

# การสร้างโมเดล 3 มิติ จากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ป.นพรัตน์ เทศพิทักษ์

กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

## The Three-Dimensional Modeling from Computed Tomography Images by Three-Dimensional Printing

Por. Nopparat Thedpitak

Department of Radiology, Hua Hin Hospital, Pracuap Khiri Khan

**หลักการและวัตถุประสงค์:** การพิมพ์ 3 มิติ สามารถใช้งานได้ ในหลายสาขา ในการศึกษาครั้งนี้ โมเดล 3 มิติ ถูกสร้างและพิมพ์ให้ได้ตามขนาดและรูปร่างอะคริลิกแฟนทอม (Acrylic phantom) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความถูกต้องของการสร้างโมเดล 3 มิติ สำหรับการพิมพ์ 3 มิติ

**วิธีการศึกษา:** สแกนอะคริลิกแฟนทอมด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพไดคอม แล้วสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อนำไปพิมพ์ 3 มิติ ประเมินผลโดยนำโมเดล 3 มิติ ที่พิมพ์ออกมาไปเปรียบเทียบกับอะคริลิกแฟนทอม โดยประเมินรูปร่างและขนาดด้วยสายตา และวัดความกว้าง ความยาว และความสูงของแต่ละชั้น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย ค่าร้อยละ ความคลาดเคลื่อน

**ผลการศึกษา:** โมเดล 3 มิติ กับอะคริลิกแฟนทอม เมื่อประเมินด้วยสายตามีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน และผลการวัดความกว้าง ความยาว และความสูงของแต่ละชั้น มีร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 2

**สรุป:** จากการศึกษาในครั้งนี้การสร้างและพิมพ์โมเดล 3 มิติ มีความคลาดเคลื่อนของขนาดและรูปร่างน้อยกว่าร้อยละ 2

**คำสำคัญ:** การสร้างโมเดล 3 มิติ, การพิมพ์โมเดล 3 มิติ, อะคริลิกแฟนทอม

**Background and Objective:** The 3D printing could be applicable in many fields. In this study, 3D models were constructed and printed according to size and shape of acrylic phantom. This study aimed to test the accuracy of 3D modeling for 3D printing.

**Methods:** The acrylic phantom was scanned by CT equipment storing data in a DICOM image format. Then the 3D model was created for 3D printing. Evaluate the results from the 3D model printed against the acrylic phantom, by assessing shape and size with sighting and measuring the width, length and height of each layer, and compare the differences by percent error.

**Results:** When visual assessment was performed, the 3D model and acrylic phantom, had the same size and shape. And the width, length, and height of each layer had a percent error less than 2 percent.

**Conclusion:** In this study, to create and print 3D models had a size and shape expectation of less than 2 percent, error.

**Keywords:** three-dimensional modeling, three-dimensional printing, acrylic phantom

ศรีนครินทร์เวชสาร 2562; 34(6): 574-577. • Srinagarind Med J 2019; 34(6):574-577.

### บทนำ

การพิมพ์ 3 มิติ (3D printing) ซึ่ง Schubert และคณะ<sup>1</sup> ได้กล่าวไว้ว่าเริ่มแรกได้ออกแบบโดย Charles Hull แล้วได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานได้หลายสาขาวิชา<sup>2,3</sup> และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ ซึ่งใช้ข้อมูลภาพทางการแพทย์ เช่น ภาพซีที หรือเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) สามารถใช้ซอฟต์แวร์<sup>4-6</sup> แปลงจากข้อมูลภาพไดคอม (Digital Imaging and Communications in Medicine: DICOM) ไปเป็นข้อมูลภาพ 3 มิติ มีรูปแบบไฟล์ Standard

Tessellation Language (STL) ซึ่งสามารถนำไปพิมพ์เป็นโมเดล 3 มิติ<sup>7-10</sup> โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)<sup>3</sup>

การสร้างโมเดล 3 มิติ จากภาพซีที เพื่อนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติ เพื่อใช้วางแผนสำหรับการผ่าตัด ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยมีความผิดปกติตรงบริเวณขากรรไกรด้านขวา บทบาทของรังสีแพทย์สามารถใช้ซอฟต์แวร์สร้างโมเดล 3 มิติ ตามกายวิภาคศาสตร์จริงจากผู้ป่วยคนนั้น เช่น ใช้ซอฟต์แวร์วาดขากรรไกรด้านขวาให้เหมือนเป็นปกติ โดยใช้ขากรรไกรด้านซ้ายที่ปกติเป็นต้นแบบในการวาด เพื่อนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติ

ทำให้แพทย์ที่ทำการผ่าตัดใช้วางแผนการผ่าตัดได้ ดังนั้นปัญหาของการวิจัยในครั้งนี้ นั่นคือ เพื่อทดสอบความถูกต้องว่าโมเดล 3 มิติ ที่จะพิมพ์ออกมา มีความเหมือนและเท่ากับอวัยวะจริงของผู้ป่วยหรือไม่ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความถูกต้องของการสร้างโมเดล 3 มิติ สำหรับพิมพ์ 3 มิติ

### วิธีการศึกษา

1. อะคริลิกแฟนทอม (Acrylic phantom) ที่ใช้เป็นตัวแทนอวัยวะผู้ป่วย สร้างขึ้นจากแผ่นอะคริลิก ความหนา 2 ซม. รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสนำมาวางทับซ้อนกัน 4 ชั้น ชั้นฐาน ขนาด 12 x 12 ซม. ชั้นที่ 2 ขนาด 10 x 10 ซม. ชั้นที่ 3 ขนาด 8 x 8 ซม. และชั้นที่ 4 ขนาด 6 x 6 ซม. (รูปที่ 1)

2. สแกนด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เนื่องจากอะคริลิกแฟนทอมที่ใช้ศึกษามีขนาดใกล้เคียงกับศีรษะจึงใช้เทคนิค CT brain (GE Healthcare Optima CT660, ใช้ Protocol CT Brain NC, ตั้งค่า 120 kVp, 370 mAs, 1 mm thickness และใช้ technique auto scan) (รูปที่ 2)

3. ใช้ซอฟต์แวร์แปลงภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่เป็นข้อมูลภาพ DICOM ให้เป็นโมเดล 3 มิติ มีรูปแบบไฟล์ .STL

4. นำไฟล์ข้อมูลรูปแบบไฟล์ .STL พิมพ์เป็นโมเดล 3 มิติ ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (รูปที่ 3)

5. โมเดล 3 มิติ ที่ได้จากการพิมพ์นำไปเปรียบเทียบกับอะคริลิกแฟนทอม โดยประเมินรูปร่างและขนาดด้วยสายตา และใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดความกว้าง ความยาว และความสูงตรงกึ่งกลางของส่วนที่วัดของแต่ละชั้นจนครบทั้ง 4 ชั้น ทำการวัดโดยรังสีแพทย์ ขั้นตอนทั้งหมดในการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนซึ่งคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\# \text{ experimental} - \# \text{ theoretical}}{\# \text{ theoretical}} \right| \cdot 100$$

### ผลการศึกษา

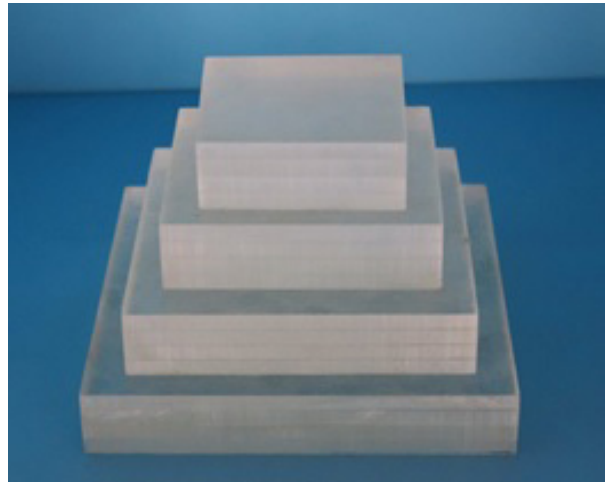
โมเดล 3 มิติ ที่ได้จากการระบวนการพิมพ์ 3 มิติ กับอะคริลิกแฟนทอม เมื่อประเมินด้วยสายตาคพบว่ามีความคล้ายคลึงกัน (รูปที่ 4)

ผลการวัดความกว้าง ความยาว และความสูง ของโมเดล 3 มิติ ที่ได้จากการระบวนการพิมพ์ 3 มิติ เปรียบเทียบกับอะคริลิกแฟนทอม (ตารางที่ 1)

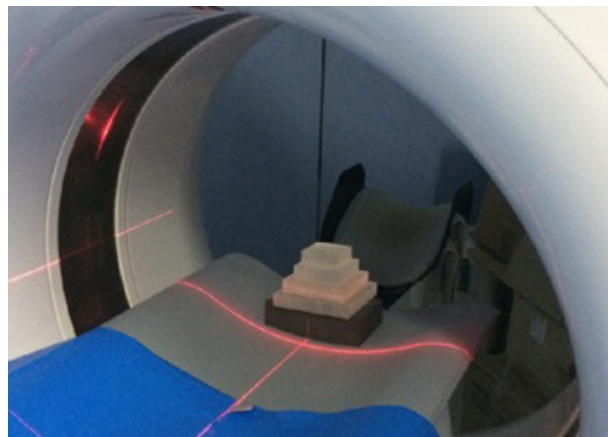
จากตารางที่ 1 มีร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 ซึ่งความถูกต้องจากการระบวนการพิมพ์อวัยวะ 3 มิติ ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้มีความเชื่อมั่นในการใช้วางแผนการผ่าตัดทางการแพทย์ให้กับผู้ป่วย

### วิจารณ์

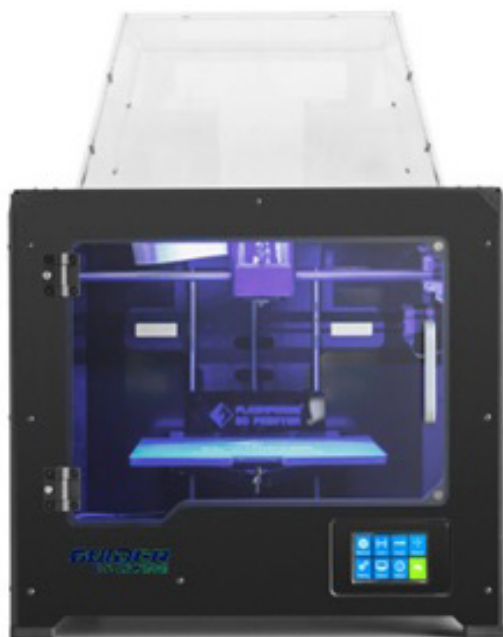
การศึกษานี้ได้ทดสอบความถูกต้องของกระบวนการพิมพ์ 3 มิติ โดยใช้อะคริลิกแฟนทอมเป็นวัตถุต้นแบบ โดยใช้ขั้นตอนสำหรับพิมพ์โมเดล 3 มิติ พบว่ามีร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 2 และจากการประเมินด้วยสายตา การพิมพ์โมเดล



รูปที่ 1 อะคริลิกแฟนทอม



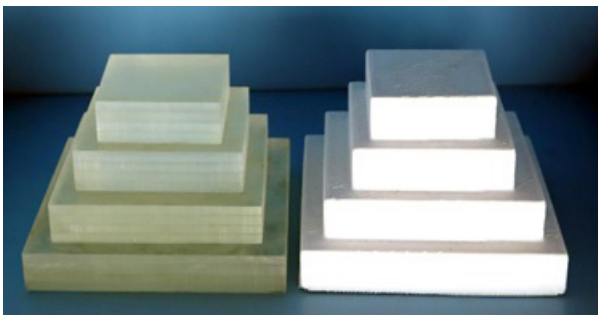
รูปที่ 2 สแกนด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ตารางที่ 1 ร้อยละความคลาดเคลื่อนของโมเดล 3 มิติ เปรียบเทียบกับอะคริลิกแฟนทอม

	โมเดล 3 มิติ (cm)					อะคริลิก แฟนทอม (cm)	ร้อยละ ความคลาด เคลื่อน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย (cm)	sd		
<b>ชั้นฐาน</b>							
ความกว้าง	11.95	11.97	11.93	11.95	0.02	12.00	0.42
ความยาว	11.95	11.95	11.98	11.96	0.02	12.00	0.33
ความสูง	2.04	2.02	2.04	2.03	0.01	2.00	1.50
<b>ชั้นที่ 2</b>							
ความกว้าง	9.92	9.95	9.98	9.98	0.03	10.00	0.20
ความยาว	9.93	9.96	9.94	9.94	0.02	10.00	0.60
ความสูง	1.97	1.98	1.98	1.98	0.01	2.00	1.00
<b>ชั้นที่ 3</b>							
ความกว้าง	7.92	7.94	7.92	7.93	0.01	8.00	0.88
ความยาว	7.90	7.90	7.92	7.92	0.01	8.00	1.00
ความสูง	2.04	2.02	2.02	2.02	0.01	2.00	1.00
<b>ชั้นที่ 4</b>							
ความกว้าง	5.96	5.98	5.94	5.94	0.02	6.00	1.00
ความยาว	5.98	5.95	5.95	5.95	0.02	6.00	0.83
ความสูง	2.04	2.02	2.01	2.01	0.02	2.00	0.50

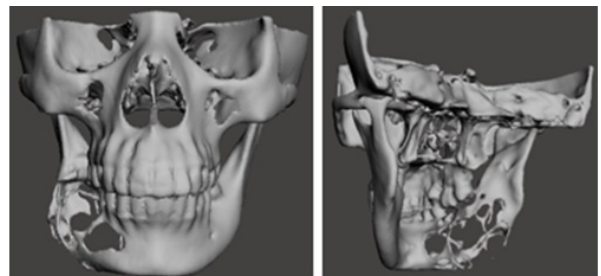


รูปที่ 4 เปรียบเทียบโมเดล 3 มิติ กับอะคริลิกแฟนทอม

3 มิติ มีขนาดและรูปร่างเหมือนกับอะคริลิกแฟนทอม

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติ ในทางการแพทย์ (รูปที่ 5) ภาพที่ได้จากการแปลงภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ให้เป็นภาพโมเดล 3 มิติ พบว่าขากรรไกรล่างด้านขวาของผู้ป่วย ถูกทำลาย

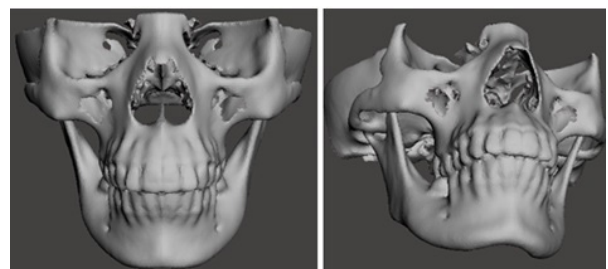
จากรูปที่ 6 ใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพแก้ไขให้เป็นปกติ ตามกายวิภาคศาสตร์ของผู้ป่วย โดยใช้เทคนิคการทำ Mirror จากการคัดลอกขากรรไกรล่างซ้ายที่ปกติแล้วพลิกภาพ นำไปแทนด้านขวาส่วนที่ผิดปกติ หรืออาจจะใช้วิธีการลบส่วนที่ผิดปกติออกก่อน แล้วทำการวาดขึ้นมาใหม่โดยใช้ด้านซ้ายเป็นต้นแบบสำหรับวาด แล้วสามารถนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติ เพื่อใช้เป็น



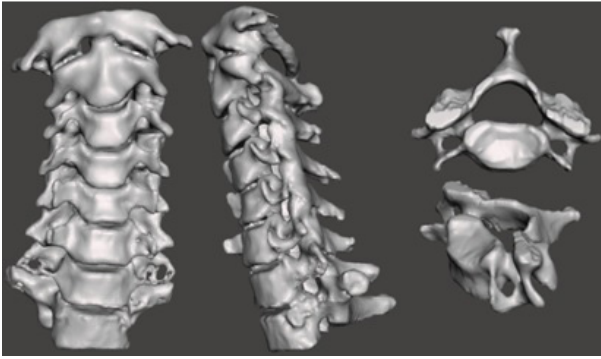
รูปที่ 5 ภาพโมเดล 3 มิติ

แม่แบบสำหรับการวางแผนการผ่าตัดต่อไป

จากรูปที่ 7 สามารถใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพเป็นโมเดล 3 มิติ ตามต้องการ เช่น ต้องการสร้างโมเดล 3 มิติ อวัยวะ



รูปที่ 6 โมเดล 3 มิติ ที่ประมวลผลภาพแก้ไขให้เหมือนเป็นปกติ



รูปที่ 7 โมเดล 3 มิติ ที่ประมวลผลภาพแยกเป็นชิ้นส่วนตามต้องการ

บางชิ้นที่ต้องการ แล้วสามารถนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติ เพื่อใช้สำหรับศึกษาหรือนำไปวางแผนในการรักษาผู้ป่วยต่อไป

### สรุป

การศึกษานี้ขั้นตอนการสร้างและพิมพ์โมเดล 3 มิติ มีรายละเอียดความคลาดเคลื่อนของขนาดและรูปร่างกับอะคริลิกแฟนทอมแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 2 และจากข้อจำกัดบางประการทำให้การศึกษานี้ได้แบบจำลองที่มีขนาดใหญ่และได้แสดงเฉพาะรูปทรงสี่เหลี่ยมเท่านั้น แต่ยังไม่มีการเปรียบเทียบรูปร่างอื่นที่มีความโค้ง ความบิดเบี้ยว มีโพรง หรือทรงกลม ดังนั้นหากมีการศึกษาและพัฒนาต่อไปให้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการเป็นตัวแทนของอวัยวะผู้ป่วยจริงจะทำให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพดีขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

1. Schubert C, Van Langeveld MC, Donoso LA. Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs. *Br J Ophthalmol* 2014; 98: 159–61.
2. Ventola CL. Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *Pharmacy and Therapeutics* 2014; 39: 704-11.

3. Gross BC, Erkal JL, Lockwood SY, Chen C, Spence DM. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Anal Chem* 2014; 86: 3240–53.
4. Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, De Luca V, Raviglia D, Rezza S, et al. Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 75–7.
5. Lipson H. New world of 3-D printing offers “completely new ways of thinking.” Q&A with author, engineer, and 3-D printing expert Hod Lipson. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Pulse* 2013; 4: 12–4.
6. Hieu LC, Zlatov N, Vander Sloten J, et al. Medical rapid prototyping applications and methods. *Assemb Autom* 2005; 25: 284–92.
7. Banks J. Adding value in additive manufacturing: Researchers in the United Kingdom and Europe look to 3D printing for customization. *IEEE Pulse* 2013; 4: 22–6.
8. Urgan I, Chiu L, Pierce A. Three-dimensional drug printing: a structured review. *J Am Pharm Assoc* 2013; 53: 136–44.
9. Cui X, Boland T, D’Lima DD, Lotz MK. Thermal inkjet printing in tissue engineering and regenerative medicine. *Recent Pat Drug Deliv Formul* 2012; 6: 149–55.
10. Rengier F, Mehndiratta A, Von Tengg-Kobligk H, et al. 3D printing based on imaging data: Review of medical applications. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2010; 5: 335-41.