AIGC
AI GOVERNANCE CENTER
by ETDA

ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ 101

นพ.ปิยะฤทธิ์ อิทธิชัยวงศ์
และ พญ.กัลยกร วีรกาญจนา

AIGC Expert Fellow
ศูนย์นวัตกรรมข้อมูลศิริราช
(Siriraj Informatics and
Data Innovation Center: SiData+)

สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ : ความรู้ที่จำเป็นและข้อพิจารณาด้านกฎระเบียบในประเทศไทย

ETDA

ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ 101 สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ :

ความรู้ที่จำเป็นและข้อพิจารณาด้านกฎระเบียบในประเทศไทย

นพ.ปิยะฤทธิ์ อิทธิชัยวงศ์ และ พญ.กัลยกร วีรกาญจนา

ศูนย์นวัตกรรมข้อมูลศิริราช (Siriraj Informatics and Data Innovation Center)

บทนำ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) ได้กลายเป็นพลังที่เปลี่ยนแปลงวงการสาธารณสุข โดยปฏิวัติแนวทางการปฏิบัติทางการแพทย์และการดูแลผู้ป่วยทั่วโลก เมื่อเทคโนโลยีนี้ยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่จะต้องเข้าใจในศักยภาพ การประยุกต์ใช้ และภูมิทัศน์ด้านกฎระเบียบของ AI บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์อย่างครอบคลุม ซึ่งปรับแต่งเป็นพิเศษสำหรับผู้ประกอบวิชาชีพด้านสุขภาพในประเทศไทย

การบูรณาการ AI ในการดูแลสุขภาพได้เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีการประยุกต์ใช้เช่น การนำไปใช้ในการวินิจฉัยด้วยภาพทางการแพทย์หรือช่วยในการวางแผนการรักษาเฉพาะบุคคล โดยตลาดอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI ทั่วโลกกำลังเติบโต และปัจจุบันได้ครองส่วนแบ่งการตลาดถึงร้อยละ 42.3 ในทวีปอเมริกาเหนือ [1] อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยี AI มาใช้และการดำเนินการของเทคโนโลยี AI ในภูมิภาคอื่น ๆ รวมถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในประเทศไทย การประยุกต์ใช้ AI ในภาคสาธารณสุขได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ 40 คนในประเทศไทยล่าสุดเผยให้เห็นถึงความตระหนักรู้และความกระตือรือร้นต่อการใช้ AI ในการดูแลสุขภาพที่กำลังเติบโตมากขึ้นแม้จะมีข้อจำกัดชั่วคราวที่เกิดจากการระบาดของโรคโควิด-19 [2] ความสนใจที่เพิ่มขึ้นนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นที่บุคลากรทางการแพทย์ต้องได้รับความรู้ที่จำเป็นเกี่ยวกับ AI ทางการแพทย์และผลกระทบที่จะมีต่อการปฏิบัติงานทางการแพทย์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ประการแรกคือ เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์มีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ AI ทางการแพทย์ ซึ่งครอบคลุมแนวคิดที่สำคัญ เทคโนโลยี และการประยุกต์ใช้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจทางคลินิก ปรับปรุงผลลัพธ์การรักษา และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในสถานพยาบาลเป็นอย่างมาก ประการที่ 2 บทความนี้เน้นย้ำถึงข้อพิจารณาด้านกฎระเบียบสำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะ การทำความเข้าใจกรอบทางกฎหมายและจริยธรรมที่ควบคุมการใช้ AI ในการดูแลสุขภาพ

เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรับรองการนำเทคโนโลยี AI มาใช้อย่างมีความรับผิดชอบและสอดคล้องกับกฎระเบียบ ซึ่งบทความนี้จะสำรวจกฎระเบียบและแนวทางสำคัญที่กำหนดรูปแบบการใช้ AI ในการดูแลสุขภาพของไทย โดยอภิปรายถึงผลกระทบที่มีต่อบุคลากรและสถาบันทางการแพทย์ เพื่อเตรียมความพร้อมให้บุคลากรทางการแพทย์มีความรู้และข้อมูลเชิงลึกที่จำเป็นในการสำรวจภูมิทัศน์ของ AI ในการดูแลสุขภาพที่กำลังเปลี่ยนแปลงไป ความเข้าใจนี้จะมีความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ AI เพื่อปรับปรุงการให้บริการด้านสุขภาพและผลลัพธ์ของผู้ป่วยในประเทศไทย

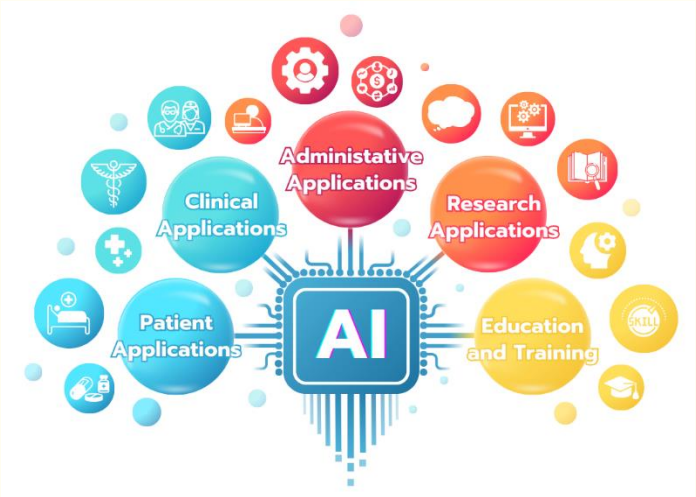
พื้นฐานของปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์

ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ (Medical AI) หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอัลกอริทึม AI ในสถานบริการสุขภาพเพื่อช่วยในการวินิจฉัย การวางแผนการรักษา การดูแลผู้ป่วย และงานบริหารจัดการ เนื่องจากสาขาวิชานี้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่จะต้องเข้าใจแนวคิดพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ AI ทางการแพทย์

ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์คืออะไร?

ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ (Medical AI หรือ AI ทางการแพทย์) หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในสถานพยาบาลเพื่อช่วยในการดูแลผู้ป่วย การวิจัยทางการแพทย์ และการบริหารจัดการด้านการดูแลสุขภาพโดยใช้อัลกอริทึมและซอฟต์แวร์ขั้นสูงเพื่อเลียนแบบการคิดของมนุษย์ในการวิเคราะห์ ตีความ และทำความเข้าใจข้อมูลทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ที่ครอบคลุมชุดเครื่องมือและเทคนิคการคำนวณซึ่งออกแบบมาเพื่อพัฒนาระบบที่สามารถปฏิบัติงานที่โดยทั่วไปต้องใช้สติปัญญาของมนุษย์ เช่น การรับรู้ทางสายตา การรู้จำคำพูด และงานที่เกี่ยวข้องกับภาษาในสถานพยาบาล ท้ายที่สุด คำจำกัดความของปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์นี้ยังไม่คงที่และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเมื่อมีเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้ใหม่ ๆ เกิดขึ้น [3]

ประเภทของการประยุกต์ใช้ AI ในการดูแลสุขภาพ



ภาพที่ 1 การนำ AI ไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์

จากภาพที่ 1 มีการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ในการดูแลสุขภาพอย่างกว้างขวาง ซึ่งสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 5 หมวดหมู่หลัก ดังนี้

1. **การประยุกต์ใช้ทางคลินิก (Clinical Applications):** ระบบ AI สนับสนุนการวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ และข้อมูลผู้ป่วย ช่วยในการวินิจฉัยโรคด้วยความแม่นยำสูง [4] ตัวอย่างเช่น อัลกอริทึม AI สามารถแนะนำแผนการรักษาเฉพาะบุคคลตามข้อมูลผู้ป่วย เอกสารทางการแพทย์ และแนวทางปฏิบัติทางคลินิก โดยมีการสำรวจเทคนิคการเรียนรู้แบบเสริมแรงสำหรับกรณีที่ซับซ้อน เช่น การจัดการโรคมะเร็ง [5] นอกจากการให้คำแนะนำ ณ จุดดูแลแล้ว เครื่องมือพยากรณ์โรคด้วย AI ยังสามารถทำนายผลลัพธ์ของผู้ป่วยและการดำเนินของโรคได้อีกด้วย

2. **การประยุกต์ใช้ในการวิจัย (Research Applications):** ในด้านการวิจัยทางการแพทย์ AI กำลังมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างเช่น การใช้ระบบ AI ในการค้นคว้าและพัฒนายาเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลและทำนายประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาที่สามารถลดจำนวนการทดลองได้ ในด้านจีโนมิกส์และการแพทย์แม่นยำ เครื่องมือ AI ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมและระบุแนวทางการรักษาเฉพาะบุคคล นอกจากนี้ อัลกอริทึม AI ยังช่วยปรับปรุงการทดลองทางคลินิกโดยการปรับปรุงการคัดเลือกผู้ป่วย การออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

3. **การประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการ (Administrative Applications):** AI กำลังถูกนำมาใช้ในการบริหารด้านการดูแลสุขภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและปรับปรุงการดำเนินงาน รวมทั้งการนำมาใช้สำหรับงานบริหารจัดการด้านการดูแลสุขภาพ เช่น การจัดสรรทรัพยากร การจัดตารางเวลา และการปรับปรุงการดำเนินงาน ในการจัดการบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics health records: EHRs) เครื่องมือ AI กำลังเพิ่มประสิทธิภาพการป้อนข้อมูล การค้นคืนข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ อัลกอริทึม AI ยังถูกใช้เพื่อตรวจจับการฉ้อโกง ระบุการเรียกร้องที่ไม่ชอบด้วยกฎหมาย และรับรองความซื่อตรงของระบบสุขภาพ

4. **การประยุกต์ใช้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย (Patient Applications)** : การประยุกต์ใช้ AI ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยกำลังปฏิวัติการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพและการมีส่วนร่วมของผู้ป่วย ผู้ช่วยด้านสุขภาพเสมือนจริง รวมถึงแชตบอตและแอปพลิเคชันที่ขับเคลื่อนด้วย AI กำลังให้ข้อมูลด้านสุขภาพและการสนับสนุนโดยตรงแก่ผู้ป่วย ระบบการติดตามระยะไกลที่ใช้ AI กำลังวิเคราะห์ข้อมูลจากอุปกรณ์สวมใส่และเซ็นเซอร์อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) เพื่อติดตามสุขภาพของผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง

5. **การศึกษาและการฝึกอบรมทางการแพทย์ (Education and Training)** : AI ยังมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นในการศึกษาและการฝึกอบรมทางการแพทย์ ระบบจำลองที่ขับเคลื่อนด้วย AI กำลังถูกนำมาใช้เพื่อฝึกอบรมบุคลากรทางการแพทย์ ในขณะที่แพลตฟอร์มการเรียนรู้เชิงปรับตัว (Adaptive learning) สามารถปรับแต่งเพื่อให้เข้ากับลักษณะการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละคน

เมื่อขอบเขตของ AI ทางการแพทย์ยังคงขยายตัวไปพร้อมกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีการพิจารณาผลกระทบทางจริยธรรมและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้ AI ในการดูแลสุขภาพเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ลักษณะ “กล่องดำ” (Black box) หรือระบบการทำงานภายในของแบบจำลอง AI บางรุ่นได้สร้างความกังวลเกี่ยวกับความสามารถในการอธิบายผลและความรับผิดชอบในการตัดสินใจทางการแพทย์ [6] เพื่อตอบสนองต่อสิ่งนี้ จึงมีการมุ่งเน้นการพัฒนา AI ที่สามารถอธิบายได้ (Explainable AI: XAI) ในการดูแลสุขภาพมากขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถตีความได้ซึ่งมีความสำคัญในบริบททางการแพทย์ที่การตัดสินใจมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสุขภาพของผู้ป่วย [7] บุคลากรทางการแพทย์ต้องติดตามข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนา รวมทั้งประเมินประโยชน์และความเสี่ยงของการประยุกต์ใช้ AI ในการปฏิบัติงานอย่างมีวิจารณญาณ การทำความเข้าใจขอบเขตของ AI ทางการแพทย์เป็นพื้นฐานสำหรับการใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ AI ในการ

ปรับปรุงการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพและผลลัพธ์ของผู้ป่วย ในขณะเดียวกันต้องจัดการกับความท้าทายด้านจริยธรรมและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีสำคัญในปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์

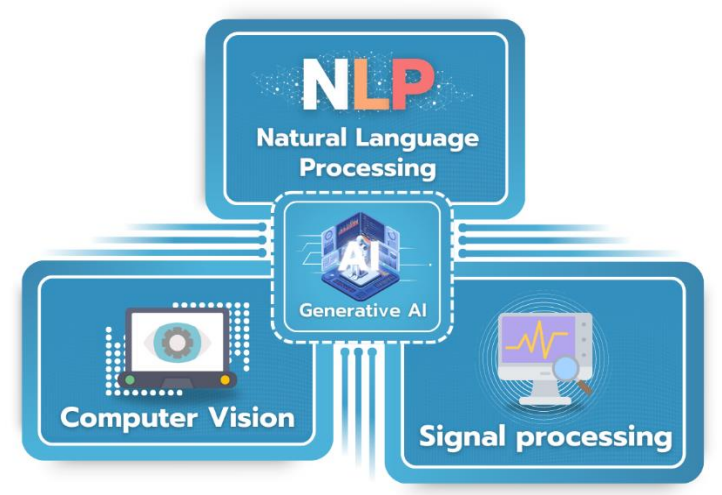
การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning: ML) เป็นองค์ประกอบหลักของปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถเรียนรู้จากข้อมูลและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเมื่อเวลาผ่านไปโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมอย่างละเอียดอีกครั้ง ในด้านการดูแลสุขภาพ อัลกอริทึม ML สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์จำนวนมากเพื่อระบุรูปแบบ ทำการคาดการณ์ และสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก โดยมีวิธีการเรียนรู้ของเครื่องที่สำคัญที่ใช้ในการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) : โดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้สำหรับงานต่าง ๆ เช่น การจำแนกโรคและการทำนายผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น อัลกอริทึมสามารถได้รับการฝึกฝนจากชุดข้อมูลภาพทางการแพทย์ที่มีการติดฉลากเพื่อตรวจหาสภาวะเฉพาะ เช่น เนื้องอกหรือกระดูกหัก อัลกอริทึมเรียนรู้ที่จะจับคู่ปัจจัยนำเข้า (Inputs) เช่น ลักษณะของภาพ กับผลลัพธ์ (Outputs) ที่ทราบ เช่น การจำแนกโรค
2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning) : วิธีการนี้มีประโยชน์ในการค้นหารูปแบบที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลทางการแพทย์ เช่น การระบุกลุ่มย่อยของผู้ป่วยที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งสามารถเผยโครงสร้างพื้นฐานในข้อมูลโดยไม่มีฉลากที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และอาจนำไปสู่การค้นพบประเภทย่อยของโรคหรือปัจจัยเสี่ยงใหม่ ๆ ได้
3. การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement learning) : เป็นพื้นที่ที่กำลังเกิดขึ้นในการดูแลสุขภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปรับการรักษาให้เหมาะสมที่สุด อัลกอริทึมจะเรียนรู้กลยุทธ์ที่เหมาะสมที่สุดผ่านการลองผิดลองถูกซึ่งอาจช่วยในการปรับแผนการรักษาหรือระบบการให้ยาให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคลในช่วงเวลาหนึ่ง

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning: DL) เป็นส่วนหนึ่งของ ML ที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) หลายชั้น ได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จที่น่าทึ่งในการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์และงานจดจำรูปแบบที่ซับซ้อน วิธีการของ DL สามารถเรียนรู้ได้ทั้งแบบมีผู้สอน ไม่มีผู้สอน หรือกึ่งมีผู้สอน ขึ้นอยู่กับข้อมูลและ

วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง ความสำเร็จที่โดดเด่นจากการเรียนรู้เชิงลึกรวมถึงประสิทธิภาพระดับผู้เชี่ยวชาญ เช่น การตรวจคัดกรองเบาหวานขึ้นจอประสาทตาในผู้ป่วยเบาหวานจากการสแกนตา การทำนายการดำเนินของโรค [8] และการระบุรอยโรคที่เป็นมะเร็งในภาพทางรังสีวิทยา [9]

การประยุกต์ใช้ ML ในการดูแลสุขภาพไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การวินิจฉัยและการทำนายเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานทางคลินิกให้เหมาะสมที่สุด การปรับปรุงการค้นคว้ายาผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลระดับโมเลกุลทำให้เกิดการแพทย์แม่นยำด้วยข้อมูลผู้ป่วยแบบบูรณาการและการจัดการสุขภาพของประชากรโดยการระบุบุคคลที่มีความเสี่ยงในการเกิดโรคสูง แม้ ML จะมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงระบบสุขภาพ แต่ ML ในการดูแลสุขภาพก็ยังต้องเผชิญกับความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Data privacy) อคติของอัลกอริทึม ความสามารถในการเข้าใจ และการตรวจสอบความถูกต้องทางคลินิก เมื่อ ML ถูกผสมผสานเข้ากับการปฏิบัติทางการแพทย์มากขึ้น การพิจารณาประเด็นเหล่านี้อย่างรอบคอบจึงเป็นสิ่งสำคัญ [10] นอกจากนี้ ML ยังสามารถแบ่งประเภทเพิ่มเติมตามชนิดของข้อมูลที่ประมวลผลได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประเภทของ AI โดยกว้างที่นำมาใช้ทางการแพทย์

1. การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing: NLP)

เทคโนโลยี NLP ช่วยให้ระบบ AI สามารถเข้าใจ ตีความ และสร้างภาษามนุษย์ได้ โดยมีการประยุกต์ใช้มากมายในด้านการดูแลสุขภาพ เทคโนโลยีเหล่านี้มีความสำคัญในการทำให้แง่มุมต่าง ๆ ของการปฏิบัติทางคลินิกและการวิจัยเป็นไปโดยอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น NLP สามารถปรับปรุงการสร้างและวิเคราะห์เอกสารทางคลินิกโดยการถอดความและจัดโครงสร้างบันทึกทางการแพทย์โดยอัตโนมัติ ลดภาระงานด้าน

การบริหารจัดการของผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพและช่วยผู้ให้บริการสามารถมุ่งเน้นไปที่การดูแลผู้ป่วยได้มากขึ้น นอกจากนี้ NLP ยังสามารถดึงข้อมูลทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องจากข้อความที่ไม่มีโครงสร้าง เช่น เอกสารทางวิทยาศาสตร์หรือบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EHRs) ทำให้การค้นคืนข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัย การทดลองทางคลินิก และการแพทย์เฉพาะบุคคลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในด้านการดูแลผู้ป่วย NLP ขับเคลื่อนแชตบอตทางการแพทย์และผู้ช่วยเสมือนจริงที่สามารถให้ข้อมูลและการสนับสนุนอย่างทันท่วงทีแก่ทั้งผู้ป่วยและผู้ให้บริการด้านสุขภาพ เครื่องมือเหล่านี้สามารถตอบคำถามของผู้ป่วย เตือนให้รับประทานยา หรือแม้แต่คัดกรองอาการตามข้อมูลที่ป้อนเข้าไป ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้ป่วยและการปฏิบัติตามแผนการรักษาที่ดีขึ้น

ความก้าวหน้าล่าสุดใน NLP โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ เช่น GPT (Generative pre-trained transformer) ได้ขยายความสามารถของระบบ AI ในการดูแลสุขภาพอย่างมาก แบบจำลองเหล่านี้มีความสามารถในการสร้างข้อความที่เหมือนมนุษย์ ทำให้การสื่อสารระหว่างระบบ AI และผู้ใช้มีความเป็นธรรมชาติและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในบริบททางการแพทย์ [11] ซึ่งหมายความว่า AI สามารถช่วยในการร่างรายงานผู้ป่วยอย่างละเอียด สรุปบทความทางการแพทย์ปริมาณมาก หรือแม้แต่ให้การสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกโดยการสร้างคำแนะนำตามหลักฐานเชิงประจักษ์

นอกจากนี้ การผสมผสาน NLP กับเทคโนโลยี AI อื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) และการประมวลผลสัญญาณ (Signal processing) กำลังเปิดทางไปสู่ระบบหลายรูปแบบที่สามารถประมวลผลและสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งข้อความ รูปภาพ และสัญญาณ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลผู้ป่วยอย่างครอบคลุมมากขึ้น วิธีการแบบองค์รวมนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย สนับสนุนการตัดสินใจที่ซับซ้อน และมีส่วนช่วยในการดูแลผู้ป่วยที่เฉพาะเจาะจงและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในท้ายที่สุด

2. คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision)

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ช่วยให้ระบบ AI สามารถตีความและวิเคราะห์ข้อมูลภาพทางการแพทย์ได้โดยมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจาก Deep learning ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงการดูแลสุขภาพสมัยใหม่ โดยมีความสามารถที่เหนือกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมอย่างมากในแง่ของความเร็ว (Speed) ความแม่นยำ (Accuracy) และความสอดคล้องกัน (Consistency) การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ครอบคลุมสาขาทาง

การแพทย์ที่หลากหลาย ตั้งแต่รังสีวิทยาไปจนถึงพยาธิวิทยา และขยายไปสู่ด้านอื่น ๆ เช่น การผ่าตัดและการติดตามผู้ป่วย

ในด้านการสร้างภาพทางการแพทย์ (Medical imaging) คอมพิวเตอร์วิทัศน์กำลังปฏิวัติวิธีการตรวจจับความผิดปกติในรูปแบบการถ่ายภาพต่าง ๆ รวมถึงการเอกซเรย์ การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) การตรวจด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) และอัลตราซาวด์ การวิเคราะห์ภาพด้วย AI สามารถระบุรูปแบบและลักษณะที่เข้าใจได้ยากซึ่งดวงตามนุษย์อาจมองข้ามไป ทำให้สามารถวินิจฉัยโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด และความผิดปกติทางระบบประสาทได้รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น ตัวอย่างเช่น อัลกอริทึมคอมพิวเตอร์วิทัศน์สามารถแบ่งส่วนเนื้องอก วัดการเติบโตเมื่อเวลาผ่านไป หรือแม้แต่ทำนายผลลัพธ์ของผู้ป่วยจากข้อมูลภาพ รวมทั้งให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญสำหรับการวางแผนการรักษาเฉพาะบุคคล

พยาธิวิทยาดิจิทัล (Digital pathology) เป็นอีกหนึ่งด้านที่คอมพิวเตอร์วิทัศน์ที่สร้างประโยชน์อย่างมาก โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อเยื่อระดับไมโคร ระบบ AI สามารถช่วยนักพยาธิวิทยาในการวินิจฉัยโรคด้วยความแม่นยำสูง เช่น การระบุเซลล์มะเร็งในสไลด์ทางจุลพยาธิวิทยา ระบบ AI เหล่านี้สามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาทำงานได้เร็วขึ้นและลดโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ นอกจากนี้ ความสามารถในการแปลงข้อมูลเป็นดิจิทัลและวิเคราะห์สไลด์พยาธิวิทยายังช่วยอำนวยความสะดวกในการวินิจฉัยทางไกลและการแพทย์ทางไกล ช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ห่างไกลที่ขาดแคลนการให้บริการทางการแพทย์

ในด้านการผ่าตัด คอมพิวเตอร์วิทัศน์ช่วยเพิ่มความสามารถของระบบผ่าตัดด้วยหุ่นยนต์ ทำให้สามารถทำหัตถการที่แม่นยำมากขึ้นและรุกล้ำร่างกายน้อยที่สุด ผ่านการใช้การถ่ายภาพตามเวลาจริง (Real-time) และความเป็นจริงเสริม (Augmented reality: AR) ศัลยแพทย์สามารถมองเห็นโครงสร้างสำคัญ นำทางกายวิภาคที่ซับซ้อน และทำการผ่าตัดอย่างประณีตด้วยความมั่นใจและปลอดภัยมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาพซ้อนทับ AR สามารถฉายข้อมูลการถ่ายภาพก่อนการผ่าตัดลงบนบริเวณที่จะผ่าตัด ช่วยนำทางการเคลื่อนไหวของศัลยแพทย์และลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อน

การผสมผสานคอมพิวเตอร์วิทัศน์กับเทคโนโลยี AI อื่น ๆ เช่น NLP และการประมวลผลสัญญาณ นำไปสู่การพัฒนาระบบหลายรูปแบบที่สามารถประมวลผลและเชื่อมโยงข้อมูลทางการแพทย์ในรูปแบบภาพ ข้อความ และข้อมูลทางการแพทย์ตามลำดับเวลา (Temporal medical data) [10] ระบบเหล่านี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยได้อย่างครอบคลุม โดยรวบรวมข้อมูลเชิงลึกจากการศึกษาภาพถ่าย บันทึกทางคลินิก และสัญญาณ

ทางสรีรวิทยาเพื่อให้มุมมองสุขภาพของผู้ป่วยเป็นแบบองค์รวม ตัวอย่างเช่น ระบบหลายรูปแบบสามารถวิเคราะห์ภาพ MRI ทบทวนประวัติทางการแพทย์ของผู้ป่วย และติดตามสัญญาณชีพไปพร้อม ๆ กันเพื่อให้การวินิจฉัยที่ละเอียดและคำนึงถึงบริบทของผู้ป่วย

นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ยังถูกนำมาใช้ในการติดตามและการจัดการผู้ป่วยมากขึ้นเรื่อย ๆ การวิเคราะห์ภาพวิดีโอด้วย AI สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ติดตามความคืบหน้าในการฟื้นตัว หรือแม้แต่ระบุสัญญาณของความทุกข์ทรมานตามเวลาจริง ในสถานการดูแลผู้ป่วยวิกฤต ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์สามารถติดตามผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง แจ้งเตือนผู้ให้บริการด้านสุขภาพเกี่ยวกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น การล้ม การเปลี่ยนแปลงท่าทาง หรือการเคลื่อนไหวที่แตกต่างไปจากปกติ

3. การประมวลผลสัญญาณ (Signal processing)

การประมวลผลสัญญาณในการเรียนรู้ของ ML หมายถึง การวิเคราะห์และการตีความข้อมูลอนุกรมเวลา โดยเฉพาะสัญญาณทางชีวการแพทย์ (Biomedical signals) เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบที่มีความหมาย ติดตามสุขภาพของผู้ป่วย และช่วยในการตัดสินใจทางคลินิก สัญญาณทางชีวการแพทย์ เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram : ECG) คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograms: EEG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyograms: EMG) เป็นสิ่งสำคัญที่ให้ข้อมูลตามเวลาจริงอย่างต่อเนื่องที่บ่งบอกถึงสภาวะทางสรีรวิทยาของผู้ป่วย ด้วยการใช้ประโยชน์จากอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องขั้นสูง ระบบการประมวลผลสัญญาณสามารถตรวจจับความผิดปกติ ทำนายเหตุการณ์ด้านสุขภาพ และติดตามสภาวะของผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำมากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม

ความก้าวหน้าล่าสุดใน Deep learning และ Neural networks ได้เพิ่มขีดความสามารถของการประมวลผลสัญญาณให้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional neural networks: CNNs) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบเวียนซ้ำ (Recurrent neural networks: RNNs) มาใช้มากขึ้นในการวิเคราะห์สัญญาณที่ซับซ้อนและมีหลายมิติ เช่น สัญญาณที่พบในการติดตามการทำงานของหัวใจหรือการถ่ายภาพสมอง (Neuroimaging) เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้สามารถระบุรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับโรคได้โดยอัตโนมัติ เช่น ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะในข้อมูล ECG หรืออาการชักในการบันทึก EEG

นอกจากนี้ การบูรณาการการประมวลผลสัญญาณกับเทคโนโลยี AI อื่น ๆ เช่น NLP และ computer vision ช่วยสร้างแนวทางการดูแลผู้ป่วยแบบองค์รวมมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ระบบหลายรูปแบบสามารถรวมข้อมูลจาก ECG การถ่ายภาพ และบันทึกทางคลินิก เพื่อให้การประเมินสภาวะของผู้ป่วยเป็นไปอย่างครอบคลุม ซึ่งไม่

เพียงแต่เพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยเท่านั้น แต่ยังช่วยให้สามารถวางแผนการรักษาเฉพาะบุคคล การรักษาตั้งแต่ระยะเริ่มต้น และการติดตามอย่างต่อเนื่องจะช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ของผู้ป่วยและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรด้านการดูแลสุขภาพ

4. ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI)

ในสาขา NLP, computer vision และ signal processing จะเน้นที่การวิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงในขณะนี้ทำให้เรามีความสามารถไม่เพียงแค่การวิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้นแต่ยังสามารถสร้างผลลัพธ์ได้ด้วย ความสามารถนี้เรียกว่า ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI หรือ GenAI) ซึ่งเป็นความก้าวหน้าที่สำคัญในด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยมีความสามารถในการสร้างเนื้อหาใหม่ ๆ รวมถึงข้อความ รูปภาพ หรือแม้แต่โครงสร้างโมเลกุลโดยอาศัยรูปแบบที่เรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ ในด้านการดูแลสุขภาพ Generative AI มีศักยภาพมหาศาลในการสร้างนวัตกรรมในหลาย ๆ ด้าน นำเสนอทางแก้ปัญหาที่มีมานานและเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ของการปฏิบัติทางคลินิกและการวิจัย

การประยุกต์ใช้ที่สำคัญอย่างหนึ่งของ Generative AI คือการสร้างข้อความทางการแพทย์ แบบจำลอง AI เช่น GPT สามารถร่างบันทึกทางคลินิก สรุปการจำหน่ายผู้ป่วย และสร้างเอกสารทางการแพทย์รูปแบบอื่น ๆ ได้โดยอัตโนมัติ ด้วยการสังเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกของผู้ป่วยและการปฏิสัมพันธ์ทางคลินิก ซึ่งไม่เพียงแต่ลดภาระงานด้านการบริหารจัดการของผู้ให้บริการด้านสุขภาพเท่านั้น แต่ยังช่วยให้มั่นใจได้ว่าเอกสารมีความถูกต้องครอบคลุม และเป็นมาตรฐาน นอกจากนี้ Generative AI ยังสามารถสรุปเนื้อหาจากเอกสารทางการแพทย์จำนวนมาก โดยให้ภาพรวมที่กระชับซึ่งช่วยให้แพทย์และนักวิจัยทันต่อข่าวสารการพัฒนาการล่าสุด ส่งเสริมการปฏิบัติตามหลักฐานเชิงประจักษ์และเร่งความเร็วในการเผยแพร่ความรู้

ในด้านการถ่ายภาพทางการแพทย์ Generative AI มีบทบาทสำคัญในการฝึกฝนและเพิ่มข้อมูล โดยการสร้างภาพทางการแพทย์สังเคราะห์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับภาพจริง AI สามารถสร้างชุดข้อมูลที่ใหญ่ขึ้นสำหรับการฝึกฝนแบบจำลองการวินิจฉัย โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ข้อมูลมีจำกัดหรือข้อมูลส่วนบุคคลที่มีความอ่อนไหว ตัวอย่างเช่น GANs หรือ Generative adversarial networks สามารถสร้างภาพเอกซเรย์ MRI หรือ CT สแกนที่สมจริง เพิ่มความแข็งแกร่งของระบบ AI ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพ นอกจากนั้น ภาพสังเคราะห์เหล่านี้สามารถลบข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ทำให้สามารถแบ่งปันและร่วมมือกันในการวิจัยได้กว้างขวางขึ้นโดยไม่ต้องเสี่ยงต่อการเปิดเผยข้อมูลที่เป็นความลับ

Generative AI ยังสร้างความก้าวหน้าอย่างมากในการค้นคว้ายา โดยเฉพาะการออกแบบโครงสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ แบบจำลอง AI สามารถสำรวจพื้นที่ทางเคมีที่กว้างใหญ่เพื่อระบุตัวเลือกยาที่มีศักยภาพตามคุณสมบัติที่ต้องการ ซึ่งช่วยเร่งการพัฒนายาในระยะเริ่มต้นได้ ความสามารถนี้มีคุณค่าอย่างยิ่งในการค้นหาวิธีการรักษาโรคที่ปัจจุบันยังไม่มีการรักษาที่มีประสิทธิภาพ ยิ่งกว่านั้น Generative AI ยังสามารถทำนายรูปแบบการม้วนตัวของโปรตีนและปฏิสัมพันธ์ระดับโมเลกุล โดยให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญสำหรับการทำความเข้าใจกลไกของโรคและการออกแบบการรักษาแบบมุ่งเป้า (Targeted therapy)

แม้จะมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลง แต่การนำ Generative AI มาใช้ในการดูแลสุขภาพจำเป็นต้องพิจารณาผลกระทบทางจริยธรรมและกฎระเบียบอย่างรอบคอบ [11] การตรวจสอบให้มั่นใจว่าข้อมูลที่สร้างโดย AI จะไม่ขยายอคติที่มีอยู่ในชุดข้อมูลฝึกฝนเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันความไม่เท่าเทียมกันในผลลัพธ์ด้านการดูแลสุขภาพ นอกจากนี้ ความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยของเนื้อหาที่สร้างโดย AI ต้องได้รับการตรวจสอบอย่างเข้มงวดก่อนที่จะนำมาใช้ในสถานพยาบาล การปฏิบัติตามกฎระเบียบโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวของข้อมูลและความโปร่งใสของอัลกอริทึม เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนำเทคโนโลยี Generative AI มาใช้อย่างมีความรับผิดชอบ

ประโยชน์ของ AI ทางการแพทย์ในการดูแลสุขภาพ

การบูรณาการ AI ในการดูแลสุขภาพให้ประโยชน์ที่มีศักยภาพในการปฏิวัติการดูแลผู้ป่วย ปรับปรุงผลลัพธ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน

1. เพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย

ในการวินิจฉัยภาพทางการแพทย์ อัลกอริทึม AI สามารถวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์ MRI และ CT สแกนด้วยความแม่นยำสูง ซึ่งอาจตรวจพบความผิดปกติที่เล็กน้อยที่ผู้ตรวจที่เป็นมนุษย์อาจมองข้ามไป ระบบพยาธิวิทยาดิจิทัลที่เสริมด้วย AI จะช่วยนักพยาธิวิทยาในการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อเยื่อ ปรับปรุงความเร็วและความแม่นยำในการวินิจฉัยมะเร็ง ด้วยการประมวลผลข้อมูลผู้ป่วยและเอกสารทางการแพทย์จำนวนมหาศาล ระบบ AI จะให้คำแนะนำตามหลักฐานเชิงประจักษ์แก่บุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งช่วยลดโอกาสในการวินิจฉัยผิดพลาด

2. ปรับปรุงแผนการรักษา

AI มีส่วนช่วยในการพัฒนากลยุทธ์การรักษาที่มีประสิทธิภาพและเฉพาะบุคคลมากขึ้น ในการแพทย์แม่นยำ (Precision medicine) อัลกอริทึม AI วิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม ประวัติผู้ป่วย และผลการรักษาเพื่อแนะนำแผนการรักษาที่ปรับให้เหมาะกับผู้ป่วยแต่ละราย AI ได้เร่งกระบวนการค้นพบยาโดยการทำนายปฏิสัมพันธ์ระดับโมเลกุลและตัวเลือกยาที่มีศักยภาพซึ่งอาจนำไปสู่การรักษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แบบจำลอง ML สามารถทำนายผลการรักษาและแนะนำแผนการรักษาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการจัดการโรคที่ซับซ้อน เช่น มะเร็ง

3. การจัดการผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบ AI ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วยผ่านการติดตามและจัดการที่ดีขึ้น อุปกรณ์สวมใส่และอุปกรณ์ IoT ที่ขับเคลื่อนด้วย AI สามารถติดตามสัญญาณชีพของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่อง และแจ้งเตือนผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพเกี่ยวกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นก่อนที่จะกลายเป็นวิกฤติ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วย AI สามารถทำนายความเสี่ยงด้านสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ช่วยให้สามารถแทรกแซงเชิงรุกและลดการกลับเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล แชตบอตและผู้ช่วยเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วย AI ให้การสนับสนุนผู้ป่วยตามเวลาจริง ทั้งการตอบคำถามและการให้คำแนะนำในการจัดการโรคเรื้อรัง

4. การลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน

การนำ AI มาใช้ในการดูแลสุขภาพสามารถนำไปสู่การประหยัดต้นทุนและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างมาก ทั้งนี้ AI สามารถทำให้งานบริหารจัดการประจำวัน เช่น การนัดหมาย การจัดการ EHR และการประมวลผลการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจากบริษัทประกันเป็นไปโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยลดภาระงานและลดข้อผิดพลาดให้น้อยลง ระบบ AI สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดสรรทรัพยากรของโรงพยาบาล คาดการณ์การไหลเข้าของผู้ป่วย และจัดการตารางเวลาของเจ้าหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการปรับปรุงความแม่นยำในการวินิจฉัย เพิ่มประสิทธิภาพการรักษา และป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่ AI สามารถมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนโดยรวมในการให้บริการด้านสุขภาพได้ นอกจากนี้ AI ยังเร่งการวิจัยทางการแพทย์โดยการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ การระบุรูปแบบ และการสร้างสมมติฐาน ซึ่งอาจนำไปสู่การค้นพบที่รวดเร็วขึ้นและลดต้นทุนการวิจัยได้อีกด้วย

แม้ว่าประโยชน์ของ AI ทางการแพทย์จะมีมากมายและกว้างขวาง แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องตระหนักว่าข้อดีเหล่านี้ต้องสมดุลกับความท้าทายและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น เมื่อบุคลากรทางการแพทย์พิจารณาที่จะนำเทคโนโลยี AI มาใช้ การทำความเข้าใจทั้งประโยชน์และข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นถือเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลรองรับ รวมทั้งการทำให้มั่นใจว่านำไปใช้อย่างมีความรับผิดชอบ

ความท้าทายและข้อจำกัดของ AI ทางการแพทย์

แม้ว่า AI ทางการแพทย์จะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีความท้าทายและข้อจำกัดหลายประการที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

1. ความท้าทายด้านเทคนิค

คุณภาพและการบูรณาการข้อมูลเป็นความท้าทายที่สำคัญใน AI ทางการแพทย์ ข้อมูลทางการแพทย์มักมาจากแหล่งที่หลากหลาย ด้วยรูปแบบและคุณภาพที่แตกต่างกันทำให้การบูรณาการเป็นเรื่องท้าทาย แบบจำลอง AI ที่ได้รับการฝึกฝนจากชุดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือมีอคติอาจให้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นธรรม ในขณะที่ AI เติบโตได้ดีบนชุดข้อมูลขนาดใหญ่ แต่การได้มาซึ่งข้อมูลทางการแพทย์ที่มีคุณภาพสูงและเพียงพออาจเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความกังวลด้านความเป็นส่วนตัวและข้อจำกัดด้านกฎระเบียบ

อคติของอัลกอริทึมก็เป็นความท้าทายเช่นกัน แบบจำลอง AI อาจทำงานแตกต่างกันในกลุ่มประชากรต่าง ๆ หากไม่ได้รับการฝึกฝนจากชุดข้อมูลที่หลากหลาย แบบจำลองอาจมีปัญหาในการพิจารณาปัจจัยเชิงบริบทที่ซับซ้อนในการตัดสินใจทางการแพทย์ นอกจากนี้ แบบจำลอง AI อาจทำงานได้ดีกับข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน แต่ล้มเหลวในกรณีในไปใช้กับข้อมูลทั่วไปและกรณีใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่เรียกว่า overfitting

2. ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมและกฎหมาย

ความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วยเป็นข้อกังวลที่สำคัญที่สุดใน AI ทางการแพทย์ การรับรองความปลอดภัยและการรักษาความลับของข้อมูลผู้ป่วยที่มีความอ่อนไหวซึ่งใช้ในระบบ AI เป็นสิ่งสำคัญ แม้แต่ข้อมูลที่ไม่ระบุตัวตนก็ยังมีความเสี่ยงที่จะระบุตัวผู้ป่วยได้อีกครั้งผ่านการวิเคราะห์ของ AI

การให้ความยินยอมโดยได้รับข้อมูล (Informed consent) ก็เป็นความท้าทายเช่นกัน ผู้ป่วยอาจไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่า AI ถูกนำมาใช้ในการดูแลรักษาอย่างไร ทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับการให้ความยินยอมรับการรักษา โดยลักษณะ “กล่องดำ” ของแบบจำลอง AI บางรุ่นทำให้เป็นเรื่องยากที่จะอธิบายกระบวนการตัดสินใจให้ผู้ป่วยเข้าใจ ซึ่งส่งผลให้เกิดความไม่ชัดเจนของอัลกอริทึม

3. ข้อจำกัดในทางปฏิบัติ

การบูรณาการ AI เข้ากับขั้นตอนการทำงานที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดความท้าทายในทางปฏิบัติ สถานพยาบาลหลายแห่งอาจขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านไอทีที่จำเป็นในการนำระบบ AI มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การตรวจสอบให้มั่นใจว่าระบบ AI สามารถบูรณาการเข้ากับระบบ EHR และเทคโนโลยีทางการแพทย์อื่น ๆ ที่มีอยู่ได้อย่างราบรื่นเป็นสิ่งสำคัญ บุคลากรทางการแพทย์ต้องการเวลาและทรัพยากรในการเรียนรู้วิธีใช้เครื่องมือ AI ในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การยอมรับโดยบุคลากรทางการแพทย์เป็นอีกหนึ่งข้อจำกัด บุคลากรทางการแพทย์บางคนอาจลังเลที่จะนำเทคโนโลยี AI มาใช้เนื่องจากกังวลเกี่ยวกับความมั่นคงในงานหรือมีความสงสัยเกี่ยวกับความสามารถของ AI การสร้างความเชื่อมั่นในคำแนะนำของ AI โดยเฉพาะเมื่อขัดแย้งกับการตัดสินใจของมนุษย์ยังคงเป็นความท้าทาย นอกจากนี้ คำถามเกี่ยวกับความรับผิดเมื่อการตัดสินใจที่ได้รับความช่วยเหลือจาก AI นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข

ภูมิทัศน์การกำกับดูแล AI ทางการแพทย์ของไทย

การทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมด้านกฎระเบียบเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำทางการแพทย์มาใช้ให้ประสบความสำเร็จในประเทศไทย ซึ่งมีประเด็นสำคัญดังนี้

1. ภาพรวมของหน่วยงานกำกับดูแล

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกำกับดูแลหลักสำหรับอุปกรณ์การแพทย์ รวมถึงซอฟต์แวร์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI มีหน้าที่รับผิดชอบในการรับรองความปลอดภัย คุณภาพ และประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ทางการแพทย์โดยมีกระทรวงสาธารณสุขเป็นผู้กำกับดูแลนโยบายและ

กฎระเบียบด้านการดูแลสุขภาพโดยรวมในประเทศไทยซึ่งทำงานร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาในการพัฒนาแนวทางสำหรับเทคโนโลยีการดูแลสุขภาพที่เกิดขึ้นใหม่

2. กฎระเบียบและแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 หรือ Personal Data Protection Act (PDPA) เป็นกฎหมายคุ้มครองข้อมูลมีบทบาทสำคัญในการกำกับดูแล ซึ่งควบคุมการรวบรวม การใช้ และการเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล รวมถึงข้อมูลด้านสุขภาพ กฎหมายนี้มีผลต่อวิธีการที่ระบบ AI ทางการแพทย์จะสามารถรวบรวมประมวลผล และจัดเก็บข้อมูลผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทยและองค์กระหว่างประเทศที่ควบคุมอุปกรณ์การแพทย์ยังได้พัฒนาแนวปฏิบัติเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI โดยมุ่งหวังที่จะรับรองความปลอดภัยและประสิทธิผลของเทคโนโลยี AI ที่ใช้ในสถานพยาบาลอีกด้วย

3. ข้อกำหนดการปฏิบัติตาม

ซอฟต์แวร์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI โดยทั่วไปจะถูกจัดประเภทเป็นเครื่องมือทางการแพทย์และต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการอาหารและยาของไทย กระบวนการอนุมัติอาจเกี่ยวกับการพิจารณาการตรวจสอบความถูกต้องทางคลินิก และการประเมินความเสี่ยง ในปี 2566 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทยได้เปลี่ยนแปลงกระบวนการประเมินอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI อย่างครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับความปลอดภัยของข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ได้แก่ การปฏิบัติตามข้อกำหนด PDPA การใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ที่เข้มงวดเพื่อปกป้องข้อมูลผู้ป่วยที่ใช้ในระบบ AI และการรับรองขั้นตอนการยินยอมที่เหมาะสมสำหรับการใช้ข้อมูลผู้ป่วยในแอปพลิเคชัน AI โดยสรุปแล้วภาพรวมด้านกฎระเบียบสำหรับ AI ทางการแพทย์ในประเทศไทยยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง บุคลากรทางกรแพทย์และองค์กรที่ใช้เทคโนโลยี AI ควรรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับการปรับปรุงกฎระเบียบล่าสุด และทำงานกับหน่วยงานกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้มั่นใจว่าได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างครบถ้วน

อย่างไรก็ตามความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ยังมีความแตกต่างและไม่สอดคล้องกันในหลายแง่มุม อีกทั้งยังมีประเด็นที่ยังเป็นข้อถกเถียงอยู่มาก นอกจากนี้ กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องก็ยังไม่มีความชัดเจนเพียงพอ ดังนั้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคม ทั้งในแง่ของการนำเทคโนโลยีไปใช้อย่างรวดเร็วและการคำนึงถึงความปลอดภัย จึงมีการดำเนินการในรูปแบบ Sandbox โดยมีหน่วยงานของรัฐเข้ามากำกับดูแล

ตัวอย่างที่สำคัญได้แก่ AI Sandbox ของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Transactions Development Agency หรือ ETDA) และโครงการ Sandbox ของศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (Thailand Center of Excellence for Life Sciences หรือ TCELS) ซึ่งทั้งสองโครงการนี้มีบทบาทสำคัญในการผลักดันนวัตกรรมด้านปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์ให้ก้าวหน้า ในขณะเดียวกันก็ยังคงรักษามาตรฐานความปลอดภัยตามกระบวนการทางการแพทย์ที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงและมุ่งสู่การสร้างประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย

กรณีศึกษาและตัวอย่างในประเทศไทย

ประเทศไทยมีความก้าวหน้าอย่างมากในด้าน AI ทางการแพทย์ โดยมีโครงการและบริษัทที่มีนวัตกรรมหลายแห่งเป็นผู้นำทาง ความก้าวหน้าเหล่านี้ครอบคลุมเทคโนโลยีการดูแลสุขภาพในด้านต่าง ๆ รวมถึงคอมพิวเตอร์วิทัศน์ การประมวลผลสัญญาณ และการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP)

ในด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ Perceptra ซึ่งเป็นระบบ AI สำหรับเอกซเรย์ที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทย ช่วยนักรังสีวิทยาในการแปลความหมายภาพเอกซเรย์ด้วยความแม่นยำสูง ปรับปรุงความแม่นยำในการวินิจฉัย และลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ ส่วน Gindee ซึ่งเป็นแบบจำลองการมองเห็นขนาดใหญ่ (Large vision models: LVMs) แปลความหมายภาพอาหารและเครื่องดื่มเพื่อให้ข้อมูลทางโภชนาการ ส่งเสริมนิสัยการรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพ และเพิ่มความตระหนักรู้ด้านโภชนาการของผู้ใช้

การประยุกต์ใช้การประมวลผลสัญญาณมีตัวอย่างจากทีม SensAI จากสถาบันวิทยสิริเมธี (Vidyasirimedhi Institute of Science and Technology: VISTEC) ซึ่งได้พัฒนาระบบ AI ที่แปลความหมายสัญญาณจากอุปกรณ์สวมใส่ Photoplethysmography (PPG) เพื่อคัดกรองภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea: OSA) ช่วยให้สามารถตรวจพบและแทรกแซงได้แต่เนิ่น ๆ และ CARIVA ที่ได้นำการรู้จำคำพูดอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่เพื่อแปลความหมายคำสั่งของบุคลากรทางการแพทย์ในภาษาไทยและภาษาอังกฤษสำเนียงไทย ทำให้การถอดความและการปรับปรุงคุณภาพเวชระเบียนเป็นไปโดยอัตโนมัติ

ในด้าน NLP และ Generative AI นั้น PreceptorAI ได้พัฒนา AILY Symptom Checker ซึ่งใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (ML) ในการแปลความหมายอาการเพื่อคัดกรองการวินิจฉัยและให้คำอธิบายที่ปรับแต่งให้เหมาะสำหรับผู้ป่วย โดยได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO13485 และ IEC62304 แล้ว ซึ่ง PreceptorAI กำลังพัฒนาการให้ความรู้และการมีส่วนร่วมของผู้ป่วย และ MedClerk ของ CARIVA ซึ่งเป็นระบบที่ใช้แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (LLM) ช่วยบุคลากรทางการแพทย์ในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจากบริษัทประกันและการเขียนเวชระเบียน ซึ่งลดเวลาในการจัดทำเอกสารและการปรับปรุงคุณภาพของบันทึกด้วย

กรณีศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ AI ที่หลากหลายในภาคการดูแลสุขภาพของไทย ตั้งแต่การสนับสนุนการวินิจฉัยไปจนถึงการมีส่วนร่วมของผู้ป่วยและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า AI จัดการกับความท้าทายด้านการดูแลสุขภาพในบริบทของไทยได้โดยการปรับปรุงทั้งคุณภาพการดูแลและประสิทธิภาพการดำเนินงาน ตัวอย่างเหล่านี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการปรับแต่ง AI ที่มุ่งแก้ปัญหาให้ตรงกับความต้องการและข้อกำหนดด้านกฎระเบียบในท้องถิ่น ดังที่เห็นได้จากการอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทยและการปฏิบัติตามมาตรฐานสากล เมื่อเทคโนโลยีเหล่านี้พัฒนาและบูรณาการเข้ากับระบบการดูแลสุขภาพก็ได้เปิดทางการให้บริการด้านสุขภาพที่เป็นส่วนตัวมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผลมากขึ้นในประเทศไทย

การอภิปราย

การบูรณาการ AI เข้ากับระบบการดูแลสุขภาพสร้างโอกาสที่ไม่เคยมีมาก่อนในการเปลี่ยนแปลงระบบการแพทย์ทั้งในประเทศไทยและในระดับโลก ดังที่ได้เน้นย้ำในบทความนี้ว่า การนำ AI ทางการแพทย์มาใช้สามารถเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย ปรับปรุงผลการรักษา ปรับปรุงการจัดการผู้ป่วย และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้นจาก AI ในการดูแลสุขภาพต้องสมดุลกับความท้าทายทางเทคนิค จริยธรรม และการปฏิบัติที่มาพร้อมกับการนำไปใช้

ภาคการดูแลสุขภาพของไทยจะได้รับประโยชน์อย่างมากจากเทคโนโลยี AI โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรอยู่แล้ว เช่น ในด้านการถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัย การวางแผนการรักษา และการติดตามผู้ป่วย กรณีศึกษาที่ได้กล่าวถึง เช่น การนำระบบแปลความหมายภาพเอกซเรย์ด้วย AI ของ Perceptra มาใช้ และการ

พัฒนาระบบตรวจสอบอาการของ PreceptorAI แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงอย่างเป็นรูปธรรมที่ AI สามารถนำมาสู่การดูแลผู้ป่วยได้ ตัวอย่างเหล่านี้ยังเน้นย้ำถึงศักยภาพของ AI ในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพในพื้นที่ชนบทและพื้นที่ห่างไกลที่ขาดแคลนบริการ ซึ่งการเข้าถึงความเชี่ยวชาญทางการแพทย์เฉพาะทางมีจำกัด

นอกจากนี้ ความสามารถของ AI ในการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากและสร้างข้อมูลเชิงลึกที่นำไปปฏิบัติได้มีความเกี่ยวข้องเป็นพิเศษในบริบทของประชากรสูงอายุและภาระโรคเรื้อรังที่เพิ่มขึ้นของไทย โดยการอำนวยความสะดวกในการวินิจฉัยแต่เนิ่น ๆ และการรักษาเฉพาะบุคคลที่ AI สามารถมีบทบาทสำคัญในการจัดการกับความท้าทายด้านประชากรศาสตร์และระบาดวิทยาเหล่านี้ ยิ่งไปกว่านั้น ความสามารถของ AI ในการทำให้งานประจำเป็นอัตโนมัติ เช่น การจัดทำเอกสารและการจัดตารางเวลา สามารถบรรเทาภาระงานด้านการบริหารจัดการของผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ ช่วยให้พวกเขาสามารถมุ่งเน้นไปที่การดูแลผู้ป่วยโดยตรงได้มากขึ้น

แม้จะมีพัฒนาการที่น่าสนใจเหล่านี้ แต่ยังมีความท้าทายหลายประการที่ต้องจัดการเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ AI ทางการแพทย์ในประเทศไทยได้อย่างเต็มที่ อุปสรรคทางเทคนิค เช่น ปัญหาคุณภาพข้อมูลและการบูรณาการระบบเป็นอุปสรรคที่สำคัญ ความสำเร็จของแบบจำลอง AI ขึ้นอยู่กับความพร้อมใช้งานของชุดข้อมูลที่มีคุณภาพสูงและหลากหลายซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรที่ถูกต้องที่มารับบริการ สำหรับประเทศไทย ความท้าทายดังกล่าวได้ทวีคูณด้วยความแปรปรวนของคุณภาพข้อมูลระหว่างสถาบันด้านการดูแลสุขภาพต่าง ๆ รวมทั้งการขาดแนวปฏิบัติมาตรฐานในการเก็บรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้ อคติของอัลกอริทึมยังคงเป็นข้อกังวล เนื่องจากระบบ AI ที่ได้รับการฝึกฝนจากชุดข้อมูลที่ไม่ได้เป็นตัวแทนประชากรจริงอาจให้ผลลัพธ์ที่มีอคติโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับประชากรกลุ่มน้อย

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมและกฎหมายก็มีความสำคัญมากเช่นกัน การบังคับใช้ พ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) อย่างเต็มรูปแบบในปี 2565 เป็นขั้นตอนสำคัญในการปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย แต่ก็ทำให้เกิดความซับซ้อนในการพัฒนาและการนำระบบ AI ไปใช้ การรับรองการปฏิบัติตาม PDPA และกรอบการกำกับดูแลอื่น ๆ จะต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพ นักพัฒนา AI และหน่วยงานกำกับดูแลอย่างต่อเนื่อง ความไม่ชัดเจนของแบบจำลอง AI บางรุ่น ซึ่งเรียกว่า ปัญหา “กล่องดำ” ทำให้สถานการณ์ซับซ้อนขึ้น บุคลากรทางการแพทย์จำเป็นต้องเข้าใจกระบวนการตัดสินใจของระบบ AI เพื่อให้เกิดความเชื่อถือและใช้

เครื่องมือเหล่านี้ในสถานพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและนำแบบจำลอง AI ที่อธิบายได้มาใช้ ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่โปร่งใสและสามารถเข้าใจได้

ในแง่ของการปฏิบัติ การบูรณาการ AI เข้ากับระบบการดูแลสุขภาพของไทยให้ประสบความสำเร็จจะต้องอาศัยการลงทุนในด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ การฝึกอบรม และการศึกษา บุคลากรทางการแพทย์ต้องได้รับความรู้และทักษะในการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี AI โดยเข้าใจทั้งความสามารถและข้อจำกัดของ AI นอกจากนี้ การสร้างวัฒนธรรมแห่งความไว้วางใจและการยอมรับในหมู่ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำ AI มาใช้อย่างแพร่หลาย

เพื่อจัดการกับความท้าทายเหล่านี้และใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ AI ในการดูแลสุขภาพได้อย่างเต็มที่ จำเป็นต้องมีแนวทางดังนี้

1. ควรมีความพยายามร่วมกันในการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานข้อมูลในสถาบันด้านการดูแลสุขภาพต่าง ๆ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนากรอบการแบ่งปันข้อมูลระดับชาติและการเป็นพันธมิตรกับองค์กรระหว่างประเทศ เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลอง AI จะได้รับการฝึกฝนจากชุดข้อมูลที่หลากหลายและเป็นตัวแทนที่ถูกต้อง
2. กรอบการกำกับดูแลต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทยร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ควรกำหนดแนวทางที่ชัดเจนสำหรับการอนุมัติและติดตามอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ AI แนวทางเหล่านี้ควรจัดการกับประเด็นต่าง ๆ เช่น ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ความโปร่งใสของอัลกอริทึม และการตรวจสอบความถูกต้องทางคลินิก เพื่อให้แน่ใจว่าเทคโนโลยี AI มีความปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และถูกต้องตามหลักจริยธรรม
3. ควรพัฒนาโปรแกรมการศึกษาและฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมให้บุคลากรทางการแพทย์มีทักษะที่จำเป็นในการบูรณาการ AI เข้ากับการปฏิบัติงานตนเอง ซึ่งอาจเกี่ยวกับการรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ AI เข้าไปในหลักสูตรการแพทย์ ตลอดจนการนำเสนอโปรแกรมการศึกษาต่อเนื่องที่มุ่งเน้นด้านจริยธรรม กฎหมาย และการปฏิบัติของ AI ในการดูแลสุขภาพ
4. การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างนักพัฒนา AI ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ และหน่วยงานกำกับดูแลจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยี AI ไปใช้อย่างมีความรับผิดชอบและมีประสิทธิภาพ การทำงานของผู้ถือผลประโยชน์ร่วมกันเหล่านี้จะช่วยสร้างความมั่นใจได้ว่า AI ที่มุ่งแก้ปัญหาจะได้รับการปรับแต่งให้เหมาะกับ

ความต้องการเฉพาะของระบบการดูแลสุขภาพของไทย ในขณะเดียวกันก็ยึดมั่นในมาตรฐานด้านความปลอดภัย ประสิทธิภาพ และความรับผิดชอบทางจริยธรรมอย่างสูงสุด

บทสรุป

การนำ AI ทางการแพทย์มาใช้ในประเทศไทยกำลังอยู่ในจุดเปลี่ยนที่สำคัญ เมื่อเทคโนโลยียังคงก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง บุคลากรทางการแพทย์ต้องติดตามข้อมูลและมีส่วนร่วมกับพัฒนาการที่กำลังดำเนินอยู่ในสาขานี้ ด้วยการทำความเข้าใจพื้นฐานของ AI การตระหนักถึงประโยชน์และข้อจำกัด และการสำรวจภูมิทัศน์ด้านกฎระเบียบ ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพสามารถมีบทบาทสำคัญในการกำหนดอนาคตของ AI ในประเทศไทย ด้วยการวางแผน การลงทุน และการทำงานร่วมกันอย่างรอบคอบ เพราะ AI ทางการแพทย์มีศักยภาพที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพและปรับปรุงผลลัพธ์ของผู้ป่วยในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

1. Chakraborty A, Karhade M. Global AI Governance in Healthcare: A Cross-Jurisdictional Regulatory Analysis. Published online June 12, 2024.

2. Ekvitayavetchanukul P, Thanitnan T, Akwittayavechnukul N, Muenkiat W. Artificial Intelligence in Thai Healthcare: Current Landscape, Awareness, and Future Outlook. *International Journal of Social Science and Human Research*. 2024;7(07). doi:10.47191/ijsshr/v7-i07-89

3. Nyrup R, Robinson D. Explanatory pragmatism: a context-sensitive framework for explainable medical AI. *Ethics Inf Technol*. 2022;24(1):13. doi:10.1007/s10676-022-09632-3

4. An Q, Rahman S, Zhou J, Kang JJ. A Comprehensive Review on Machine Learning in Healthcare Industry: Classification, Restrictions, Opportunities and Challenges. *Sensors*. 2023;23(9):4178. doi:10.3390/s23094178

5. Liu Y, Wang H, Zhou H, et al. A Review of Reinforcement Learning for Natural Language Processing, and Applications in Healthcare. Published online October 23, 2023.

6. Gordijn B, ten Have H. What's wrong with medical black box AI? *Med Health Care Philos*. 2023;26(3):283-284. doi:10.1007/s11019-023-10168-6

7. Reddy GP, Kumar YVP. Explainable AI (XAI): Explained. In: *2023 IEEE Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (EStream)*. IEEE; 2023:1-6. doi:10.1109/eStream59056.2023.10134984

8. Dai L, Sheng B, Chen T, et al. A deep learning system for predicting time to progression of diabetic retinopathy. *Nat Med*. 2024;30(2):584-594. doi:10.1038/s41591-023-02702-z

9. Koh DM, Papanikolaou N, Bick U, et al. Artificial intelligence and machine learning in cancer imaging. *Communications Medicine*. 2022;2(1):133. doi:10.1038/s43856-022-00199-0

10. Meskó B, Topol EJ. The imperative for regulatory oversight of large language models (or generative AI) in healthcare. *NPJ Digit Med*. 2023;6(1):120. doi:10.1038/s41746-023-00873-0

11. Zhang P, Kamel Boulos MN. Generative AI in Medicine and Healthcare: Promises, Opportunities and Challenges. *Future Internet*. 2023;15(9):286. doi:10.3390/fi15090286

AIGC
AI GOVERNANCE CENTER
by ETDA