

## บทความพิเศษ

## ปัญญาประดิษฐ์ กับเวชกรรมตรงเหตุ

วรพรรณ เสนาณรงค์\*, ชิดชนก เหลือสินทรัพย์\*\*, สมชัย บวรกิตติ\*\*\*

## บทคัดย่อ

โดยทั่วไป แพทย์ทำการรักษาผู้ป่วยโดยอาศัยข้อมูลประวัติการเจ็บป่วย สภาพแวดล้อม และวิถีชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งประมวลไว้เฉพาะโรคต่างๆ แต่ในปัจจุบันเนื่องจากความก้าวหน้าด้านสารสนเทศพันธุศาสตร์ ประกอบกับเทคโนโลยีที่เอื้อการเก็บข้อมูล ทำให้สามารถวินิจฉัยสาเหตุของโรคลงไปถึงระดับของเซลล์ร่างกาย จึงทำให้ดำเนินการป้องกันและบำบัดรักษาได้ตรงเหตุ อันเป็นรูปแบบการแพทย์ในชื่อ “เวชกรรมตรงเหตุ” ซึ่งกระบวนการสำคัญในการเก็บชุดข้อมูลและสั่งการต้องอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปปัญญาประดิษฐ์

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์, เวชกรรมตรงเหตุ, การศึกษาเชิงลึก, ซูเปอร์คอมพิวเตอร์, อัลกอริทึม

\* คณะแพทยศาสตร์ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล

\*\* ภาควิชาคณิตศาสตร์และงานคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\*\* สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

## กมลกุล

ในช่วงไม่กี่ปีมานี้ วิทยาการและเทคโนโลยีด้านต่างๆ ได้เจริญรุดหน้าอย่างมาก ทางด้านการแพทย์ เทคโนโลยีเวชกรรมได้ก้าวหน้าไปถึงขั้นที่สามารถให้การวินิจฉัยโรคได้ตรงสาเหตุ ส่งผลให้ทำเวชปฏิบัติได้ถูกต้องและแม่นยำ (เวชกรรมตรงเหตุ / precision medicine) และสามารถพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคบางโรคได้ก่อนเป็นโรคช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นการก้าวหน้าทางเวชศาสตร์ป้องกันในอีกรูปแบบหนึ่งด้วย แต่กระบวนการณ์สำคัญเป็นผลจากงานคอมพิวเตอร์ในรูปปัญญาประดิษฐ์ จนเป็นที่กล่าวอ้างว่า “There is No Precision Medicine Without Artificial Intelligence” จาก <http://medicalfuturist.com/no-precision-medicine-without-artificial-intelligence/>

## ปัญญาประดิษฐ์

ปัญญาประดิษฐ์ (artificial Intelligence) เป็นคุณสมบัติพิเศษของคอมพิวเตอร์ที่เทคโนโลยีดิจิทัลสร้างขึ้นจากการคำนวณการค้นหาคำตอบและตรวจสอบเงื่อนไขข้อมูล เพื่อนำไปประกอบเป็นข้อยุติหรือข้อสรุปที่ต้องการ ปัญญาประดิษฐ์นี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภทตั้งแต่วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิศวกรรม การแพทย์ ธุรกิจ การบริการอาหาร ไปจนถึงการเล่นเกม ดังตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์โรคภัยไข้เจ็บ การระบุดาวเคราะห์ที่มีลักษณะคล้ายโลก การตรวจจับผู้บุกรุกระบบคอมพิวเตอร์ การแข่งขันเล่นเกมกับคอมพิวเตอร์ การเล่นเกมออนไลน์ การแนะนำสินค้าในเครือข่าย (web site)

วิธีประสาทข่ายปัญญาแบ่งออกได้เป็น ๒ ยุค คือยุคที่ใช้แนวคิดของกฎเกณฑ์บนพื้นฐานตรรกะแบบบูลีนร่วม และการแก้ปัญหาโดยให้เครื่องสุ่มสร้างคำตอบจำนวนมากแล้วเลือกเก็บคำตอบที่คิดว่าดีเอาไว้ และยุคที่ใช้แนวคิดของการเรียนรู้ของเซลล์ประสาทและการเลียนแบบการแก้ปัญหาของสัตว์

ในยุคแรก ผู้เขียนโปรแกรมเป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ประกอบด้วยกลุ่มเงื่อนไขที่เขียนในรูปคำสั่ง IF เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานและโต้ตอบตามผลของกฎเกณฑ์ที่กำหนดเงื่อนไขแต่ละเงื่อนไขในคำสั่ง IF ถูกเชื่อมต่อกันด้วยตัวเชื่อมตรรกะ ๓ แบบคือตรรกะและ ตรรกะหรือ และตรรกะนิเสธ อีกวิธีที่ทำให้เครื่องฉลาดคือให้คอมพิวเตอร์สร้างคำตอบต่างๆ แล้วเลือกคำตอบที่เหมาะสมจากการประเมินตามเป้าหมายที่

ต้องการ วิธีนี้เหมาะสำหรับการให้คอมพิวเตอร์เล่นเกมกับคน เช่นเกมหมากรุก โดยคอมพิวเตอร์จะลองวางตำแหน่งตัวหมากแบบต่างๆ บนกระดาน หลังจากที่ได้เล่นแล้ว จากนั้นจะคำนวณค่ากำไรขาดทุนจากการวางตัวหมากแบบต่างๆ แบบการวางหมากที่ให้ประโยชน์สูงสุดจะถูกเลือกเพื่อใช้โต้ตอบในการเล่น เกมถัดไป จะเห็นได้ว่าความฉลาดของเครื่องถูกกำหนดโดยผู้เขียนโปรแกรม เครื่องไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง นอกจากนั้น การใช้ตรรกะแบบบูลีนทำให้เครื่องไม่เหมาะที่จะจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อน เช่น การรู้จำใบหน้าคน การระบุคลื่นชีพจร ๒ ชั้น วามีเนื้อหาเหมือนกันหรือไม่ การระบุตัวตนโดยใช้คลื่นสมอง รวมถึงการระบุลักษณะจำเพาะของผู้ป่วยจากหน่วยพันธุกรรม (ยีน) เพื่อออกแบบยาที่เหมาะสมกับผู้ป่วยเฉพาะราย แต่ถึงแม้ว่าวิธีการที่ใช้แนวคิดตรรกะบูลีนจะไม่ดีกับปัญหาใหม่ แต่การให้เครื่องสร้างคำตอบแล้วเลือกคำตอบที่ให้กำไรสูงสุดจะเหมาะสำหรับการเล่นเกมแข่งขันกับคน เพราะเครื่องสามารถมองการเดินหมากล่วงหน้าไปได้หลายตาการเดิน

ในยุคที่ ๒ การทำให้เครื่องเกิดปัญญานำมาจากการประยุกต์วิธีการกับปัญหาซับซ้อนต่างๆ ที่ข้อมูลมีค่าเป็นจำนวนจริง ข้อมูลที่มีอายุเกี่ยวข้อง ข้อมูลมีจำนวนสมมติหรือมิติสูงมาก (เช่น ข้อมูลดีเอ็นเอ) และข้อมูลที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากตามกาลเวลา เป้าหมายที่ต้องการสุดท้ายคือให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีปัญหาเทียบเท่าความฉลาดของคน เพื่อให้เป้าหมายนี้เป็นจริง การศึกษาวิธีการทำให้เครื่องเกิดปัญญาความฉลาดจึงเน้นที่การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์ประสาทและเครือข่ายของเซลล์ประสาทว่าเซลล์และเครือข่ายเซลล์เรียนรู้ข้อมูลทีละน้อยได้อย่างไร แต่ละเซลล์สื่อสารกับเซลล์อื่นๆ ด้วยข้อมูลอะไรในระหว่างการเรียนรู้และโต้ตอบกับสัญญาณที่ป้อนให้ ความเข้าใจนี้จำเป็นต้องเขียนในรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ แบบจำลองนี้แสดงให้เห็นว่าเซลล์ประสาททำหน้าที่แบ่งสัญญาณที่เข้ามาเป็นกลุ่ม การค้นพบนี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ได้มากมายเช่นปัญหาการแยกกลุ่มผู้ป่วยที่มีการแสดงออกของหน่วยพันธุกรรมที่คล้ายกันเพื่อออกแบบยาและการบำบัดรักษาโรคในงานแนวเวชกรรมตรงเหตุ การแยกกลุ่มของเหตุการณ์ที่เกิดในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อระบุว่าผู้บุกรุกเข้ามาในระบบหรือไม่

นอกจากการศึกษาที่เกี่ยวกับการทำงานของเซลล์ประสาทแล้ว ยังมี แนวคิดใหม่ ๒ แนวคิดเกิดขึ้นคือ แนวคิดการแก้ปัญหาที่ใช้วิธีเลียนแบบธรรมชาติ เช่นวิธีที่มดหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากรังไปยังแหล่งอาหาร วิธีคัดเลือกพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต และแนวคิดตรรกะแบบคลุมเครือซึ่งต่างจากตรรกะแบบบูลีน ตรรกะแบบคลุมเครือยังคงใช้ตัวแปรที่มีค่าความจริงและความเท็จ รวมทั้งยังเกี่ยวข้องกับตัวเชื่อมตรรกะแบบและแบบหรือ และแบบนิเสธ แต่ผสมฟังก์ชันคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความรู้สึกว่าตัวแปรนั้นมีค่าความจริง ความเท็จแค่ไหน แนวคิดนี้เหมาะกับการแปลงคำพิเศษที่ไม่ชัดเจนเป็นค่าทางคณิตศาสตร์ เช่นคำที่เกี่ยวกับความรู้สึก ร้อน หนาว เย็น อบอุ่น ที่แต่ละคนให้ความรู้สึกต่างกันขณะที่อยู่ในสถานที่เดียวกัน ฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตรรกะคลุมเครือนี้สามารถเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจหรือส่งผลลัพธ์ตามค่าของความรู้สึกเหล่านี้ และตัวเชื่อมตรรกะได้

ความฉลาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เกิดจากเทคโนโลยีการคำนวณยังห่างไกลจากเป้าหมายที่ต้องการทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ฉลาดแบบคน หรือฉลาดเกินคนจนสร้างปัญหาต่อโลก เพราะความฉลาดของคอมพิวเตอร์เกิดจากโปรแกรมที่คนใส่ให้ ดังนั้นผู้สร้างปัญหาต่อโลก จึงไม่ใช่ความฉลาดของคอมพิวเตอร์ แต่เป็นคนที่กำหนดให้

**วิจารณ์ศัพท์:** มีคำที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดประดิษฐ์ที่สมควรรู้จักคือ Algorithm หรือชุดคำสั่ง ที่เป็นลำดับขั้นตอนสำหรับใช้แก้ปัญหา เป็นความรู้ได้จากการวิเคราะห์แยกแยะการทำงานโดยกำหนดให้เรียงกันตามลำดับ มีประโยชน์ในกรณีพยากรณ์เหตุการณ์ล่วงหน้าพร้อมคำสั่งแก้ไข ดังเช่นที่ขิงเบ้งใช้อัลกอริธึมในการทำสงคราม

### เวชกรรมตรงเหตุ

ณ ปัจจุบัน หลังจากความก้าวหน้าทางสันทะพันธุศาสตร์ เมื่อ Francis Collins และ J. Craig Venter ได้แถลงในทำเนียบขาวเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ว่าสามารถอ่านลำดับคู่เบสทั้งหมดในสายดีเอ็นเอ และและต่อมาเมื่อวันที่

๒๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ ประธานาธิบดีสหรัฐฯ นายบารัค โอบามาได้แจ้งต่อสมาชิกรัฐสภาในการกล่าวสุนทรพจน์สหภาพแห่งรัฐ (State of the Union Address) และมอบเงิน ๒๑๕ ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ให้หน่วยงานสำคัญทางแพทย์ดำเนินการศึกษาวิจัยในชื่อ Precision Medicine Initiative ซึ่งได้ทำให้การแพทย์ทั่วโลกก้าวหน้าเปลี่ยนจากเวชปฏิบัติต่อผู้ป่วยแบบดั้งเดิมที่อาศัยข้อมูลรวบรวมวิเคราะห์จากการซักประวัติการเจ็บป่วย ประวัติสาเหตุด้านสิ่งแวดล้อม พันธุกรรมแบบการดำเนินโรคที่ปรากฏ และผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการหาเชื้อก่อโรคและพยาธิสภาพ และการใช้ยาที่ให้ผลการรักษาต่อกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรคนั้นๆ ทำนอง One-size-fits-all ไปใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ พันธุศาสตร์ next generation sequencing ซึ่งทำได้รวดเร็วภายในวันเดียว ด้วยค่าใช้จ่ายต่ำ ระบุลำดับเบสส่วนหนึ่งส่วนใดในสายดีเอ็นเอที่กลายพันธุ์หรือมีหน่วยพันธุกรรมจำเพาะโรค แล้วจึงให้การบำบัดรักษาหรือป้องกันโดยวิธีต่างๆ ตรงตามสาเหตุ โดยไม่ใช้ยา (“beyond the pill” เป็นคำกล่าวของ Armin Furtwaengler ผู้อำนวยการอาวุโส บริษัทยา Boehringer Ingelheim) เช่นใช้เทคโนโลยี CRISPR/Cas9 (ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ๒๕๖๐; ๑๗:๔๕๘-๖๑), การซ่อมดีเอ็นเอนอกกาย (พุทธชินราชเวชสาร ๒๕๖๐; ๓๔: ๒๙๑), การเพิ่มความยาวหมวกโมโรโมโซม (ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ๒๕๖๑; ๑๘:๑๔๘), CAR T cells (ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ๒๕๖๑; ๑๘:๒๐๐-๒) นอกจากนั้นยังสามารถวิจัยค้นคว้าหายา และกลุ่มยาร่วมที่ใช้ในการบำบัดรักษาและป้องกันการดื้อยา

มีข่าวจากประเทศจีน (วันที่ ๒๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐) อ้างว่าได้ผลิตแพทย์หุ่นยนต์ตัวแรกของโลกชื่อ เซียวอี้ ที่มีความรู้และศักยภาพการทำงานทัดเทียมแพทย์มนุษย์ และไม่เรื่องมากเหมือนมนุษย์ (แพทย์หุ่นยนต์ตัวแรกของโลก. พุทธชินราชเวชสาร ๒๕๖๑; ๓๕:๕๐) ทำให้มีความหวังว่าแพทย์หุ่นยนต์อาจมีบทบาท ช่วยจรรโลงงานด้านเวชกรรมตรงเหตุให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นไปอีก



รูปที่ ๑ ภาพแพทย์หุ่นยนต์ จาก <https://voicetv.co.th/read/HJ5gMUBLM>

ปัญหาที่เวชกรรมเดียวกันใช้ชื่อแตกต่างกัน ๓ ชื่อ คือ personalized medicine, precision Medicine และ targeted medicine นั้น มีคำตอบจากสถาบันสุขภาพแห่งชาติ-ห้องสมุดแพทยศาสตร์แห่งชาติสหรัฐฯ ว่าสภาวิจัยแห่งชาตินิยมชื่อ precision medicine มากกว่า โดยกล่าวว่า personalized medicine เป็นชื่อเก่าที่ให้ความหมายกำกวมว่าเป็นเวชปฏิบัติจำเพาะบุคคล ซึ่งต่างจาก precision medicine ที่หมายถึงเวชปฏิบัติมุ่งเป้าไปที่สาเหตุโรคโดยนัยสนเทศ พันธุกรรม สภาพแวดล้อมและวิถีชีวิตของผู้ป่วยองค์รวม ส่วนชื่อ targeted medicine นั้นมีความหมายอยู่ในบริบทใกล้เคียงกับ precision medicine แต่ระบุจำเพาะเจาะจงด้านการบำบัดรักษา (targeted therapy) ... อ้างอยู่ในบทความของ Nilsson CL, Cunningham KA. ACS Chem Neurosci 2018; 9: 5.

**โรคที่ได้รับการรักษาแบบเวชกรรมตรงเหตุแล้ว หรือ กำลังอยู่ในขั้นศึกษา**

- โรคประสาทจิตเวช เช่น โรคอัลไซเมอร์ โรคจิตเภท โรคพาร์กินสัน โรคกล้ามเนื้อสเคลอโรซิส โรคไมเกรน โรคหลอดเลือดสมอง ภาวะสองขั้ว โรคซึมเศร้า ภาวะอัตตาวิธาน

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในเบื้องต้นเพื่อทำนายผลของการเปลี่ยนสถานะของโรค เช่นทำนายผลการสืบค้นภาพถ่าย สมองแม่เหล็กสมองจากผลการประเมินด้วยแบบทดสอบต่างๆ ว่าผู้จะเป็นโรคอัลไซเมอร์ในเวลาอีกกี่ปีข้างหน้า หรือทำนายว่าผู้ป่วยนั้นจะมีโอกาสฆ่าตัวตายมากน้อยเพียงไร การใช้งานดังกล่าวนี้เกิดจากการเรียนรู้ของเครื่องกลที่เรียกว่า เรียนรู้โดยลึกซึ้ง (deep learning) มีผลทำให้เกิด (๑) ความสามารถพบรูปแบบปรากฏ (๒) ความสามารถจำแนกหรือทำนายขั้นตอนวิธี (อัลกอริทึม) จากตัวอย่างที่เรียนรู้มา (๓) การเสริมกำลังเรียนรู้ เช่น หุ่นยนต์ รู้วิธีการผ่าตัดในปัญหาเฉพาะกาลเทศะนั้น

- โรคมะเร็ง เช่น มะเร็งรังไข่ มะเร็งลำไส้ใหญ่-ไส้ตรง มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ มะเร็งกระเพาะอาหาร-หลอดอาหาร มะเร็งตับอ่อน มะเร็งเต้านม มะเร็งเซลล์ตับ มะเร็งบริเวณศีรษะและคอ เมลาโนมา มะเร็งสมอง

- โรคเหตุการณ์แปรปรวน เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน

- การผ่าตัดด้วยหุ่นยนต์ ถือว่าเป็นนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ที่เป็นภาพลักษณ์ที่ยอมรับได้ชัดเจน เช่น การผ่าตัดลำไส้ใหญ่ ศัลยกรรมระบบทางเดินปัสสาวะและการผ่าตัดมะเร็งต่อมลูกหมาก ได้ประสิทธิผลสูง แม่นยำ เจ็บน้อย ฟื้นตัวหลังผ่าตัดได้เร็ว

การศึกษาทางเภสัชวิทยาเพื่อเวชกรรมตรงเหตุ เช่น การค้นพบยาใหม่ที่มีประสิทธิภาพบำบัดรักษาตรงเหตุโรค การวินิจฉัยสาเหตุดื้อยา กำลังเป็นที่สนใจ

**หมายเหตุ** เนื่องจากข้อมูลด้านการบำบัดรักษาจำเพาะโรคมียารละเอียดยาก จึงจำเป็นต้องเตรียมเป็นบทความต่อเนื่องต่อไป

## เอกสารประกอบการเรียบเรียงความฉลาดประดิษฐ์:

๑. อนุมงคล ศิริเวทิน. การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญการ: บทความวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ๒๕๓๑; ๑๗ หน้า
๒. สมชัย บวรกิตติ. ตับอ่อนประดิษฐ์กับโรคเบาหวาน. พุทธชินราชเวชสาร ๒๕๕๙; ๓๓:๒๕๒-๕.
๓. Caltech Researchers Create the First Artificial Neural Network Out of DNA. Caltech 07/20/2011. From: <http://m.caltech.edu/news/ca;tech-reserachers-create-first-artificial-neural-network-out-d...>

๔. Winfree E, Bruck S. Caltech Researchers Create the First Artificial Neural Networks out of DNA. From: <http://m.caltech.edu/news/caltech-researchers-create-first-artificial-neural-network-out-d...>
๕. Artificial intelligence methods used for developing precision cancer medicine. From: <https://www.abo.fi/en/news/precisa-cancermediciner-tas-fram-med-hjalp-av-artificial-intelligens>
๖. Wikipedia. A.I. Artificial Intelligence. From: [https://en.wikipedia.org/wiki/A.I.\\_Artificial\\_Intelligence](https://en.wikipedia.org/wiki/A.I._Artificial_Intelligence)
๗. Artificial intelligence technique recognizes signatures of dementia two years before onset. Saved from URL: <https://www.news-medical.net/news/20170822/Artificial-intelligence-technique-recognizes-signatures-of-dementia-two-years-before-onset.aspx>
๘. Amyloid as a biomarker of dementia. Source: <http://www.mcgill.ca/newsroom /channels/news/artificial-intelligence-predicts-dementia-onset-symptoms-269722>
๙. Schmidt E, Cohen J. Technology: Inventive artificial intelligence will make all of us better. Time December 28, 2015-January 4, 2016; page 20.
๑๐. Gil Press. 51 Artificial Intelligence (AI) Predictions For 2018. Forbes Nov 28, 2017. From: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/11/28/51-artificial-intelligence-ai-predictions-for-2018/#203578af582a>
๑๑. Aronson SJ, Rehm HL. Building the foundation for genomics in precision medicine. Nature 2015; 526: 15 October 2015 doi:10.1038/nature15816.
๑๒. Ashley EA. The Precision Medicine Initiative. A New National Effort. JAMA April 30, 2015.doi:10.1001/jama.2015.3595. From: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleID=2289153>
๑๓. Collins FS, Varmus H. A New Initiative on Precision Medicine. N Engl J Med 2015; 372(9): 793-5.
๑๔. Cruza CJ. Imaging the Future of Medicine. Bioelectron Med 2015; 2: 49-50.
๑๕. NIH Workshop. Precision Medicine Initiative: Building a Large U>S> Research Cohort. [www.nih.gov/precisionmedicine/workshop-summary.pdf](http://www.nih.gov/precisionmedicine/workshop-summary.pdf)
๑๖. Jayanthi A. The promise of precision medicine: Care for the whole person. February 02,2015. From: <http://www.beckershospitalreview.com/population-health/the-promise-of-precision-medicine-care-for-the-whole-person.html>
๑๗. L. Will the promise of precision medicine live up to the hype? FiercerHealthcare. Feb 10, 2015. From: <http://www.fiercehealthcare.com/healthcare/will-promise-precision-medicine-live-up-to-hype>
๑๘. Karachaliou N, Mayo-de-las-Casas C, Moina-Vila, Rosell R. Real-time liquid biopsies become a reality in cancer treatment. Ann Transl Med 2015; 3(3): 36-8.
๑๙. The cells' toolbox for DNA repair. Press Release 7 October 2015. From: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/2015/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2015/press.html)
๑๑๐. Ahn J-H, Jang JY, Jeong Y-H. Translation from the data of clinical trials to precision medicine: limitation of the current risk score for predicting coronary thrombosis and major bleeding. J Thorac Dis 2016; 8(9): 2376-8.

### เว็บบรรณสารสุขภาพ:

๑. Wikipedia. Precision medicine. From: [https://en.wikipedia.org/wiki/Precision\\_medicine](https://en.wikipedia.org/wiki/Precision_medicine) เปิดอ่านวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑
๒. Crowley E, Di Nicolantonio F, Liopakis F, Bardelli A. Liquid biopsy: monitoring cancer-genetics in the blood. Nature Reviews Clin Oncol 2013; 10(8):472-84.

๑๒. Beger RD, Dunn W, Schmidt MA, Gross SS, Kirwan JA, Cascante M, et al. Metabolomics enables precision medicine: "A White Paper, Community Perspective. *Metaboomics* 2016; 12: 149-54.
๑๓. Berger MF, Van Allen EM. Delivering on the promise of precision cancer medicine. *Genome Medicine*. 2016; 8: 110-22.
๑๔. Bianne C, Delaplace F, Klaudel H. Networks and games for precision medicine. *BioSystems* 2016; 150: 52-60.
๑๕. Bing Y. Precision Medicine: Towards Complexity Science Age. *Chin J Integr Med* 2016; 22(4): 251-7.
๑๖. Calabria I, Pedrola L, Berlanga P, Aparisi MJ, Sanchez-Izquierdo D, Canete A, et al. The new challenge in oncology: Next-generation sequencing and its application in precision medicine. *An Pediatr (Barc)* 2016; 85(5):273.e1-e7.
๑๗. Christenson SA. The Reemergence of the Asthma-COPD Overlap Syndrome: Characterizing a Syndrome in the Precision Medicine Era. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2016; 16: 81-9.
๑๘. Dzau VJ, Ginsburg GS. Realizing the Full Potential of Precision Medicine in Health and Health Care. *JAMA* 2016; 316 (16): 1659-60.
๑๙. Gandal MJ, Leppa V, Won H, Parikshak NN, Geschwind DH. The road to precision psychiatry: translating genetics into disease mechanisms. *Nature Neuroscience* 2016; 19(11): 1397-407.
๒๐. Kersten ETG, Koppelman GH. Pharmacogenetics of asthma: toward precision medicine. *Curr Opin Pulm Med*. 2016; doi: 10.1097/MCP.00000000335
๒๑. Fung RKF, Kerridge IH. Gene editing advance re-ignites debate on the merits and risks of animal to human transplantation. *Ethics in Medicine*. 2016; pp1017-
๒๒. Hsieh JJ, Cheng EH. A braided cancer river connects tumor heterogeneity and precision medicine. *Clin Trans Med*. 2016; 5: 42-5.
๒๓. Muraro A, Fokkens WJ, Pietikainen S, Borrelli D, Agache I, Bousquet J, et al. European Symposium on Precision Medicine in Allergy and Airways Diseases: Report of the European Union Parliament Symposium (October 14, 2015). *Allergy* 2016; 71: 583-7.
๒๔. Eke I, Makinde AY, Aryankalayil MJ, Ahmed MM, Coleman CN. Comprehensive molecular tumor profiling in radiation oncology: How it could be used for precision medicine. *Cancer Letters*. 2016; 382: 118-26.
๒๕. Need AC, Golstein DB. Neuropsychiatric genomics in precision medicine: diagnostics, gene discovery, and translation. *Dialogues Clin Neurosci*. 2016; 18: 237-52.
๒๖. Nishi A, Milner DA Jr, Giovannucci EL, Nishihara R, Tan AS, Kawachi I, et al. Integration of Molecular Pathology, Epidemiology, and Social Science for Global Precision Medicine. *Expert Rev Mol Diagn*. 2016; 16(1): 11-23.
๒๗. Peng X, Xing P, Li X, Qian Y, Song F, Bai Z, et al. Towards Personalized Intervention for Alzheimer's Disease. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2016; 14: 289-97.
๒๘. Pulido V, Lee SY, Ko NY. Arriving at the Right Diagnosis in an Era of Precision Medicine. *Case Rep Oncol*. 2016; 9: 351-7.
๒๙. Quinn RA, Nothias L-F, Vining O, Meehan M, Esquenazi E, Dorrestein PC. Molecular Networking As a Drug Discovery, Drug Metabolism, and Precision Medicine Strategy. *TIPS* 2016; 12 pages.
๓๐. Roden DM. Editorial Commentary: Genomics and drug discovery: The next frontier in precision medicine. *Trends in Cardiovascular Medicine* 2016; in press. From: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tcm.2016.09.0041050-1378/>
๓๑. Xue Y, Lameijer E-R, Ye K, Zhang K, Chang S, Wang X, et al. Precision Medicine: What Challenges Are We Facing? *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2016; 14: 253-61.

๓๒. Huang L, Fernandes H, Zia H, Tavassoli P, Rennert H, Pisapia D, et al. The cancer precision medicine knowledge base for structured clinical-grade mutations and interpretations. *J Am Med Informatics Assoc* 2017; 1-7 doi: 10.1093/jamia/ocw148 Research and Application
๓๓. Li Y, Li K, Zhang X. Next-generation metabolomics in lung cancer diagnosis, treatment and precision medicine: mini review. *Oncotarget* 2017; 8(70): 115774-115786.
๓๔. Mody RJ, Prensner JR, Everett J, Williams Parsons D, Chinnaiyan AM. Precision medicine in pediatric oncology: Lessons learned and next steps. *Pediatr Blood Cancer*. 2017; 64(3): November 13. Doi:10.1002/pbc.26288.
๓๕. Mody RJ, Prensner JR, Everett J, Williams Parsons D, Chinnaiyan AM. Precision medicine in pediatric oncology: Lessons learned and next steps. *Pediatr Blood Cancer*. 2017; 64(3): November 13. Doi:10.1002/pbc.26288.
๓๖. Zhu B, Song N, Shen R, Arora A, Machiela MJ, Song L, et al. Integrating Clinical and Multiple Omics Data for Prognostic Assessment across Human Cancers. *Scientific Reports* 2017; 7:16954 DOI:10.1038/s41598-017-17031-8
๓๗. Sullivan T. Google makes AI tool for precision medicine open source. From: <http://www.healthcareitnews.com/news/google-mkes-ai-tool-precision-medicine-open-source>
๓๘. The Medical Futurist. <http://medicalfuturist.com/no-precision-medicine-without-artificial-intelligence/www.whitehouse.gov/precision-medicine>
๓๙. IBM Research. Genomics and AI push the boundary of precision medicine in blood cancer. From: <https://www.ibm.com/blogs/research/2017/12/genomics-ai-ash/>
๔๐. Mesko B. The role of artificial intelligence in precision medicine. *Expert Review of Precision Medicine and Drug Development*. 2017; 2(5): 239-41.
๔๑. Yu L. Artificial intelligence methods used for developing precision cancer medicine. February 27, 2018. Saved from URL: <https://www.news-medical.net/news/20180227/Artificial-intelligence-methods-used-for-developing-precision-cancer-medicine.aspx>
๔๒. Wegrzyn RD, Lee AH, Jenkins AL, Stoddard CD, Cheever AE. Genome Editing: Insights from Chemical Biology to Support Safe and Transformative Therapeutic Applications. *ACS Chem Biol*. 2018; 13: 333-42.
๔๓. Nilsson CL. Special Issue on Precision Medicine for Brain Cancer in ACS Chemical Neuroscience. *ACS Chem Neurosci*. 2018; 9: 5.
๔๔. Mochinzuki AY, Frost IM, Mastrodimos MB, Plant AS, Wang AC, Moore TB, et al. Precision Medicine in Pediatric Neurooncology: A Review. *ACS Chem Neurosci*. 2018; 9: 11-28.
๔๕. NIH> U.S. National Library of Medicine. What is the difference between precision medicine and personalized medicine? What about pharmacogenomics? From: <https://ghr.nlm.gov/medicine/precisionmedicinevspersonalized> เปิดอ่านวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑
๔๖. Hamet P, Tremblay J. Artificial Intelligence in Medicine. *Metabolism. Clinical and Experimental* 2017. Doi:10.1016/j.metabol.2017.01.01
๔๗. Mesko B. The role of artificial intelligence in precision medicine. *Expert Review of Precision Medicine and Drug Development*. 2017; 2(5):239-41.
๔๘. Peterson K, Rudovic O, Guerrero R, Picard RW. Personalized Gaussian Processes for Future Prediction of Alzheimer's Disease Progression. 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA. arXiv:1712.00181v3 [cs.LG] 12 Mar 2018.

## Abstract

### Artificial Intelligence and Precision Medicine

Vorapan Senanarong\*, Chidchanok Luasinsap\*\*, Somchai Bovornkitti\*\*\*

\* Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University

\*\* Department of Arithmetics and Computer, Chulalongkorn University

\*\*\* The Academy of Science, The Royal Society of Thailand

Historically, medical procedures have been designed for treating the average patient, resulting in ubiquitous approaches that prove successful for some patients but not others. In line with the progress achieved in genomics, however, especially following the triumph of sequencing the human genome, in particular the “next generation sequencing” technology, a new field has emerged: precision medicine.

According to the United States National Institutes of Health, precision medicine is an emerging approach for disease treatment and prevention that takes into account individual variability in genes, environment and lifestyle. This approach requires significant computing power (supercomputers); algorithms that can learn by themselves at an unprecedented rate (deep learning); and an approach that utilizes the cognitive capabilities of physicians on a new scale (artificial intelligence/AI).

**Key words:** artificial intelligence (AI), precision medicine, deep learning, supercomputer, algorithm