

# การพิมพ์สามมิติ

ดร.ภญ. ดวงเพ็ญ ปัทมดิลก

## วัตถุประสงค์

- เพื่อให้ผู้อ่านทราบแนวโน้มทางเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้ในการแพทย์และเภสัชกรรม
- เพื่อให้ผู้อ่านทราบหลักการ ประโยชน์ และประเภทของการพิมพ์สามมิติในการแพทย์และเภสัชกรรม

## บทนำ

การพิมพ์สามมิติ (3D printing; 3DP) เป็นกระบวนการสร้างวัตถุสามมิติจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยมิติของความกว้าง ความยาว และความสูง สามารถช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความละเอียดซับซ้อนโดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรราคาแพงและไม่ต้องทำแม่พิมพ์ สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือดีไซน์ของผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ง่ายและต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับการทำแม่พิมพ์ มีการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางรวมถึงทางการแพทย์และเภสัชกรรม ในปี ค.ศ. 2015 USFDA ได้อนุมัติขึ้นทะเบียนยาที่ผลิตจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเป็นรายการแรก (3D printed drug) คือ Spritam®

## การพิมพ์สามมิติ

การพิมพ์สามมิติ (3D printing; 3DP) เป็นกระบวนการสร้างวัตถุสามมิติจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยมิติของความกว้าง ความยาว และความสูง โดยเป็นกระบวนการเพิ่มขึ้นของวัสดุเป็นชั้นบางๆ ตัดขวางต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนได้วัสดุสามมิติที่มีความสมบูรณ์ในที่สุด<sup>1</sup> การพิมพ์สามมิติสามารถช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความละเอียดซับซ้อนโดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรราคาแพงและไม่ต้องทำแม่พิมพ์ การปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือดีไซน์ของผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ง่ายและต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับการทำแม่พิมพ์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานานมีการนำมาประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลาย เช่น การสร้างวัตถุสามมิติ สร้างแบบจำลองต่าง พิมพ์อะไหล่และอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงทางการแพทย์และทางเภสัชกรรม

เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีทั้งแบบวัสดุสังเคราะห์และแบบวัสดุชีวภาพหรือที่เรียกว่า Bioprinting<sup>2</sup> ในอนาคตผู้ป่วยที่ต้องเปลี่ยนอวัยวะอาจไม่ต้องรอคอยรับอวัยวะบริจาคซึ่งหาได้ยากและใช้เวลานาน ใช้การผลิตโครงแม่พิมพ์อวัยวะ (scaffold) และจะต้องมีการสร้างหมึกพิมพ์ชีวภาพ (bioink) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ เซลล์ต้นกำเนิด (stem cell) โดยปลูกเซลล์ต้นกำเนิดของผู้ป่วยลงไป แล้วเลี้ยงจนได้อวัยวะก่อนผ่าตัดกลับไปให้ตัวผู้ป่วยเอง

ชื่อเรื่อง : การพิมพ์สามมิติ รหัส : 3002-1-000-003-09-2563

วันที่รับรอง : 11 กันยายน 2563

ผู้รับผิดชอบบทความ : ดร.ภญ.ดวงเพ็ญ ปัทมดิลก

สถานที่ทำงาน : สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

จำนวนหน่วยกิต : 1.5 หน่วยกิต

วันที่หมดอายุ : 10 กันยายน 2564 จำนวนหน้า 4 หน้า

อีเมล : duangpen.p@dmsc.mail.go.th

### การทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ<sup>3</sup>

เครื่องพิมพ์สามมิติ จะใช้กระบวนการทำให้เนื้อวัสดุก่อตัวเป็นรูปร่างตามทีออกแบบไว้โดยอาศัยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล การพิมพ์จะดำเนินไปที่ละชั้น (layer) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมไฟล์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์สามมิติจะเป็นไฟล์ในรูปแบบสามมิติ ข้อมูลภาพหรือวัตถุจะถูกบันทึกในรูปแบบไฟล์ดิจิทัลที่ถูกร่างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น AutoCAD, SolidWorks, 3Ds Max เป็นต้น เมื่อสร้างโมเดลหรือชิ้นงานในรูปแบบของไฟล์ดิจิทัลแล้ว จะนำไฟล์นั้นไปตัดเป็นชั้นๆ (slice) ได้เป็นชั้นแผ่นบางๆ (layer) เครื่องพิมพ์สามมิติจะพิมพ์ทีละแผ่นทับต่อซ้อนกันทีละชั้น จนได้วัตถุในลักษณะสามมิติ โดยสรุปกระบวนการพิมพ์สามมิติ ประกอบด้วย

1. การออกแบบชิ้นงานด้วย Computer aided Design (CAD)
2. การบันทึกไฟล์ในรูปแบบดิจิทัล
3. การแบ่งไฟล์ model ออกเป็น layer
4. การพิมพ์ชิ้นงานด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ

### การพิมพ์สามมิติในทางการแพทย์

เช่น พิมพ์แบบจำลองอวัยวะของผู้ป่วยเพื่อวางแผนการรักษา กระจกเทียมสำหรับผู้ป่วยเฉพาะราย อวัยวะเทียมสำหรับศัลยกรรมตกแต่ง ฟันปลอมและรากฟันเทียม เป็นต้น ประโยชน์ในทางการแพทย์ของการพิมพ์สามมิติ เช่น

- ใช้ในการวางแผนการรักษา เช่น การพิมพ์รูปทรงสามมิติ พยาธิสภาพของโรคทางออร์โธปิดิกส์ โรคทางหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง
- ช่วยในการออกแบบการรักษาของแพทย์ ลดเวลาการผ่าตัด ลดความเสี่ยง เนื่องจากแพทย์สามารถทดสอบผ่าตัดในเบื้องต้นได้
- ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ช่วยในการรักษา เช่น สร้างฝือกหรืออุปกรณ์ช่วยพยุงในผู้ป่วยที่มีกระดูกหักซับซ้อน
- ใช้ในการสร้างอวัยวะทดแทนโดยใช้วัสดุสังเคราะห์
- เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา ลดเวลาในการรักษา ลดเวลาการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์<sup>2</sup>

### การพิมพ์สามมิติและการคิดค้นยาใหม่ (drug discovery)<sup>4</sup>

เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติถูกนำมาใช้ช่วยในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางยา (active pharmaceutical ingredient; API) เช่น นักเคมีแห่งมหาวิทยาลัย Glasgow ได้สร้าง reaction vessel จากการพิมพ์สามมิติเพื่อใช้ในการสังเคราะห์จนได้ยาเป้าหมาย Kitson และคณะประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์ยา baclofen ด้วย reactor cascade จากการพิมพ์สามมิติ และใช้การพิมพ์สามมิติชีวภาพในการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อของมนุษย์และสัตว์เพื่อใช้ในการศึกษาพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรังของยาในเบื้องต้น รวมถึงการศึกษาเมตาบอลิซึม เช่น ผู้เชี่ยวชาญของ Organovo ได้พิมพ์เซลล์ตับและเซลล์ไต

เพื่อวิจัยทางการแพทย์และการรักษา (medical & therapeutic research) และยังใช้สร้าง organs-on-a-chip เลียนแบบเนื้อเยื่อมนุษย์และเนื้อเยื่อโรค เช่น นักวิจัยจากมหาวิทยาลัย Harvard ได้สร้าง cardiac microphysiological device ใช้ในการทดสอบการตอบสนองต่อยา เป็นต้น การพิมพ์สามมิติสามารถลดการใช้สัตว์ทดลองในการศึกษาพรีคลินิก (preclinical study) ลดต้นทุนการพัฒนายาใหม่ และลดระยะเวลาการออกสู่ตลาด (time-to-market) ของยาใหม่ได้

#### การพิมพ์สามมิติในการผลิตยา (drug manufacture)<sup>1,4,5</sup>

American Society for Testing and Materials (ASTM) ได้แบ่งประเภทของการพิมพ์สามมิติออกเป็น 7 ประเภท

1. vat photopolymerization มีแหล่งกำเนิดแสง เช่น เลเซอร์ ยิงไปยัง photopolymer ที่เป็นของเหลวบรรจุในภาชนะบรรจุ แล้วทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง วิธีที่ใช้หลักการนี้ เช่น stereolithography (SLA) digital light processing (DLP) continuous liquid interface (CLIP)
2. binder jetting (BJ) เป็นการพ่นน้ำยา (liquid binder) ให้ไปเกาะอนุภาคของแข็งซึ่งกระจายอยู่ใน chamber
3. powder bed fusion เป็นกระบวนการให้ความร้อน โดยใช้แสงเลเซอร์หรือแหล่งให้ความร้อนอื่น ๆ ทำให้อนุภาคที่เป็นผงเกิดหลอมตัว (fusion) แล้วจึงจับตัวเป็นวัสดุสามมิติ
4. material jetting พ่นหยดของเหลว (droplet) ให้ไปจับบนพื้นผิว
5. direct energy deposition ใช้พลังงานความร้อน เช่น เลเซอร์ ยิงตรงไปที่อนุภาคที่เป็นผง ทำให้เกิดการละลายและหลอมเป็นวัสดุสามมิติ
6. sheet lamination compromises นำวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ (sheet) ให้มาเชื่อมติดกัน มักจะเรียกว่า laminated object manufacturing (LOM) หรือ ultrasonic additive manufacturing (UAM)
7. material extrusion พ่นสารในสภาวะกึ่งแข็ง (semisolid) ให้เกาะสะสมกันเกิดเป็นชิ้นงาน ซึ่งยังแบ่งออกเป็น fused deposition modelling (FDM) และ semisolid extrusion

#### การพิมพ์สามมิติในทางเภสัชกรรม<sup>4,5</sup>

เมื่อเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2015 องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USFDA) ได้อนุมัติขึ้นทะเบียนยาที่ผลิตจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเป็นรายการแรก (3D printed drug) คือ Spritam® ซึ่งมีตัวยาคือ levetiracetam เพื่อรักษาอาการชัก (epilepsy) เป็นรูปแบบยาเม็ด สามารถบรรจุตัวยาได้ในขนาดปริมาณสูงถึง 1,000 มิลลิกรัม โดยเม็ดยามีขนาดไม่ใหญ่เกินไป รับประทานได้ง่ายและปลดปล่อยตัวยาได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับผู้ป่วยที่มีปัญหาในการกลืนยา เช่น ผู้สูงอายุ เด็ก หรือกลืนยาได้ยากในขณะที่โรคกำเริบ

ปัจจุบัน ยังมีการพัฒนาระบบนำส่งยาในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เช่น implants, microships, micropills, fast-dissolving tablet, multiphase release dosage forms<sup>5</sup>

ในอนาคตเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตยาสำหรับผู้ป่วยเฉพาะราย (personalized medicine) เมื่อยาจะถูกออกแบบมาเพื่อผู้ป่วยเฉพาะรายที่มีความต้องการขนาดความแรงของยาแตกต่างกันไป โดยเครื่องพิมพ์สามมิติจะพิมพ์ยาออกมาและผู้ป่วยจะได้รับยาเฉพาะของตัวเอง ซึ่งเดิมมีแต่ยาที่มีปริมาณขนาดยาคงที่ในแต่ละเม็ดยา เวลาจ่ายยาต้องคำนวณขนาดยาตามน้ำหนักตัว ตามอาการของโรค

อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ รวมถึงการนำมาใช้ในทางที่ไม่เหมาะสม เช่น การควบคุมกระบวนการผลิตยาจากการพิมพ์สามมิติ การนำเครื่องพิมพ์สามมิติไปใช้ในทางอาชญากรรม การผลิตยาเสพติด การละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

1. ดุรงฤทธิ์ ตรีภาค พีรยศ ภมรศิลป์กรรม. การพิมพ์สามมิติ: เทคโนโลยีเปลี่ยนโลกสุขภาพ. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ ปี 10 ฉบับ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2558 หน้า 199-206.
2. คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. สารานุกรมด้านการแพทย์สาธารณสุข สร้างสรรค์นวัตกรรมทางการแพทย์ด้วย 3D Printing สืบค้นจาก [https://www.rama.mahidol.ac.th/th/knowledge\\_awareness\\_health/24dec2019-1709](https://www.rama.mahidol.ac.th/th/knowledge_awareness_health/24dec2019-1709) สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2563
3. สุวัฒน์ วงษ์จำปา. 3D printing สุตยอดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีการพิมพ์ (ตอนที่ 1). สืบค้นจาก [https://library.ipst.ac.th/bitstream/handle/ipst/6079/207\\_50-54.pdf](https://library.ipst.ac.th/bitstream/handle/ipst/6079/207_50-54.pdf) สืบค้นเมื่อ 3 กันยายน 2563
4. Awad A, Trenfield SJ, Goyanes A, Gaisford S, Basit AW. Reshaping drug development using 3D printing. Drug Discovery Today. 2018; 23(8): 15471555. สืบค้นจาก <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.05.025> สืบค้นเมื่อ 3 กันยายน 2563
5. Bakhatwar M, Chikkala SR, Krishna VNV. Three-dimensional printing in pharmaceutical technology-an overview of innovations. Innovations in Pharmaceuticals and Pharmacotherapy. 2019; 7(3); 67-71. สืบค้นจาก [http://www.innpharmacotherapy.com/VolumeArticles/FullTextPDF/10193\\_02\\_IPP-07-JS-2019-20\\_Final.pdf](http://www.innpharmacotherapy.com/VolumeArticles/FullTextPDF/10193_02_IPP-07-JS-2019-20_Final.pdf) สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2563