

ความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มของผู้สูงอายุ
ภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
DEMAND FOR AN INTERNET OF THINGS-BASED HEALTH MONITORING PATTERN
TO PREVENT FALLS IN THE ELDERLY

สุพิชพงษ์ ธนาเกียรติปัญญา^{1*}, พุฬิญา โอชารส² และกุกเกียรติ ทุดปอ³
Supitchapong Tanakietpinyo^{1*}, Luleeya O-Charot², and Kukiat Tudpor³

¹โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี

²คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ วิทยาเขตอีสซี

³คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹Somdej Phra Sangkharat Yanasangwon Geriatric Hospital, Department of Medical Services

²School of Nursing, Panyapiwat Institute of Management

³Faculty of Public Health, Mahasarakham University

Received: October 29, 2024 / Revised: December 16, 2024 / Accepted: December 17, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มของผู้สูงอายุภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศและนำไปใช้ในการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลทางชีวภาพแบบสวมใส่ (Smart Wearable) กับโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application) โดยอินเทอร์เน็ตเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุที่มารับบริการในโรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่า CVI เท่ากับ 0.9 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มของผู้สูงอายุด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 79 ให้ความเห็นว่ารูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นแบบสวมบริเวณข้อมือ และกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 100 มีความต้องการอุปกรณ์และแอปพลิเคชันที่มีความสามารถการตรวจจับขณะที่มีการหกล้มเกิดขึ้น สามารถทำการติดต่อผู้ช่วยเหลือ ผู้ดูแล ญาติที่ใกล้ชิด โดยอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่อให้มาช่วยเหลือและมีบริการให้ข้อมูล กรณีมีเหตุฉุกเฉินตามพื้นที่ใกล้เคียงด้วย

คำสำคัญ: ความต้องการ ระบบติดตาม ผู้สูงอายุ อุปกรณ์สวมใส่ เชื่อมต่อของสรรพสิ่ง

*Corresponding Author

E-mail: supitchapongjournal@gmail.com

Abstract

This research aimed to investigate the requirements for health monitoring pattern to prevent falls in the elderly within the Internet of Things (IoT) context. The further outcome is in order to develop an information technology model that leverages IoT technology to monitor health conditions, mainly focusing on fall detection. The IoT is the network of physical objects “things” that are embedded with sensors, software, and smart wearable for the purpose of connecting and exchanging data with other devices over the internet. Data was collected from 100 elderly individuals who received healthcare services at Somdej Phra Sangkharat Yanasangwon Geriatric Hospital. A questionnaire with CVI 0.9 was used to collect data. The general data and the data of requirements for health monitoring pattern to prevent falls in the elderly within the Internet of Things (IoT) context were analyzed by descriptive statistic.

The results showed that 79% of the samples preferred wrist-worn wearable devices for biometrics monitoring. Additionally, 100% of the samples expressed a need for devices and applications capable of detecting falls and automatically notifying caregivers or relatives via a mobile application. Furthermore, there was a demand for a service that provides information on nearby emergency services in case of an incident.

Keywords: Needs Assessment, Fall Monitoring, Elderly, Wearable Device, Internet of Things

บทนำ

ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aged Society) อย่างสมบูรณ์แล้ว จากข้อมูลของกรมสวัสดิการผู้สูงอายุ ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2566 พบว่าประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุร้อยละ 20.08 และคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2574 ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super-Aged Society) นั่นคือประเทศไทยจะมีประชากรที่อายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด (Department of Older Persons, 2024) ปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุมักเกิดจากการสมดุลทรงตัวไม่ดี ทำให้เกิดการพลัดตกหกล้ม โดยผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป มีการพลัดตกหกล้มอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง จากการสำรวจสุขภาพประชากรไทยในปี พ.ศ. 2565 พบว่า 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุพลัดตกหกล้มทุกปีหรือปีละกว่า 3 ล้านราย สาเหตุของการพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุเกิดจากการลื่น สะดุด หรือก้าวพลาดบนพื้นระดับเดียวกันมากถึงร้อยละ 67 และร้อยละ 5 มี

สาเหตุจากการตกหรือล้มจากบันไดและขั้นบันได และพบว่าใน 1 วัน ผู้สูงอายุไทย 4 คนเสียชีวิตด้วยสาเหตุจากการล้ม (Department of Disease Control, 2023)

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีและการสื่อสารจนได้รับความนิยมและเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตในสังคมผู้สูงอายุ เช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน อุปกรณ์สำหรับการสวมใส่อัจฉริยะที่มีความสามารถด้านการบันทึกข้อมูลสุขภาพ รวมทั้งระบบบริการสุขภาพที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมากขึ้น เทคโนโลยีทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก ประกอบกับผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีความสามารถในการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะควบคุมหรือใช้งานแบบไร้สายได้อย่างสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีความสามารถ

ในการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของคำจำกัดความของคำว่า การเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) ซึ่งเป็นนวัตกรรมและวิวัฒนาการของอินเทอร์เน็ตในยุคปัจจุบันที่เป็นตัวเชื่อมโยงโครงสร้างทางกายภาพ (Physical Infrastructure) กับโครงสร้างทางดิจิทัล (Digital Infrastructure) เข้าด้วยกัน (Kumar et al., 2019) อุปกรณ์ IoT บางตัวนั้นมีความสามารถจัดการทรัพยากรได้อย่างชาญฉลาด มีความสามารถในการคำนวณภายในตัวเอง ทำให้สามารถให้บริการในงานต่าง ๆ ได้มากและรวดเร็วขึ้น ทำให้สามารถดูแลสุขภาพได้ด้วยตัวเอง

จากการทบทวนงานวิจัย 65 เรื่องพบว่า ยังมีความต้องการเกี่ยวกับการประเมินรูปแบบความต้องการของผู้สูงอายุ (Quintana & Cruz, 2022) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความต้องการรูปแบบอุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพบนอุปกรณ์เคลื่อนที่รูปแบบใดที่ผู้สูงอายุต้องการใช้ และควรมีคุณสมบัติใดในการเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ด้านใดที่จะเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการใช้ของผู้สูงอายุได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับสังคมผู้สูงอายุ แบ่งเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับสังคมผู้สูงอายุออกเป็น 3 ส่วน คือ เทคโนโลยีเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้าน (Home Electronics) เทคโนโลยีที่ใช้ในการดูแลสุขภาพ (Health Care) และเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมในการดำรงชีวิต (Life Innovation)

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกด้านของชีวิต โดยเฉพาะการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ เนื่องจากประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก (Hong et al., 2023; Silawan et al., 2024) เทคโนโลยีที่สามารถช่วยในการติดตามและดูแลสุขภาพจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพและปลอดภัยมากขึ้น (Friedrich et al., 2023)

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นสังคมสูงอายุ (Aged Society) มีประชากรผู้สูงอายุร้อยละ 20.08 (Department of Older Persons, 2024) ผู้สูงอายุมักเผชิญกับปัญหาสุขภาพหลายประการ เช่น โรคเรื้อรัง ปัญหาทางการเคลื่อนไหว และปัญหาสุขภาพจิต (Barajas-Nava et al., 2022) เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การมองเห็นลดลง ความสามารถในการทรงตัวลดลง เดินเซ การเคลื่อนไหวลำบาก ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทรงตัวบกพร่อง ร่วมกับการมีโรคประจำตัว และต้องรับประทานยา จากผลของยาและการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย อาจส่งผลให้เกิดการพลัดตกหกล้มได้ การหกล้มทำให้ผู้สูงอายุเสียชีวิตถึง 2 ใน 3 จากอุบัติเหตุทั้งหมด ผลของการหกล้มพบว่ากระดูกข้อสะโพกหัก ร้อยละ 20-30 บาดเจ็บรุนแรงของสมอง ร้อยละ 5-10 มีการเสียชีวิต ร้อยละ 3.5 และสูญเสียความสามารถในชีวิตประจำวันร้อยละ 25-75 ครั้งหนึ่งของผู้สูงอายุที่หกล้มต้องเข้ารักษาในโรงพยาบาลจะเสียชีวิตในหนึ่งปี และเป็นสาเหตุอันดับแรกของการเกิดภาวะทุพพลภาพ บางคนรู้สึกอาย ซึมเศร้า มีความทุกข์ทรมาน อยากฆ่าตัวตาย การหกล้มสัมพันธ์กับการรักษา และค่าใช้จ่ายในการดูแลเพิ่มสูงขึ้น ผู้สูงอายุหกล้มหนึ่งครั้งอาจต้องจ่ายค่ารักษาสูงถึงแสนกว่าบาทต่อคนต่อครั้ง ถ้ามีอายุมากและมีโรคประจำตัวต้องนอนโรงพยาบาลเป็นเวลานานหรือนอนติดเตียงผู้สูงอายุจะต้องมีผู้ดูแลตลอดไป และพบว่า 1 ใน 5 ไม่สามารถกลับมาเดินได้อีก

(Wimolphan & Pitchalard, 2014) นอกจากนั้นสถิติเกี่ยวกับการบาดเจ็บของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ยังพบว่ามียอดอัตราการเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มสูงเป็นอันดับ 2 รองจากการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุขนส่งอีกด้วย (Department of Disease Control, 2023)

การพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุเป็นประเด็นสำคัญมาก นอกจากจะเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตแล้วยังเป็นการเสื่อมถอยของสภาพร่างกายอย่างเฉียบพลัน มีการเปลี่ยนแปลงจากที่ดูแลตัวเองได้กลายเป็นผู้ป่วยติดบ้านติดเตียง และยังมีผลกระทบต่อภาระของคนในครอบครัว รวมถึงงบประมาณหน่วยงานรัฐที่สูญเสียไปในการรักษาต่อปีเป็นจำนวนมากอีกด้วย (Foundation of Thai Gerontology Research and Development institute, 2015) การติดตามภาวะสุขภาพอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้การตรวจสอบและจัดการปัญหาเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีในการติดตามสุขภาพสามารถช่วยในการรวบรวมข้อมูลทางการแพทย์ ทำให้การวิเคราะห์และการตัดสินใจด้านการรักษาเป็นไปอย่างแม่นยำและรวดเร็ว ซึ่งมีหลายรูปแบบดังนี้

1. อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable Devices)

อุปกรณ์สวมใส่เพื่อสุขภาพ (Wearable Devices) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการดูแลสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องการติดตามและจัดการสุขภาพของตนเอง อุปกรณ์เหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยในการบันทึกข้อมูลสุขภาพ แต่ยังสามารถแจ้งเตือนและช่วยให้ผู้ดูแลรับรู้สถานการณ์สุขภาพได้อย่างทันท่วงที (Mattison et al., 2022) อุปกรณ์สวมใส่เช่น สมาร์ทวอตช์ (Smart Watches) และฟิตเนสแทรกเกอร์ (Fitness Trackers) ที่สามารถติดตามการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และกิจกรรมทางกายของผู้สูงอายุได้ และแจ้งเตือนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ เช่น การเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ (Chung et al., 2023)

2. เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

ในยุคดิจิทัลที่ทุกสิ่งสามารถเชื่อมต่อกันได้ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของเรา ทั้งในด้านส่วนบุคคลและธุรกิจ IoT คือเครือข่ายของอุปกรณ์ที่สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านอินเทอร์เน็ต ทำให้เราสามารถควบคุมและติดตามสิ่งต่าง ๆ ได้จากทุกที่ทุกเวลา อุปกรณ์ IoT ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตช่วยให้สามารถติดตามสถานะของผู้สูงอายุได้ตามเวลาจริง (Real Time) เช่น เซนเซอร์ (Sensor) ที่ติดตั้งในบ้านซึ่งสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีการล้มหรือเมื่อผู้สูงอายุไม่ได้เคลื่อนไหวในระยะเวลาอันยาวนาน การใช้ IoT ทำให้ผู้ดูแลและครอบครัวสามารถรับรู้สถานการณ์และตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว (Dorri et al., 2023)

3. แอปพลิเคชันด้านสุขภาพ (Health Applications)

แอปพลิเคชันด้านสุขภาพ (Health Applications) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้คนสามารถติดตาม จัดการ และปรับปรุงสุขภาพของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยฟังก์ชันและความสะดวกในการใช้มีแอปพลิเคชันมากมายที่ออกแบบมาใช้สำหรับผู้สูงอายุ เช่น แอปพลิเคชันที่ช่วยติดตามการใช้ยา การนัดหมายแพทย์ และการบันทึกข้อมูลสุขภาพ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถจัดการสุขภาพของตนเองได้ง่ายขึ้น (Peng et al., 2020)

4. เทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technology)

การใช้วิดีโอคอลหรือแอปพลิเคชันการสื่อสารอื่น ๆ ช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถติดต่อกับแพทย์หรือผู้ดูแลได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปพบแพทย์ การให้คำปรึกษาออนไลน์ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย (Cardoso da Silva et al., 2024)

5. ระบบ AI และการวิเคราะห์ข้อมูล (Artificial Intelligence System and Data Analytics)

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพสามารถช่วยให้เกิดการประเมิน

ความเสี่ยงด้านสุขภาพ และเสนอแนวทางการรักษาที่เหมาะสม การเรียนรู้ของเครื่องช่วยให้ระบบสามารถปรับตัวตามข้อมูลใหม่ ๆ และพัฒนาความแม่นยำในการคาดการณ์ผลลัพธ์ด้านสุขภาพ (Naumova, 2024) ปัจจุบันพบว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้เกี่ยวกับการหกล้มในผู้สูงอายุมากขึ้น โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ตรวจจับการหกล้มภายในบ้าน เช่น รีโมทติดผนังตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ กล้องวงจรปิดที่ติดตั้งภายในบ้าน หุ่นยนต์บริการดูแลผู้สูงวัย โดยใช้เทคโนโลยีกล้องดิจิทัล 3D เพื่อจับภาพและระบบวิเคราะห์การล้ม (Falling Detection) ของผู้สูงวัย อุปกรณ์ดังกล่าวมีความสามารถจับภาพพื้นที่ที่มีการล้มบนความสูงระดับพื้นดิน หรือวิเคราะห์ความเร็วในการล้ม (National Innovation Agency, 2018) เป็นต้น ส่วนอุปกรณ์ติดตามตัวเมื่ออยู่นอกบ้าน เช่น ไม้เท้าแจ้งเตือนการล้มสำหรับผู้สูงอายุ รองเท้าเตือนภัยป้องกันการหกล้ม (Panyakong et al., 2022) สมาร์ทวอตช์ นาฬิกาอัจฉริยะเพื่อดูแลสุขภาพและตรวจสอบข้อมูลสุขภาพของผู้สูงอายุช่วยให้ดูแลสุขภาพตัวเองได้ง่าย คัดกรองอาการเบื้องต้นก่อนพบแพทย์ได้ การตรวจวัดข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของสมาร์ตวอตช์ยังช่วยให้ผู้ใช้งานทุกคน โดยเฉพาะผู้สูงอายุสามารถตรวจสอบข้อมูลการเคลื่อนไหวของตนเอง (Mobility) ที่ไม่ใช่แค่การออกกำลังกายเท่านั้น มีการแจ้งเตือนกรณีเกิดอุบัติเหตุ สามารถใช้ฟีเจอร์การตรวจวัดการล้มแบบอัตโนมัติได้ (Fall Detection) ซึ่งในกรณีที่ผู้สวมใส่เกิดหกล้ม แล้วไม่มีการตอบสนองใด ๆ สมาร์ทวอตช์จะแจ้งผ่านเบอร์โทรศัพท์ที่ผู้ใช้งานฉุกเฉินที่เชื่อมต่อไว้ตอนเปิดใช้งานได้ และยังสามารถเพิ่มข้อมูลทางการแพทย์ไว้เพื่อป้องกันการเกิดเหตุฉุกเฉินที่ไม่มีใครคาดคิดได้อีก อย่างไรก็ตามอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาที่สูง ทำให้มีข้อจำกัดในการเข้าถึงอุปกรณ์ของผู้สูงอายุ และบางสมาร์ตวอตช์ต้องล้มแรง ๆ แล้วไม่ลุกทันทีจึงจะสามารถตรวจสอบได้ (Wongyai et al., 2020)

การวิจัยพัฒนาต้นแบบระบบป้องกันผู้ป่วยพลัดตกจากเตียงโดยใช้เทคนิคการจำแนกท่าทางสามารถช่วยเตือนให้พยาบาลสามารถรับรู้ถึงสถานะการเคลื่อนไหวที่อาจมีความเสี่ยงต่อการพลัดตกจากเตียงของผู้ป่วยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความสนใจที่จะใช้ต้นแบบระบบป้องกันผู้ป่วยพลัดตกจากเตียงโดยใช้เทคนิคการจำแนกท่าทาง ร้อยละ 90.7 (Whanngern, 2014) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้พัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่อป้องกันการตกเตียงสำหรับผู้สูงอายุ รวมถึงผู้ป่วยที่พักรักษาตัวบนเตียงอยู่ที่บ้านและโรงพยาบาล สามารถใช้เฝ้าระวังการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยบนเตียงได้ในระยะไกล ผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้สาย รวมถึงสามารถแจ้งเตือนการเคลื่อนไหวด้วยเสียง (Yongkong et al., 2018) นอกจากนี้ยังมีนวัตกรรมตรวจจับและแจ้งเตือนการพลัดตกหกล้มแบบติดตั้งที่ผนังห้อง Gunther Bath (“กันเธอ” สำหรับห้องน้ำ) หรือ Ambient Fall Detector (Lerspalungsanti, 2024)

Sajjarak & Chujai Mechel (2023) ได้นำเทคโนโลยีทางด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาประยุกต์เข้ากับระบบฝังตัวแบบพกพาด้วยการสร้างเป็นอุปกรณ์สวมใส่ในรูปแบบนาฬิกาสำหรับใช้ในการตรวจจับการหกล้มและแจ้งเตือนของผู้สูงอายุ อุปกรณ์มีการประมวลผลจากเซนเซอร์และส่งสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ด้วยตัวเอง โดยจะทดสอบทิศทางการหกล้ม 4 รูปแบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่ออุปกรณ์นั้นจะได้จากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในชุมชน พบว่าอุปกรณ์สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนการหกล้มได้ โดยมีค่าความไวอยู่ที่ร้อยละ 0.89 ค่าความจำเพาะอยู่ที่ร้อยละ 90.63 มีความแม่นยำในการทำนายทิศทางการหกล้มอยู่ที่ 0.89 และมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 89 ความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่ออุปกรณ์อยู่ในระดับดี

จะเห็นว่าปัจจุบันมีผู้พัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งแบบสวมใส่ (Wearable Sensor) แบบใช้กล้องตรวจจับภาพ (Vision Sensor) และแบบตรวจจับการเคลื่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Ambient Sensor) แต่อุปกรณ์ดังกล่าวยังมีข้อจำกัด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งเป็นผู้ใช้อุปกรณ์โดยตรง

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบเชิงสำรวจ (Survey Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรเป้าหมาย (Target Population) คือผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีภูมิลำเนาตำบลสัทธิ์ จังหวัดชลบุรี จำนวน 75,800 คน ประชากรที่เข้าถึงได้ (Accessible Population) คือผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีภูมิลำเนาสัทธิ์ ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวร เพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี กลุ่มตัวอย่างคือผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี และสนใจรับข้อมูลข่าวสารผ่านระบบ Mobile Applications จำนวน 100 คน

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการ (Inclusion Criteria) ได้แก่ ผู้สูงอายุที่มีสัญชาติไทย (อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป) ที่มารับบริการที่โรงพยาบาล และสนใจรับข้อมูลข่าวสารผ่านระบบ Mobile Applications สามารถใช้ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารโต้ตอบที่ได้ใจความ และยินยอมให้ข้อมูล เกณฑ์การแยกอาสาสมัครออกจากโครงการ (Exclusion Criteria) คือผู้สูงอายุที่ไม่สามารถเขียนและสื่อสารภาษาไทยได้ เกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษา (Discontinuation Criteria) ในกรณีผู้สูงอายุไม่เต็มใจและไม่ยินยอมให้ข้อมูลขณะสัมภาษณ์ครบทุกประเด็น ผู้วิจัยยินดียุติการสัมภาษณ์และจบการศึกษาจากผู้ให้ข้อมูลทันที

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง ใช้สูตรตาม ตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane (Moathong et al., 2017) กรณีขนาดประชากรเกิน 20,000 คนขึ้นไป ค่าความคลาดเคลื่อน ± 10 ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายจากผู้สูงอายุที่มารับบริการ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นโดยทีมวิจัย ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ลักษณะทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ โรคประจำตัว การเข้าถึงข้อมูลการแนะนำบริการด้านสุขภาพ ความถี่โดยเฉลี่ยในการเข้าใช้งาน ลักษณะการใช้งานสมาร์ตวอตช์ และความต้องการในการเลือกอุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพที่มีคุณสมบัติในการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งความต้องการในการเลือกอุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพนี้หมายถึง อุปกรณ์ที่เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการดูแลสุขภาพ (Healthcare) ที่เกี่ยวกับการหกล้มเท่านั้น เครื่องมือนี้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index) เท่ากับ 0.9 หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับผู้สูงอายุจำนวน 10 คน ประกอบด้วย ข้าราชการบำนาญ ด้านการศึกษา 3 คน ด้านสาธารณสุข 4 คน ข้าราชการบำนาญทหาร 3 คน เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการใช้แบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้ผ่านความเห็นชอบจาก คณะกรรมการจริยธรรมของกรมการแพทย์ ตามรหัสโครงการวิจัยที่ 3/2565 เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2565 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. ประชุมชี้แจงวิธีการ ขั้นตอนการเก็บข้อมูลตามแบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยและการตรวจสอบข้อมูลให้กับทีมวิจัย

2. การเก็บข้อมูล ในผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและสุ่มอย่างง่ายแล้ว ทีมวิจัยจึงขอความยินยอมผู้สูงอายุก่อนการสอบถามด้วยแบบสอบถามทุกราย

3. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยนักวิจัย โดยใช้แบบสอบถามความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุ ภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่แผนกผู้ป่วยนอก ใช้เวลา 15 นาที/คน

4. ตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูลที่เก็บทันที พร้อมบันทึกลงในโปรแกรมสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุ ภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยใช้จำนวน และร้อยละ

การพิทักษ์สิทธิตัวอย่าง ในการศึกษารั้งนี้ ผู้ศึกษาได้มีการคุ้มครองและพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการอธิบายวัตถุประสงค์ ความสำคัญของการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และชี้แจงการรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอผลการศึกษา ผู้เข้าร่วมการศึกษาก็จะได้รับถึงสิทธิต่าง ๆ คือผู้ศึกษาจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้เข้าร่วมศึกษาเป็นความลับในการเผยแพร่ข้อมูลและนำเสนอในภาพรวมทางวิชาการ และไม่เปิดเผยชื่อ ประวัติต่าง ๆ ของผู้เข้าร่วมการศึกษา

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Study) ศึกษาความต้องการของผู้สูงอายุในรูปแบบการติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีภายใต้การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มคนอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 100 ราย เพื่อสำรวจข้อมูลความต้องการแล้วนำไปต่อยอดการพัฒนาอุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพที่เกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีภายใต้การเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้สูงอายุไทย

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 77 เพศชาย ร้อยละ 23 อายุเฉลี่ย 65 ± 4.6 ปี (สูงสุด 80 ปี ต่ำสุด 60 ปี) การศึกษาส่วนใหญ่ระดับสูงกว่ามัธยม ร้อยละ 42 สถานภาพส่วนใหญ่สมรส ร้อยละ 67 การอยู่อาศัยส่วนใหญ่อยู่กับคู่สมรส ร้อยละ 66 อยู่กับญาติ ร้อยละ 22 และอยู่ลำพัง ร้อยละ 11 สภาพความเป็นอยู่ ส่วนใหญ่อาศัยที่ชั้นล่างของบ้าน ร้อยละ 68 มีอาชีพการงาน ร้อยละ 66 ทำงานราชการ ร้อยละ 66 ไม่เคยได้รับการอบรมเรื่องการดูแลตนเองของผู้สูงอายุ ร้อยละ 64 และไม่ผ่านเกณฑ์การออกกำลังกาย 30 นาที/วัน จำนวน 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 64

ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุมีโรคประจำตัว 88 ราย ซึ่งโรคประจำตัวที่ระบุนี้เป็นมานานเฉลี่ย 5.9 ปี ปัจจุบัน 12 รายรักษาหายแล้ว 12 รายยังรักษาอยู่ 71 ราย อาการคงที่ และ 5 รายที่ยังรักษาอยู่เนื่องจากอาการยังไม่ปกติ มีช่องทางในการรับรู้ข้อมูลการแนะนำบริการด้านสุขภาพทางโทรศัพท์ คิดเป็นร้อยละ 100 ทางวิทยุ ร้อยละ 42 สื่อประชาสัมพันธ์ ป้ายโฆษณา แผ่นพับ หรือคู่มือ ร้อยละ 67 และทางไลน์ (Line Application) ร้อยละ 92 แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ ร้อยละ 72 เว็บไซต์ด้านสุขภาพ ร้อยละ 37 เฟซบุ๊ก (facebook) ร้อยละ 21 จากบุคคลภายในบ้าน ร้อยละ 82 และจากบุคคลภายนอกบ้าน ร้อยละ 91

การเข้าใช้งานข้อมูลเรื่องการแนะนำบริการด้านสุขภาพ มีความถี่โดยเฉลี่ยในการเข้าใช้งานทุกวัน คิดเป็นร้อยละ 61 เข้าใช้งาน 4-5 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 22 เข้าใช้งาน 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 13 เข้าใช้งานสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ร้อยละ 3 เท่านั้น และมีระยะเวลาเข้าใช้งานข้อมูลการแนะนำบริการด้านสุขภาพ ส่วนใหญ่ครั้งละ 15-30 นาที คิดเป็นร้อยละ 44 ส่วนใหญ่มีและใช้โทรศัพท์มือถือที่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ (Smart Phone) ร้อยละ 92 ลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้โปรแกรมสนทนาออนไลน์ ร้อยละ 92 ใช้เล่นเกม ร้อยละ 70 และใช้อินเทอร์เน็ตหาข้อมูลทั่วไป ร้อยละ 53 ตามลำดับ

ความต้องการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีภายใต้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเรียงตามความต้องการมากไปน้อย

อันดับที่ 1 อุปกรณ์ที่ขณะที่ท่านล้มแล้วมีภาวะแทรกซ้อนเกิดขึ้น เช่น เกิดกระดูกหัก หมดสติ อุปกรณ์จะวิเคราะห์ปัญหาแล้วทำการติดต่อผู้ช่วยเหลือ ผู้ดูแล ญาติที่ใกล้ชิดโดยอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่อให้มาช่วยเหลือท่าน ต้องการร้อยละ 100 และอุปกรณ์และแอปพลิเคชันที่มีบริการให้ข้อมูลกรณีมีเหตุฉุกเฉินตามพื้นที่ใกล้เคียง (GPS) เมื่อท่านกดปุ่มที่แสดงในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือจะสามารถโทรหาสถานพยาบาลที่มีระบบรถฉุกเฉินที่อยู่ใกล้ตำแหน่งของท่านได้หรือสามารถโทรหาญาติที่บ้านที่เบอร์ไว้ได้ทันที ต้องการร้อยละ 100

อันดับที่ 2 อุปกรณ์และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่มีความสามารถในการติดตามการล้มหรือพยากรณ์อัตราเสี่ยงที่ท่านอาจจะเกิดการหกล้มได้ อุปกรณ์และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่มีความสามารถในการกำหนดพื้นที่ปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุซึ่งสามารถกำหนดพื้นที่ได้โดยญาติ/ผู้ดูแลร่วมกับผู้สูงอายุ โดยจะมีการส่งสัญญาณเตือนออกมาเมื่อผู้สูงอายุที่ใช้งานอุปกรณ์ออกนอกพื้นที่ปลอดภัย และอุปกรณ์ที่เป็นแบบสวมใส่ ต้องการร้อยละ 97

อันดับที่ 3 อุปกรณ์และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่มีการเชื่อมต่อไปยังแอปพลิเคชันแนะนำการดูแล การปฏิบัติตน และการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุข ต้องการร้อยละ 96

อันดับที่ 4 อุปกรณ์ที่มีความสามารถติดต่อผู้ช่วยเหลือ ผู้ดูแล ญาติที่ใกล้ชิด โดยทำงานผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือของท่าน ต้องการร้อยละ 94

ความต้องการในการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีแนวคิดการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตที่มี

ลักษณะใส่ข้อมือมีความสนใจมากที่สุด ร้อยละ 79 รองลงมาเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเหน็บเอว ร้อยละ 12 ลักษณะเป็นสร้อยคอ ร้อยละ 5 และลักษณะเป็นเข็มกลัด ร้อยละ 4 ตามลำดับ ส่วนราคาที่คุณคิดว่าเหมาะสมในการซื้อใช้งานมากที่สุดคือ ราคาไม่เกิน 2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมาราคาไม่เกิน 3,000 ร้อยละ 21 ราคาไม่เกิน 4,000 ร้อยละ 8 และราคาไม่เกิน 5,000 ร้อยละ 5 ตามลำดับ

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้พบว่าอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุต้องการใช้ในการติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีแนวคิดการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตเป็นลักษณะสวมใส่ข้อมือมากที่สุดเนื่องจากมีความเคยชินในการสวมใส่นาฬิกามากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ที่บางครั้งอาจลืมและไม่สะดวกในการสวมใส่โดยเฉพาะแบบสร้อยคอและเข็มกลัด อีกทั้งไม่ควรมีราคาที่สูงเกินไป สอดคล้องกับการนำเทคโนโลยีทางด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาประยุกต์เข้ากับระบบฝังตัวแบบพกพาด้วยการสร้างเป็นอุปกรณ์สวมใส่ในรูปแบบนาฬิกาสำหรับใช้ในการตรวจจับการหกล้มและแจ้งเตือนของผู้สูงอายุมีความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่ออุปกรณ์อยู่ในระดับดี (Sajjarak & Chujai Mechel, 2023) และอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุต้องการควรมีคุณสมบัติที่จะสามารถวิเคราะห์เมื่อเกิดการหกล้มถึงปัญหาภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น เช่น กระดูกหัก หมดสติ แล้วทำการติดต่อผู้ช่วยเหลือ ผู้ดูแล ญาติที่ใกล้ชิด โดยอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่อให้มาช่วยเหลือเป็นอันดับแรก เพราะผู้สูงอายุหกล้ม ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุอุบัติเหตุ ร้อยละ 79.2 และมีอาการแทรกซ้อนมากถึงร้อยละ 68.2 (Institute of Geriatric Medicine, 2021) นอกจากนี้ยังต้องการให้อุปกรณ์และแอปพลิเคชันมีบริการให้ข้อมูลกรณีมีเหตุฉุกเฉินตามพื้นที่ใกล้เคียง (GPS) เช่น ถ้ามีเหตุฉุกเฉิน เมื่อผู้สูงอายุกดปุ่มที่แสดงในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือจะสามารถโทรศัพท์

หาสถานพยาบาลที่มีระบบรถฉุกเฉินที่อยู่ใกล้ตำแหน่งของผู้สูงอายุได้ หรือสามารถโทรศัพท์หาญาติที่บ้านที่เบอร์ไว้ได้ทันที รวมทั้งสามารถติดตามการล้มหรือพยากรณ์อัตราเสี่ยงที่อาจจะเกิดการหกล้มได้ มีการส่งสัญญาณเตือนเมื่อผู้สูงอายุที่ใช้งานอุปกรณ์ออกนอกพื้นที่ปลอดภัย ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะลดปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้สูงอายุได้ เมื่อเกิดการหกล้มยังช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว ลดความรุนแรงและค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นจากการหกล้มได้

สรุปผล

ผลงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการต่อยอดเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์และแอปพลิเคชันเพื่อติดตามภาวะสุขภาพเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีแนวคิดการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยออกแบบให้มีคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับความต้องการ

ของผู้สูงอายุ รวมทั้งออกแบบรูปแบบของแอปพลิเคชันให้มีคุณสมบัติในการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต รวมถึงแอปพลิเคชันควรมีคำแนะนำการดูแล การปฏิบัติตนและการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่ป้องกันการหกล้มแบบส่งเสริมการเคลื่อนไหวเพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อ แข็งแรงแบบจำเพาะเจาะจง

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ควรพัฒนาต่อยอดอุปกรณ์สวมใส่ข้อมือให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้สูงอายุเกี่ยวกับการหกล้มของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีแนวคิดการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตที่สามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันในเครื่องมือสื่อสารเพื่อใช้ประโยชน์ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวที่เสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุได้ใช้จริงในชีวิตประจำวัน รวมทั้งประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

References

- Barajas-Nava, L. A., Garduno-Espinosa, J., Mireles Dorantes, J. M., Medina-Campos, R., & Garcia-Pena, M. C. (2022). Models of comprehensive care for older persons with chronic diseases: A systematic review with a focus on effectiveness. *The British Medical Journal*, 12(8), e059606. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059606>
- Cardoso da Silva, A., Cordeiro de Oliveira, L., Martins Dos Santos, H., Caldeira Monteiro, B., Santos Pereira, G., Sulyvan de Castro, S., & Silva, S. M. (2024). Validation of tele-assessment of disability and health after stroke using WHODAS 2.0 through video call in a middle-income country. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2024, 1-10. <https://doi.org/10.1080/10749357.2024.2403811>
- Chung, J., Brakey, H. R., Reeder, B., Myers, O., & Demiris, G. (2023). Community-dwelling older adults' acceptance of smartwatches for health and location tracking. *The International Journal of Older People Nursing*, 18(1), e12490. <https://doi.org/10.1111/opn.12490>
- Department of Disease Control. (2023). *Falls data in elderly people aged 60 years and over*. Ministry of Public Health. [https://ddc.moph.go.th/dip/news.php?news=23567&dept-code=\[in Thai\]](https://ddc.moph.go.th/dip/news.php?news=23567&dept-code=[in Thai])

- Department of Older Persons. (2024). *Elderly statistics*. <https://www.dop.go.th/th/know/1> [in Thai]
- Dorri, S., Zabolinezhad, H., & Sattari, M. (2023). The application of internet of things for the elderly health safety: A systematic review. *Advanced Biomedical Research*, 12(1), 109. https://doi.org/10.4103/abr.abr_197_22
- Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute. (2015). *A guide to preventing falls in the elderly*. <http://agingthai.dms.go.th/agingthai/wp-content/uploads/2020/10/edit-03122020-17.pdf> [in Thai]
- Friedrich, B., Elgert, L., Eckhoff, D., Bauer, J. M., & Hein, A. (2023). A system for monitoring the functional status of older adults in daily life. *Scientific Reports*, 13(1), 12396. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39483-x>
- Hong, C., Sun, L., Liu, G., Guan, B., Li, C., & Luo, Y. (2023). Response of global health towards the challenges presented by population aging. *China CDC Weekly*, 5(39), 884-887. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10560387/>
- Institute of Geriatric Medicine. (2021). *Falls in Thai elderly*. Department of Medical Services. http://agingthai.dms.go.th/agingthai/wp-content/uploads/2021/01/book_3.pdf
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A review. *Journal of Big Data*, 6, 111. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
- Lerspalungsanti, S. (2024). *Gunther bath: Ambient fall detector*. National Science and Technology Development Agency. <https://www.nstda.or.th/nac/2023/exhibitions/ex42/> [in Thai]
- Mattison, G., Canfell, O., Forrester, D., Dobbins, C., Smith, D., Toyra, J., & Sullivan, C. (2022). The influence of wearables on health care outcomes in chronic disease: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 24(7), e36690. <https://doi.org/10.2196/36690>
- Moathong, P., Thongkhotr, W., & Ungpansattawong, S. (2017). *Determining the sample size by the Yamane's formula*. https://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_9_Yamane.pdf [in Thai]
- National Innovation Agency. (2018). *"Dinsow Mini" elderly care service robot*. <https://www.nia.or.th/หุ่นยนต์บริการดูแลผู้สูงอายุ.html> [in Thai]
- Naumova, E. N. (2024). Artificial intelligence and data analytics competencies for public health professionals. *Journal of Public Health Policy*, 45(3), 407-412. <https://doi.org/10.1057/s41271-024-00499-w>
- Panyakong, S., Jantani, S., Jairakdee, K., Kambunlua, O., & Prarom, S. (2022). The warning shoes innovation to prevent falling. In *Proceedings of the 2nd Kamphaeng Phet Rajabhat University Student National Conference* (pp. 635-642). Kamphaeng Phet Rajabhat University. <https://research.kpru.ac.th/research2/pages/filere/1650169277.pdf> [in Thai]

- Peng, Y., Wang, H., Fang, Q., Xie, L., Shu, L., Sun, W., & Liu, Q. (2020). Effectiveness of mobile applications on medication adherence in adults with chronic diseases: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Managed Care and Specialty Pharmacy*, 26(4), 550-561. <https://doi.org/10.18553/jmcp.2020.26.4.550>
- Quintana, Y. L., & Cruz, L. M. (2022). Review of management models for needs assessment to acquire biomedical equipment. *Health and Technology*, 12, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12553-021-00625-8>
- Sajjarak, K., & Chujai Mechel, P. (2023). *Fall detection and notification system for the elderly using a portable embedded IoT system*. King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT). https://kirim.kmutt.ac.th/converis/porta/detail/Publication/1450153128?lang=de_DE [in Thai]
- Silawan, T., Powwattana, A., Ponsen, P., & Ninkarnjanakun, N. (2024). Promoting the wellness of older adults through integrated health-promoting programs and supportive peers: A quasi-experimental study in semi-urban communities of northeastern Thailand. *Journal of Primary Care and Community Health*, 15, 21501319241241456. <https://doi.org/10.1177/21501319241241456>
- Whanngern, A. (2014). *Development of a prototype system to prevent patient's fall from bed using gesture recognition technique* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. [in Thai]
- Wimolphan, P., & Pitchalard, K. (2014). Effect of a fall prevention program on falls among elderly people. *Nursing Journal of the Ministry of Public Health*, 23(3), 98-109. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tnaph/article/view/16632> [in Thai]
- Wongyai, C., Puckdeevongs, A., & Buayamsang, S. (2020). A development of fall detection systems using wristband. In *Proceedings of the 5th National and International Conference* (pp. 249-257). Rangsit University. <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2020/NA20-083.pdf> [in Thai]
- Yongkong, P., Pingmuang, W., & Sri-ngernyuang, C. (2018). *Bed movement monitoring and notification system*. Institute of Field Robotics (FIBO), King Mongkut's University of Technology Thonburi. https://www.thailandtechshow.com/view_techno.php?id=778 [in Thai]