใหม่ที่อาจช่วยเพิ่มประสิทธิผลการดูแลผู้ป่วย

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนต่อการควบคุมระดับ HbA1c และ Fasting Blood Sugar (FBS) รวมถึงผลลัพธ์ที่ผู้ป่วยรายงาน ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี

วิธีการศึกษา: เป็นการวิจัยแบบ quasi-experimental ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จำนวน 128 ราย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการติดตามผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนร่วมกับการรักษาตามมาตรฐาน (n=64) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการรักษาตามมาตรฐาน (n=64) ติดตามผลระยะเวลา 6 เดือน ประเมินผลลัพธ์ด้านระดับน้ำตาลในเลือด (FBS, HbA1c) ระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแล พฤติกรรมการดูแลตนเอง คุณภาพชีวิตและสุขภาพจิต (EQ-5D, WHO-5) ประสิทธิภาพของผู้ป่วยต่อระบบ ผลการใช้บริการ และค่าใช้จ่ายทางสุขภาพ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและเชิงอนุมาน

ผลการศึกษา: หลังติดตาม 6 เดือน พบว่ากลุ่มทดลองมีค่า FBS ลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม ในเดือนที่ 2, 4 และ 6 (121 ± 33.4 เทียบกับ 146 ± 30.6 มก./ดล., $p < 0.001$) และมีค่า HbA1c เดือนที่ 6 ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (7.2 ± 1.2 เทียบกับ $8.4 \pm 1.4\%$, $p < 0.001$) ไม่พบความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแลระหว่างกลุ่ม พฤติกรรมการควบคุมอาหารดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การออกกำลังกาย การรับประทานยา คุณภาพชีวิต และสุขภาพจิตไม่แตกต่างกัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่รายงานว่าแอปพลิเคชันใช้งานง่าย (ร้อยละ 85.9) และช่วยให้ควบคุมโรคดีขึ้น (ร้อยละ 93.8) การเข้ารับบริการและค่าใช้จ่ายทางสุขภาพไม่แตกต่างกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ: ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลชุมชน จึงควรนำมาใช้ในระบบบริการปฐมภูมิ

คำสำคัญ: เบาหวานชนิดที่ 2 ระบบติดตามสุขภาพทางไกล การดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่า โรงพยาบาลชุมชน ระบบบริการปฐมภูมิ

*โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

**คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Outcomes of telehealth monitoring on glycemic control and patient-reported results in poorly controlled type 2 diabetes: A value-based healthcare approach at Wiang Pa Pao Hospital, Chiang Rai

Sitthisak Kamsrisuk*, Sirikarn Kamsrisuk*, Amornrat

ABSTRACT

BACKGROUND: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a major public health problem, and many patients fail to achieve adequate glycemic control, leading to serious complications. Smartphone-based telehealth monitoring integrated with standard care is an emerging approach that may improve the effectiveness of patient care.

OBJECTIVE: To evaluate the effects of a smartphone-based telehealth monitoring system on glycemic control (HbA1c and Fasting Blood Sugar [FBS]) and patient-reported outcomes in patients with poorly controlled T2DM.

METHODS: This quasi-experimental study included 128 patients with T2DM at Wiang Pa Pao Hospital. Participants were allocated into an intervention group receiving telehealth monitoring via a smartphone application with standard care (n=64) and a control group receiving standard care alone (n=64). Outcomes over 6 months including FBS, HbA1c, abnormal blood glucose events requiring medical attention, self-care behaviors, quality of life and mental health (EQ-5D, WHO-5), patient experience, and healthcare utilization and costs. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics.

RESULTS: After 6 months, the intervention group showed significantly greater reduction in FBS compared with the control group at months 2, 4, and 6 (121 ± 33.4 vs 146 ± 30.6 mg/dL, $p < 0.001$). The mean HbA1c at month 6 was significantly lower in the intervention group (7.2 ± 1.2 vs 8.4 ± 1.4 %, $p < 0.001$). There was no significant difference in abnormal blood glucose events between groups. Dietary behavior improved significantly, while physical activity, medication adherence, quality of life, and mental health showed no significant differences. Most patients reported that the application was easy to use (85.9%) and helped improve disease control (93.8%). Healthcare utilization and costs were not significantly different.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS: Smartphone-based telehealth monitoring is an effective approach to improve glycemic control in patients with T2DM in community hospital settings and should be implemented in primary care services.

KEYWORDS: type 2 diabetes mellitus, telehealth monitoring, value-based healthcare, community hospital, primary care

*Wiang Pa Pao Hospital, Chiang Rai

**Faculty of Nursing, Chiang Rai Rajabhat University

Corresponding Author: Sitthisak Kamsrisuk E-mail: dr.neung@gmail.com

Received: 16 January 2026 Revised: 2 April 2026 Accepted: 15 June 2026

ความเป็นมา

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes mellitus) เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลก โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2565 มีผู้ป่วยเบาหวานทั่วโลกมากกว่า 537 ล้านคน และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 643 ล้านคนในปี พ.ศ. 2573 โดยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงโรคหัวใจและหลอดเลือด ไตวาย และภาวะตาบอด ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและภาระค่าใช้จ่ายทางสุขภาพของระบบบริการสุขภาพ สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2566 รายงานว่ามีผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มากกว่า 4.8 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตจากภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานมากกว่า 20,000 รายต่อปี¹⁻² และที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้าในปี พ.ศ. 2568 มีผู้ป่วยเบาหวานเข้ารับการรักษากว่า 4,000 ราย โดยร้อยละ 60 ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด³ แม้ว่าจะมีแนวทางการรักษามาตรฐานที่ชัดเจน มุ่งเน้นการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์เป้าหมายตามข้อแนะนำของสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา โดยทั่วไปกำหนดเป้าหมาย HbA1c ไม่เกิน 7% สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และไม่เกิน 6.5% ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีโรคร่วม⁴ แต่ผู้ป่วยจำนวนมากยังไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้อย่างเหมาะสม หนึ่งในสาเหตุสำคัญ คือข้อจำกัดของรูปแบบการดูแลแบบดั้งเดิมที่เน้นการติดตามผู้ป่วยเป็นระยะที่สถานพยาบาล ซึ่งอาจไม่เพียงพอในการสนับสนุนการดูแลตนเองอย่างต่อเนื่องในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ต้องอาศัยพฤติกรรมสุขภาพ เช่น การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย และการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการติดตามสุขภาพ เช่น telehealth และ mobile health (mHealth) จึงได้รับความสนใจมากขึ้น ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา⁵⁻⁷ หลักฐาน

จากการศึกษาแบบ systematic review และ meta-analysis รายงานว่า telehealth สามารถช่วยปรับปรุงการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการติดตามอย่างต่อเนื่องและการมีส่วนร่วมของทีมสหสาขาวิชาชีพ⁵⁻⁹ นอกจากนี้การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนยังช่วยส่งเสริมการดูแลตนเอง (self-management) และเพิ่มการตระหนักรู้ด้านพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วย¹⁰⁻¹⁴ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในบริบทของโรงพยาบาลชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรและความพร้อมด้านเทคโนโลยี ยังมีข้อขัดแย้งประจักษ์ค่อนข้างจำกัด¹⁵⁻¹⁶ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา การเดินทางเข้าถึงบริการสุขภาพมีข้อจำกัด ผู้ป่วยจำนวนมากไม่สามารถมารับบริการติดตามผลได้อย่างสม่ำเสมอ ประกอบกับพฤติกรรมบริโภคอาหารในท้องถิ่นและระดับความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (digital literacy) ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การควบคุมระดับน้ำตาลทำได้ยาก การนำระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนมาใช้ จึงอาจเป็นแนวทางที่ช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าว และเพิ่มความต่อเนื่องของการดูแลผู้ป่วย อีกทั้งแนวคิดการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่า (Value-Based Healthcare; VBHC)¹⁷ ซึ่งมุ่งเน้นการเพิ่มผลลัพธ์ทางสุขภาพของผู้ป่วยเมื่อเทียบกับทรัพยากรที่ใช้ได้รับความสนใจอย่างมากในระบบสุขภาพยุคใหม่ โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการดูแลโดยไม่เพิ่มต้นทุนอย่างมีนัยสำคัญ¹⁸⁻²⁰ อย่างไรก็ตาม หลักฐานเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ telehealth ภายใต้แนวคิด VBHC ในบริบทของโรงพยาบาลชุมชนในประเทศไทยยังมีจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี ภายใต้บริบทของโรงพยาบาลชุมชน

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลัก เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนร่วมกับการรักษาตามมาตรฐานกับการรักษาตามมาตรฐานเพียงอย่างเดียวต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (HbA1c และ fasting blood sugar; FBS) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีภายในระยะเวลา 6 เดือน

วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเอง ได้แก่ การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย และความสม่ำเสมอในการรับประทานยา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อคุณภาพชีวิตและสุขภาพจิตของผู้ป่วย (EQ-5D และ WHO-5)
3. เพื่อประเมินประสบการณ์ของผู้ป่วยต่อการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟน เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการใช้บริการสุขภาพและค่าใช้จ่ายทางสุขภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษาเป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental study) แบบมีกลุ่มควบคุม ดำเนินการในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารับบริการ ณ โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระยะเวลาศึกษา 6 เดือน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารับการรักษาในคลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย จำนวน 4,180 ราย

ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้โปรแกรม G*Power ซึ่งอาศัยหลักการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (power analysis) โดยกำหนดอำนาจการทดสอบ (power) เท่ากับ 0.80 ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 และกำหนดขนาดอิทธิพล (effect size) ระดับปานกลางเท่ากับ 0.50 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 64 รายต่อกลุ่ม มีผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าจำนวน 144 ราย จากนั้นได้คัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยใช้หมายเลขลำดับผู้ป่วย และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 64 ราย ซึ่งได้รับการดูแลรักษาตามมาตรฐานร่วมกับระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟน และกลุ่มควบคุมจำนวน 64 ราย ซึ่งได้รับการดูแลรักษาตามมาตรฐานเพียงอย่างเดียว

เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion Criteria)

ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีคุณสมบัติครบทุกข้อ ดังนี้

1. ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ไม่ดี (HbA1c >7%)
2. อายุไม่เกิน 70 ปี
3. รับประทานยาเบาหวานชนิดรับประทาน
4. มีสมาร์ตโฟนและสามารถใช้งานได้
5. สามารถสื่อสารภาษาไทยได้และยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์คัดออก (Exclusion Criteria)

เมื่อมีข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยหรือถอนความยินยอมระหว่างการศึกษา
2. ไม่สามารถติดตามผลได้ครบตามระยะเวลาการศึกษา 6 เดือน
3. เกิดภาวะแทรกซ้อนหรือภาวะเจ็บป่วยที่จำเป็นต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลวังน้ำเย็น จังหวัดเชียงราย

ตัวแปร

ตัวแปรต้น คือระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ทโฟนซึ่งมีแอปพลิเคชัน WellHealth application version 1

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ระดับ HbA1c ของผู้ป่วยเบาหวาน ณ เดือนที่ 6
2. ระดับ FBS ของผู้ป่วยเบาหวาน ณ เดือนที่ 2, 4 และ 6 รวมถึงผู้ป่วยที่มีระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแลทั้งต่ำและสูง โดยกำหนดที่ FBS <70 และ >180 มก./ดล. ตามลำดับ
3. คุณภาพชีวิต โดยใช้แบบประเมิน EQ-5D
4. สุขภาพจิตของผู้ป่วย โดยใช้แบบประเมิน WHO-5 Well-Being Index
5. ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน
6. ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพ

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก โรคประจำตัว การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย การรับประทานยา ค่า FBS และ HbA1c ก่อนเข้าร่วมการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ทโฟน ได้แก่ แอปพลิเคชัน WellHealth version 1 ทำงานบนระบบปฏิบัติการได้ทั้ง Android และ iOS มีฟังก์ชันหลักประกอบด้วย (1) การบันทึกระดับน้ำตาลในเลือดและค่าสุขภาพ (2) การบันทึกพฤติกรรมสุขภาพ เช่น อาหาร การออกกำลังกาย และการรับประทานยา (3) การบันทึกคุณภาพชีวิต (4) ระบบแจ้งเตือน ข้อความติดตาม คำแนะนำ และ (5) ช่องทางสื่อสารหรือติดตามโดยทีมสุขภาพ ข้อมูลถูกจัดเก็บภายใต้มาตรการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลตามมาตรฐานพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA)

2. แบบเก็บข้อมูลแบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วย 6 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย 2) ข้อมูลทางคลินิก เช่น FBS HbA1c โรคร่วม ฯลฯ 3) พฤติกรรมการดูแลตนเอง ได้แก่ การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย และการรับประทานยา 4) ผลลัพธ์ที่ผู้ป่วยรายงานเอง (patient-reported outcome measures; PROMs) ได้แก่ EQ-5D และ WHO-5 Well-Being Index 5) แบบประเมินความพึงพอใจของการใช้งานแอปพลิเคชัน และ 6) ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ จำนวนครั้งการเข้ารับบริการและค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพในช่วงติดตาม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้เก็บข้อมูล ได้แก่ พยาบาลคลินิกเบาหวานหรือผู้ช่วยวิจัยที่ผ่านการอบรมการใช้แบบเก็บข้อมูลตามแนวทางเดียวกัน การเก็บข้อมูลพฤติกรรมสุขภาพและผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ไม่ใช้การสัมภาษณ์เชิงคุณภาพแบบปลายเปิด

ผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมได้รับการบริการในคลินิกเบาหวานตามปกติ ศึกษาติดตามผลตรวจระดับ FBS และเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ผู้ป่วยรายงานเอง (PROMs) โดยเก็บ ณ ก่อนเริ่มการศึกษา เดือนที่ 2, 4 และ 6 ส่วนระดับ HbA1c ณ ก่อนเริ่มการศึกษา และเดือนที่ 6 รวมถึงได้รับการประเมินพฤติกรรมการดูแลตนเองและผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพโดยการสัมภาษณ์

ผู้ป่วยในกลุ่มทดลองจะได้รับการนัดหมายเพื่อชี้แจงและสอนการใช้ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ทโฟน หลังเข้าร่วมโครงการจะได้รับการติดตามพฤติกรรมสุขภาพ 3 ด้าน ได้แก่ (1) การบริโภคอาหาร (2) การออกกำลังกาย และ (3) ความสม่ำเสมอของการรับประทานยารักษาเบาหวาน รวมทั้งประสิทธิภาพการใช้งานแอปพลิเคชัน WellHealth application version 1 บนสมาร์ทโฟนทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา

6 เดือน ข้อมูลจากการใช้งานแอปพลิเคชันจะถูกบันทึกและจัดเก็บผ่านระบบฐานข้อมูลของแอปพลิเคชันสำหรับผลการตรวจระดับ FBS และเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ผู้ป่วยรายงานเอง (PROMs) จะได้รับการประเมิน ก่อนเริ่มการศึกษา เดือนที่ 2, 4 และ 6 ส่วนระดับ HbA1c และความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันได้รับการประเมิน ณ ก่อนเริ่มการศึกษา และเดือนที่ 6 รวมถึงมีการประเมินพฤติกรรม การดูแลตนเองและผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพโดยการสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยข้อมูลเชิงคุณภาพนำเสนอเป็นจำนวนและร้อยละ ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานระหว่างกลุ่มใช้สถิติ independent t-test สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง และ chi-square test หรือ Fisher's exact test สำหรับข้อมูลเชิงจัดหมวดหมู่ ผลลัพธ์ทางคลินิกที่มีการวัดซ้ำตามเวลา ได้แก่ FBS และ HbA1c วิเคราะห์โดยใช้สถิติ two-way mixed ANOVA เพื่อประเมินผลของเวลา ผลของกลุ่ม รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและเวลา (group $\times$ time interaction) เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ (post hoc comparison) โดยปรับค่า p-value ด้วยวิธี Bonferroni สำหรับผลลัพธ์ด้านพฤติกรรมสุขภาพเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาใช้สถิติ chi-square test หรือ Fisher's exact test ส่วนผลลัพธ์ด้านประสิทธิผลการใช้งานแอปพลิเคชันของผู้ป่วยจะวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเสนอเป็นจำนวนและร้อยละ สำหรับผลลัพธ์ด้านเศรษฐศาสตร์สุขภาพ จะวิเคราะห์จำนวนครั้งของการเข้ารับการรักษาด้วยสถิติ Poisson regression และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างกลุ่มด้วย Mann-Whitney U test กำหนดระดับค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p < 0.05$ การวิเคราะห์ข้อมูล

ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป การพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาด้านจริยธรรมในการศึกษาวิจัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย ตามหนังสือรับรองเลขที่ 041/2568 เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยเบาหวานทั้งสองกลุ่มมีลักษณะพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย โรคร่วม พฤติกรรม การดูแลตนเอง ณ ก่อนการศึกษา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ระดับน้ำตาล FBS และ HbA1c ก่อนการศึกษาไม่แตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม ($p=0.860$ และ $p=0.420$ ตามลำดับ) ภายหลังการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีระดับ FBS ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนที่ 2, 4 และ 6 ($p < 0.001$ ทุกช่วงเวลา) นอกจากนี้ กลุ่มทดลองยังมีระดับ HbA1c ในเดือนที่ 6 ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ตารางที่ 2) ผลลัพธ์ด้านระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแลระหว่างการศึกษามากกว่าผู้ป่วยที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (< 70 มก./ดล.) ที่ต้องได้รับการดูแลทั้งสองกลุ่ม และพบว่าทั้งสองกลุ่มมีผู้ป่วยที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง (> 180 มก./ดล.) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.560$) (ตารางที่ 3) ด้านพฤติกรรมสุขภาพ พบว่าการควบคุมอาหารอย่างสม่ำเสมอของทั้งสองกลุ่มก่อนเริ่มการศึกษาไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ภายหลังการเข้าร่วมการศึกษา กลุ่มทดลองมีคะแนนการควบคุมอาหารอย่างสม่ำเสมอสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนที่ 2, 4 และ 6 ($p=0.004$, $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4)

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง (n=64)		กลุ่มควบคุม(n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
เพศ					
ชาย	32	50	32	50	1.000
อายุ (ปี), mean $\pm$ SD	52.2 $\pm$ 10.1		52.5 $\pm$ 9.2		0.861
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²), mean $\pm$ SD	23.6 $\pm$ 3.2		24.4 $\pm$ 4.1		0.221
โรคร่วม					
ไม่มี	25	39	26	40	0.474
มี	39	61	29	60	
ความดันโลหิตสูง	38	59.4	35	54.7	0.721
ไขมันในเลือดสูง	24	37.5	26	40.6	0.856
โรคไตเรื้อรัง	4	6.25	3	4.6	1.000
โรคหลอดเลือดหัวใจ	0	0	0	0	-
โรคหลอดเลือดสมอง	0	0	0	0	-
การควบคุมอาหาร					
ไม่สม่ำเสมอ	34	53.1	33	51.6	0.856
สม่ำเสมอ	30	46.9	31	48.4	
การออกกำลังกาย					
<150 นาทีต่อสัปดาห์	47	73.4	45	70.3	0.680
$\geq$ 150 นาทีต่อสัปดาห์	17	26.6	19	29.7	
ความสม่ำเสมอของการรับประทานยา					
ไม่สม่ำเสมอ	12	18.5	13	20.3	0.840
สม่ำเสมอ	52	81.3	51	79.7	

SD, standard deviation

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิก

ผลของระดับน้ำตาลในเลือด	กลุ่มทดลอง (n=64)	กลุ่มควบคุม (n=64)	p-value
ก่อนการทดลอง			
FBS (มก./ดล.), mean $\pm$ SD	142.9 $\pm$ 41.8	144.3 $\pm$ 45.8	0.860
HbA1c (%), mean $\pm$ SD	8.8 $\pm$ 1	8.6 $\pm$ 1.2	0.420
2 เดือนหลังการทดลอง			
FBS (มก./ดล.), mean $\pm$ SD	122 $\pm$ 24.6	150 $\pm$ 25.1	<0.001
4 เดือนหลังการทดลอง			
FBS (มก./ดล.), mean $\pm$ SD	124 $\pm$ 20.3	144 $\pm$ 26.4	<0.001
6 เดือนหลังการทดลอง			
FBS (มก./ดล.), mean $\pm$ SD	121 $\pm$ 33.4	146 $\pm$ 30.6	<0.001
HbA1c (%), mean $\pm$ SD	7.2 $\pm$ 1.2	8.4 $\pm$ 1.4	<0.001

FBS, fasting blood sugar; SD, standard deviation

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ด้านระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแลระหว่างการศึกษา

ระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติที่ต้องได้รับการดูแล	กลุ่มทดลอง (n=64)		กลุ่มควบคุม (n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ (<70 มก./ดล.)	0	0	0	0	-
ระดับน้ำตาลในเลือดสูง (>180 มก./ดล.)	1	1.6	2	3.1	0.560

ตารางที่ 4 การควบคุมอาหาร

ผู้ป่วยที่ควบคุมอาหารอย่างสม่ำเสมอ	กลุ่มทดลอง (n= 64)		กลุ่มควบคุม (n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ก่อนการศึกษา	30	46.8	31	48.4	0.860
เดือนที่ 2	51	79.6	35	54.7	0.004
เดือนที่ 4	52	81.2	32	50	<0.001
เดือนที่ 6	56	87.5	30	46.9	<0.001

ด้านการออกกำลังกาย พบว่าทั้งสองกลุ่มมีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอไม่แตกต่างกัน ก่อนเริ่มการศึกษาและในเดือนที่ 2 หลังการศึกษา อย่างไรก็ตาม กลุ่มทดลองมีการออกกำลังกายสม่ำเสมอสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในเดือนที่ 4 และ 6 ($p=0.007$ และ $p=0.021$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 5) ด้านความสม่ำเสมอในการรับประทานยา ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่มในทุกช่วงเวลา (ตารางที่ 6) ผลลัพธ์ที่ผู้ป่วยรายงานตนเองในปัญหาด้านคุณภาพชีวิตและสุขภาพจิต ด้วยแบบประเมิน EQ-5D และ WHO-5

Well-Being Index พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองกลุ่ม (ตารางที่ 7) ด้านประสิทธิภาพของผู้ป่วยกลุ่มทดลองในการใช้งานระบบ พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ประเมินว่าแอปพลิเคชันใช้งานง่ายมาก (ร้อยละ 85.9) และช่วยให้จัดการโรคเบาหวานได้ดีขึ้น (ร้อยละ 93.8) (ตารางที่ 8) สำหรับผลด้านเศรษฐศาสตร์สุขภาพ พบว่าจำนวนครั้งการเข้ารับบริการในโรงพยาบาลและค่าใช้จ่ายสุขภาพเฉลี่ยในช่วง 6 เดือน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 5 การออกกำลังกาย

ผู้ป่วยที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ >150 นาทีต่อสัปดาห์	กลุ่มทดลอง (n=64)		กลุ่มควบคุม (n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ก่อนการศึกษา	17	26.6	19	29.7	0.680
เดือนที่ 2	26	40.6	20	31.2	0.270
เดือนที่ 4	33	51.6	18	28.1	0.007
เดือนที่ 6	35	54.6	22	34.4	0.021

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 6 การรับประทานยา

ผู้ป่วยที่รับประทานยาอย่างสม่ำเสมอ	กลุ่มทดลอง (n=64)		กลุ่มควบคุม (n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ก่อนการศึกษา	52	81.3	51	79.7	0.840
เดือนที่ 2	55	85.9	48	75	0.150
เดือนที่ 4	57	89	52	81.3	0.270
เดือนที่ 6	57	89	50	78.1	0.120

ตารางที่ 7 คุณภาพชีวิตและสุขภาพจิต (PROMs)

ผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านคุณภาพชีวิตและสุขภาพจิต	กลุ่มทดลอง (n=64)		กลุ่มควบคุม (n=64)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ประเมินคุณภาพชีวิตด้วย EQ-5D					
เดือนที่ 2	0	0	0	0	-
เดือนที่ 4	0	0	0	0	-
เดือนที่ 6	0	0	0	0	-
ประเมินสุขภาพจิตด้วย WHO-5 Well-Being Index					
เดือนที่ 2	0	0	0	0	-
เดือนที่ 4	0	0	0	0	-
เดือนที่ 6	0	0	0	0	-

PROMs, patient-reported outcome measures

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของผู้ป่วยกลุ่มทดลองในการใช้งานระบบ (n=64)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง	
	จำนวน	ร้อยละ
ความยากง่ายของการใช้งานแอปพลิเคชัน		
ง่ายมาก	55	85.9
ค่อนข้างง่าย	5	7.8
ปานกลาง	4	6.2
ยาก	0	0
ยากมาก	0	0
แอปพลิเคชันช่วยให้บริหารโรคเบาหวานได้ดีขึ้นหรือไม่		
ใช่่มาก	60	93.8
ใช่บ้าง	4	6.2
ไม่แน่ใจ	0	0
ไม่	0	0

ตารางที่ 9 ผลทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพ

ผลทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพ	กลุ่มทดลอง (n=64)	กลุ่มควบคุม (n=64)	p-value
จำนวนครั้งที่เข้ารับรักษาในโรงพยาบาล, mean	0.20	0.28	0.356
จำนวนครั้งที่เข้ารับบริการที่คลินิกเบาหวาน, mean $\pm$ SD	3 $\pm$ 0	3 $\pm$ 0	1.000
ค่าใช้จ่ายสุขภาพเฉลี่ยใน 6 เดือน (บาท), mean $\pm$ SD	621.9 $\pm$ 41.7	681.2 $\pm$ 331.8	0.210

SD, standard deviation

สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาสนับสนุนว่าระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ทโฟนร่วมกับการรักษาตามมาตรฐานสามารถช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ทางคลินิกของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีในบริบทโรงพยาบาลชุมชนได้ โดยเฉพาะผลต่อ FBS และ HbA1c ในระยะเวลาติดตาม 6 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับหลักฐานจาก systematic reviews และ meta-analyses ที่รายงานว่า telehealth หรือ telemonitoring ช่วยลด HbA1c ได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการมีส่วนร่วมของทีมสุขภาพและมีการติดตามอย่างต่อเนื่อง^{5-7,21-22}

ประเด็นที่น่าสนใจจากการศึกษานี้ คือ พฤติกรรมการควบคุมอาหารมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเทียบกับพฤติกรรมสุขภาพด้านอื่น อาจอธิบายได้ว่า intervention ของการศึกษานี้ที่เอื้อต่อการติดตามและสะท้อนกลับเรื่องอาหารได้โดยตรงมากกว่า เช่น การบันทึกข้อมูลอาหาร ทำให้ผู้ป่วยตระหนักรู้และปรับพฤติกรรมได้ทันที ขณะที่การออกกำลังกายและความสม่ำเสมอในการรับประทานยา อาจต้องพึ่งพาปัจจัยแวดล้อม แรงจูงใจ และเครื่องมือสนับสนุนเฉพาะทางมากกว่า ดังนั้น หากจะพัฒนาแอปพลิเคชันในระยะต่อไป ควรเพิ่มฟังก์ชันเตือนการรับประทานยา ระบบติดตามกิจกรรมทางกาย หรือ เกมเชิงเกมเพื่อกระตุ้นความสม่ำเสมอของการออกกำลังกาย^{12,14} สำหรับด้านคุณภาพชีวิตและสุขภาพจิต ไม่พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม โดยเฉพาะเมื่อผลการประเมินด้วย EQ-5D และ WHO-5 Well-Being Index แสดงข้อมูลว่า ผู้ป่วยทุกรายไม่มีปัญหาตั้งแต่การติดตามระยะแรก อาจสะท้อน ceiling effect ของเครื่องมือ ซึ่งอาจไม่มีความไวพอที่จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงสำหรับผู้ป่วยกลุ่มนี้ แม้ผลลัพธ์ทางคลินิกจะดีขึ้นก็ตาม ในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาใช้เครื่องมือที่จำเพาะต่อโรคเบาหวานมากขึ้น เช่น เครื่องมือประเมิน

diabetes-related distress หรือ diabetes-specific quality of life เป็นต้น

ผลด้านเศรษฐศาสตร์สุขภาพของการศึกษานี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม การที่ผลลัพธ์ทางคลินิกของกลุ่มทดลองดีขึ้น โดยเฉพาะการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยไม่ได้เพิ่มภาระต้นทุนอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนถึงการเพิ่มคุณค่าของการดูแลสุขภาพตามแนวคิด Value-Based Healthcare (VBHC) ซึ่งมุ่งเน้นผลลัพธ์ที่ดีขึ้นต่อผู้ป่วยเมื่อเทียบกับทรัพยากรที่ใช้^{17,20} การศึกษานี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ (feasibility) ในการนำระบบ telehealth ไปใช้ในบริบทจริงของโรงพยาบาลชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ระบุว่า การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในระบบบริการสุขภาพสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านภูมิศาสตร์และเพิ่มความต่อเนื่องของการดูแลผู้ป่วย¹⁷⁻²⁰ โดยสรุป ระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ทโฟนร่วมกับการดูแลตามปกติมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลชุมชนได้

ข้อจำกัด

การศึกษาที่เป็น quasi-experimental ซึ่งอาจมี selection bias จากการที่ผู้เข้าร่วมต้องสามารถใช้สมาร์ทโฟนและสามารถใช้งานระบบได้ ซึ่งอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างที่มีทักษะดิจิทัลหรือแรงจูงใจในการดูแลตนเองสูงกว่าผู้ป่วยทั่วไป ทำให้ผลที่ได้จึงมีข้อจำกัด และอาจไม่สามารถสะท้อนภาพรวมของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมดในโรงพยาบาลชุมชนได้ อีกทั้งการติดตามในระยะเวลาเพียง 6 เดือน ก็ยังไม่สะท้อนผลด้านภาวะแทรกซ้อนระยะยาวและต้นทุนสะสมอย่างชัดเจน

ผลลัพธ์ของระบบติดตามสุขภาพทางไกลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและผลลัพธ์ที่รายงานโดยผู้ป่วยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี: แนวทางการดูแลสุขภาพโดยเน้นคุณค่าที่โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการนำระบบติดตามสุขภาพทางไกลผ่านสมาร์ตโฟนมาประยุกต์ใช้ในคลินิกเบาหวานของโรงพยาบาลชุมชน และระบบบริการปฐมภูมิ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการติดตามต่อเนื่อง และควรมีการศึกษาระยะยาว ขยายขนาดกลุ่มตัวอย่าง และประเมินต้นทุนรวมของการดำเนินงาน รวมทั้งควรพัฒนาเครื่องมือประเมินผลลัพธ์ที่มีความไวและจำเพาะต่อบริบทของผู้ป่วยเบาหวานมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลเวียงป่าเป้า คณะกรรมการพิจารณาด้านจริยธรรมในการศึกษาวิจัยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย

REFERENCES

1. Department of Disease Control. Diabetes situation in Thailand [Internet]. Bangkok: Ministry of Public Health; 2024 [cited 2024 Sep 16]. Available from: https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=38403&deptcode=brc&news_views=2606
2. Health Information System Development Office. Thai health statistics [Internet]. Bangkok: HISRO; 2024 [cited 2024 Sep 16]. Available from: <https://www.hiso.or.th/thaihealthstat/area/index.php>
3. Wiang Pa Pao Hospital. Annual report of diabetes clinic performance 2025. Chiang Rai: Wiang Pa Pao Hospital; 2025.
4. Diabetes Association of Thailand. Clinical practice guideline for diabetes 2023. Bangkok: Srimuang Printing; 2023.
5. Lee SWH, Ooi L, Lai YK. Telemedicine for the management of glycemic control and clinical outcomes of type 1 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Front Pharmacol*. 2017;8:330.
6. Tchero H, Kangambega P, Briatte C, Brunet-Houdard S, Retali GR, Rusch E. Clinical effectiveness of telemedicine in diabetes mellitus: a meta-analysis of 42 randomized controlled trials. *Telemed J E Health*. 2019;25(7):569-83.
7. Su D, Zhou J, Kelley MS, Michaud TL, Siahpush M, Kim J, et al. Does telemedicine improve treatment outcomes for diabetes? a meta-analysis of results from 55 randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract*. 2016;116:136-48.
8. Wu C, Wu Z, Yang L, Zhu W, Zhang M, Zhu Q, et al. Evaluation of the clinical outcomes of telehealth for managing diabetes: a PRISMA-compliant meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(43):e12962.
9. Bonoto BC, de Araújo VE, Godói IP, de Lemos LL, Godman B, Bennie M, et al. Efficacy of mobile health applications in improving glycemic control: a systematic review. *J Med Internet Res*. 2017;19(3):e70.
10. Greenwood DA, Gee PM, Fatkin KJ, Peebles M. A systematic review of reviews evaluating technology-enabled diabetes self-management education and support. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(5):1015-27.

11. Fleming GA, Petrie JR, Bergenstal RM, Holl RW, Peters AL, Heinemann L. Diabetes digital app technology: benefits, challenges, and recommendations. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2020;8(3):248–60.
12. Agarwal P, Mukerji G, Desveaux L, Ivers NM, Bhattacharyya O, Hensel JM, et al. Mobile app for improved self-management of type 2 diabetes: multicenter pragmatic randomized controlled trial. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2019;7(1):e10321.
13. Quinn CC, Clough SS, Minor JM, Lender D, Okafor MC, Gruber-Baldini A. WellDoc mobile diabetes management randomized controlled trial: change in clinical and behavioral outcomes and patient and physician satisfaction. *Diabetes Technol Ther.* 2008;10(3):160-8.
14. Holmen H, Wahl AK, Cvancarova Småstuen M, Ribu L. Tailored communication within mobile apps for diabetes self-management: a systematic Review. *J Med Internet Res.* 2017;19(6):e227.
15. Kempf K, Martin S. Autonomous telemedical lifestyle intervention in type 2 diabetes: randomized trial. *Diabetologia.* 2017;60(2):319–28.
16. Izquierdo RE, Knudson PE, Meyer S, Kearns J, Ploutz-Snyder R, Weinstock RS. A comparison of diabetes education administered through telemedicine versus in person. *Diabetes Care.* 2003;26(4):1002-7.
17. Fernández-Salido M, Alhambra-Borrás T, Casanova G, Garcés-Ferrer J. Value-based healthcare delivery: a scoping review. *Int J Environ Res Public Health.* 2024;21(2):134.
18. Bashshur RL, Howell JD, Krupinski EA, Harms KM, Bashshur N, Doarn CR. The empirical foundations of telemedicine interventions in primary care. *Telemed J E Health.* 2016;22(5):342-75.
19. Scott Kruse C, Karem P, Shifflett K, Vegi L, Ravi K, Brooks M. Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: a systematic review. *J Telemed Telecare.* 2018;24(1):4-12.
20. World Health Organization. WHO guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening. Geneva: WHO; 2019.
21. Wootton R. Twenty years of telemedicine in chronic disease management--an evidence synthesis. *J Telemed Telecare.* 2012;18(4):211-20.
22. Eberle C, Stichling S. Effect of telemetric interventions on glycated hemoglobin A1c and management of type 2 diabetes mellitus: systematic meta-review. *J Med Internet Res.* 2021;23(2):e23252.