การใช้การพิมพ์ 3 มิติ สำหรับการวางแผนก่อนการผ่าตัดในโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา: รายงานผู้ป่วยการผ่าตัดเปลี่ยนกระดูกขากรรไกรล่าง

บุญเสริม เนยสูงเนิน[1] วิวัฒน์ ฉัตรวงศ์วาน[2] ปัจจัย เนื่องโคตะ[2] ศิริปริญญา พูนธนางกูร[3] เจษฎา ตัณฑนุช[4]

[1]วิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนาภิเษก สถาบันพระบรมราชชนก

[2]กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

[3]กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

[4]สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Received: April 20, 2020

Revised: June 29, 2020

Accepted: August 7, 2020

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการพิมพ์ 3 มิติ สามารถประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายแขนง สำหรับรายงานผู้ป่วยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติ เพื่อวางแผนการผ่าตัดผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ซึ่งใช้เป็นแบบอย่างสำหรับรักษาผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้า การดำเนินการประกอบด้วยการประมวลผลภาพซีทีของผู้ป่วยให้เป็นไฟล์ภาพ 3 มิติ ชนิดไฟล์ STL แล้วทำการปรับแก้ไฟล์ภาพให้เสมือนเป็นภาพ 3 มิติ ของผู้ที่มีโครงสร้างใบหน้าปกติ จากนั้นให้รังสีแพทย์ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในที่สุดทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้า นำโมเดล 3 มิติ ใช้วางแผนการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่าง ซึ่งการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาดังกล่าวสำเร็จไปได้ด้วยดี การใช้การพิมพ์ 3 มิติ เพื่อช่วยการวางแผนการผ่าตัดในครั้งนี้ ลดเวลาการผ่าตัดเหลือเพียง 6 ชั่วโมง ในขณะที่การผ่าตัดแบบไม่ใช้การพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วใช้เวลาในการผ่าตัดนานถึง 7.5 ชั่วโมง การศึกษาในครั้งนี้จะใช้เป็นต้นแบบสำหรับการรักษาผู้ป่วยต่อไป

คำสำคัญ: การพิมพ์ 3 มิติ โมเดล 3 มิติ การผ่าตัดเปลี่ยนกระดูกขากรรไกรล่าง ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้า

ผู้นิพนธ์ประสานงาน:

บุญเสริม เนยสูงเนิน

ภาควิชารังสีเทคนิค วิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนาภิเษก สถาบันพระบรมราชชนก

56 หมู่ 1 ถนนคลองขวาง-เจ้าเฟื่อง ตำบลราษฎร์นิยม อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี 11150

อีเมล: boonserm.n@kmpht.ac.th

Using 3D printing for preoperative planning in Maharat Nakhon Ratchasima Hospital: A case report of mandibular reconstruction

Boonserm Nerysungnoen[1], Wiwat Chatwongwan[2], Pujjai Nuengkota[2], Siriparinya Poontananggoon[3], Jessada Tanthanuch[4]

[1]Kanchanabhishek Institute of Medical and Public Health Technology, Praboromarajchanok Institute

[2]Department of Dentistry, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital

[3]Department of Radiology, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital

[4]School of Mathematics, Institute of Science, Suranaree University of Technology

Abstract

Currently, the 3D printing is applicable in many fields. The objective of this case report is to show the application of 3D printing to oral and maxillofacial surgery planning at Maharat Nakhon Ratchasima Hospital, which is used as a role model for the treatment of oral and maxillofacial surgery patients. The proposed processes are constituted as follows. The patient's CT image was processed into 3D STL image file. The obtained 3D image was symmetrically manipulated to be a new 3D image of normal structure face. The edited 3D image was validly checked by a radiologist and then it was printed out by the 3D printer. Finally, the dentists, oral and maxillofacial surgery, used the 3D model for planning in the surgery operation of mandibular reconstruction. The patient had successfully undergone surgery to replace the right lower jaw. The surgery with the 3D printing aid reduced the processing time to 6 hours, while it took 7.5 hours in a traditional surgery without 3D printing supporting. This case will be further used as a role model for a treatment of patients.

Keywords: 3D printing, 3D model, mandibular reconstruction, oral and maxillofacial surgery

Corresponding Author:

Boonserm Nerysungnoen

Department of Radiological Technology, Kanchanaphishek Institute of Medical and Public Health Technology, Praboromarajchanok Institute

56 Moo 1, Khlong Kwang-Chao Fueang Road, Ratniyom Sub-district,

Sai Noi District, Nonthaburi Province 11150, Thailand.

E-mail: boonserm.n@kmpht.ac.th

บทนำ

เทคโนโลยีสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing) ซึ่งในงานวิจัยของ Schubert และคณะ[1] ได้กล่าวไว้ว่าเริ่มพัฒนาและได้ออกแบบโดย Charles Hull[2] แล้วได้รับการพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในหลายสาขา[3-4] และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางด้านการแพทย์ ซึ่งใช้ข้อมูลภาพทางการแพทย์ เช่น ภาพซีที หรือเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) ภาพเอ็มอาร์ไอ (MRI; Magnetic Resonance Imaging) หรือภาพอัลตราซาวน์ (Ultrasonography) ซึ่งสามารถใช้ซอฟต์แวร์[5-7] แปลงจากข้อมูลภาพไดคอม (Digital Imaging and Communications in Medicine: DICOM) ไปเป็นข้อมูลภาพ 3 มิติ มีรูปแบบไฟล์ Standard Tessellation Language (STL) ซึ่งสามารถนำไปพิมพ์เป็นโมเดล 3 มิติ[8-11] โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)[4]

การพิมพ์ 3 มิติ เป็นกระบวนการสร้างวัตถุสามมิติ ซึ่งใช้หลักการเดียวกับการพิมพ์สองมิติ แต่ใช้วัสดุ (material) เช่น พลาสติก โลหะ เซรามิก ไนลอน ยาง เป็นต้น ใช้เป็นหมึกในการพิมพ์ โดยวัตถุสามมิติที่พิมพ์ออกมาถูกพิมพ์ทีละชั้นของภาพตัดขวางของวัตถุในแนวนอน เมื่อพิมพ์เสร็จในชั้นแรกแล้ว เครื่องพิมพ์จะเลื่อนพิมพ์ขึ้นหรือลงในแนวตั้ง เพื่อพิมพ์ชั้นถัดไปจนได้ออกมาเป็นรูปร่างสามมิติ และใช้หลักการพิมพ์ที่ไม่อาศัยการพิมพ์ซ้อนกันเป็นชั้นๆ อาจเป็นลักษณะการวาดขึ้นรูปวัสดุสามมิติด้วยมืออย่างอิสระ หรือวัสดุจะถูกขึ้นรูปสามมิติหรือวางเชื่อมต่อกันภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะพิมพ์งานสามมิติต้องมีการสร้างข้อมูลสามมิติ ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลที่สามารถนำไปใช้งานกับเครื่องพิมพ์สามมิติ จากการออกแบบร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (Computer Aided Design; CAD) นอกจากจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแล้ว ยังสามารถใช้สแกนเนอร์สามมิติในการสร้างข้อมูลโดยการสแกนวัตถุจริงเพื่อสร้างข้อมูลสามมิติ

การพิมพ์ 3 มิติ เป็นเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยมีการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ให้เป็นไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ แล้วนำมาสั่งพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ โดยพิมพ์ไปทีละชั้นจนได้โมเดลครบตามที่ออกแบบ ได้เป็นโมเดล 3 มิติ ซึ่งเครื่องพิมพ์ 3 มิติ มีตั้งแต่ขาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ มีทั้งรุ่นพิมพ์ได้สีเดียวและหลายสี เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ถูกพัฒนามามากกว่า 30 ปี ตั้งแต่ในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ เครื่องแรกมีชื่อว่า Stereo lithographic 3D printer หลังจากนั้นเทคโนโลยีด้านการพิมพ์ 3 มิติ ก็พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ มีเทคนิควิธีการที่ซับซ้อนขึ้น พร้อมกับมีบทบาทมากขึ้นในหลายๆ สายงาน เช่น การออกแบบ วิศวกรรม การแพทย์ ไปจนถึงวิทยาการอวกาศและการบิน อีกทั้งยังมีเทคนิคและวิธีการพิมพ์ 3 มิติ เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เหมาะกับชิ้นงานและชนิดของวัสดุที่ต้องการขึ้นรูป โดยมีเทคโนโลยีการพิมพ์และการใช้ชนิดของวัสดุ (material) ของสารเติมแต่งที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ 3 มิติ[2,12-13] ได้แก่

1. Stereo lithography (SLA) เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานโดยการยิงแสงเลเซอร์ไปบนของเหลวที่ใช้เป็น material เช่น liquid photopolymer (resin) เพื่อให้ของเหลวในแต่ละชั้นแข็งตัว ชิ้นงานที่ได้จะมีความละเอียดและเที่ยงตรงสูง ราคาเครื่องและค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสูง

2. Fused Deposition Modeling (FDM) เป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายที่สุด ใช้ material เช่น เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นเส้นพลาสติกหรือโลหะที่พันเป็นม้วน ส่งผ่านไปยังหัวจ่ายซึ่งจะหลอมให้พลาสติกละลายก่อนนำมาพ่นลงบนแท่นวาง ซึ่งเมื่อพ่นออกมาแล้วจะแข็งตัวอย่างรวดเร็ว เครื่องจะพ่นทีละชั้นกระทั่งกลายเป็นโมเดล 3 มิติ ตามรูปทรงที่ได้ออกแบบไว้

3. 3D jet printer systems ใช้หลักการของ Ink Jet Printer แต่เป็นการพิมพ์ใน 3 มิติ โดยการพ่นวัสดุที่เป็น Thermoplastic เช่น โพลีเอสเทอร์ผ่านหัวพ่นให้เป็นรูปแบบตามที่ต้องการ

4. Selective Laser Sintering (SLS) คือ การเผา material ด้วยแสงเลเซอร์ ใช้หลักการเดียวกันกับ SLA แต่ทำให้สามารถใช้ material ที่มีความแข็งแรง โดยจะอยู่ในรูปผง เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก หรือแก้ว โดยเครื่องจะใช้เลเซอร์วาดรูปแบบขึ้นทีละชั้น แล้วพ่นผง material ลงไปหลอมละลายกระทั่งกลายเป็นชิ้นงาน วิธีนี้ใช้ในอุตสาหกรรมเท่านั้น

5. Digital Light Processing (DLP) ใช้หลักการเดียวกันกับ SLS แต่ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นแสงสีขาวเป็นแหล่งกำเนิดแสงจากไฟแอลอีดีเพื่อให้ความร้อนแทนเลเซอร์ material เป็นยาง หรือเรซิ่น

6. Laminated Object Manufacturing (LOM) เป็นการใช้ material ที่เป็นแผ่นบางๆ คล้ายกระดาษ โดยแผ่น material เลื่อนเข้าสู่แท่นพิมพ์ แล้วเลเซอร์ทำการตัดตามที่ออกแบบโดยจะพิมพ์ไปทีละชั้นจนครบ material ที่ใช้ เช่น Thermoplastic พีวีซี หรือโลหะ

ข้อดีของการพิมพ์สามมิติ คือ สามารถสร้างชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้ ปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้เข้ากับความต้องการของแต่ละคน ไม่จำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ได้รวดเร็วและง่าย ลดปริมาณของเสียจากการผลิตเนื่องจากเป็นการเติมเนื้อวัสดุเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตในราคาไม่แพง เพราะสามารถผลิตชิ้นงานจำนวนน้อยๆ หรือเพียงหนึ่งชิ้นงาน ส่วนข้อเสีย ได้แก่ ไม่เหมาะกับการผลิตแบบจำนวนมาก มีข้อจำกัดในการเลือกใช้วัสดุเนื่องจากชนิดของวัสดุมีให้เลือกใช้ไม่มาก ชิ้นงานที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานที่ผลิตจากเครื่องจักรเนื่องจากสร้างชิ้นงานโดยการเชื่อมวัสดุทีละชั้น ปัญหาด้านความแม่นยำและความละเอียดของชิ้นงานซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบชิ้นงาน ซอฟต์แวร์และประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์

การศึกษาของ Hao และคณะ[14] ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัดในผู้ป่วยที่เป็น Mandibular ameloblastoma โดยผ่าตัดเอากระดูกขากรรไกรล่างที่มีความเสียหายออกแล้วผ่าตัดกระดูกน่อง (fibula) นำมาใส่แทนให้เป็นกระดูกขากรรไกรล่าง ซึ่งการศึกษาของพวกเขาในครั้งนี้สามารถลดความยากลำบากของการผ่าตัดในระดับที่ดี และทำให้การผ่าตัดเป็นที่น่าพอใจมากขึ้น การศึกษาของ Jacek และคณะ[15] ได้เปรียบเทียบการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนกระดูกขากรรไกรล่างด้วยกระดูกสะบัก (scapula) และกระดูกน่อง โดยใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัด กับการผ่าตัดแบบดั้งเดิม (ไม่ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัด) ผลการศึกษาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัดมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าการผ่าตัดแบบดั้งเดิม เช่น ลดเวลาในการผ่าตัด ผลด้านการศัลยกรรมทำให้มีความงามและรูปร่างดีขึ้น ผู้ป่วยหลังการผ่าตัดอ้าปากและเคี้ยวอาหารได้ดีกว่า การศึกษาของ Dupret-Bories และคณะ[16] ได้แสดงให้เห็นว่าการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนกระดูกขากรรไกรล่างโดยใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัด ทำให้การผ่าตัดที่มีความยุ่งยากและใช้เวลามากถูกแก้ปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ด้วยการวางแผนที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการผ่าตัดลดลง และมีความแม่นยำในการผ่าตัด Velasco และคณะ[17] แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ในการวางแผนก่อนการผ่าตัดในผู้ป่วยเป็นนวัตกรรมในการวางแผนการผ่าตัดที่ใช้ต้นทุนต่ำและเป็นประโยชน์ในการวางแผนผ่าตัด เช่น ลดเวลาในการผ่าตัด ลดค่าใช้จ่าย ลดความเจ็บปวดของผู้ป่วย ลดความเสี่ยงของผู้ป่วย และเพิ่มความพึงพอใจของผู้ป่วย Catrin และคณะ[18] ได้ศึกษาเพื่อประเมินผลลัพธ์จากการใช้การพิมพ์สามมิติ เพื่อวางแผนการผ่าตัดสำหรับการผ่าตัดกระดูกและข้อ แสดงให้เห็นว่าเวลาในการผ่าตัดลดลง ลดการสูญเสียเลือดระหว่างการผ่าตัด และลดจำนวนครั้งที่ใช้เอกซเรย์ฟลูออโรสโคป แต่การใช้การพิมพ์สามมิติช่วยวางแผนการผ่าตัดต้องพิจารณาต้นทุนในเรื่องซอฟต์แวร์ เครื่องพิมพ์สามมิติ และทีมงาน Shon และคณะ[19] ได้ศึกษาการใช้การพิมพ์

สามมิติ ช่วยในการผ่าตัดกระดูกหักบริเวณเบ้าข้อสะโพก (Acetabular fracture) ใช้เวลาผ่าตัดเฉลี่ย 124 นาที ช่วยลดเวลาในการผ่าตัดและปริมาณของการสูญเสียเลือด และลดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด และเสนอให้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการรักษาที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้กับการผ่าตัดธรรมดา และประเมินความคุ้มทุนของเทคนิคการพิมพ์สามมิติ สำหรับการผ่าตัดกระดูก Ganguli และคณะ[20] ได้กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วศัลยแพทย์ได้ใช้ภาพทางการแพทย์ เช่น ภาพซีที ภาพเอ็มอาร์ไอ ในการวางแผนการผ่าตัด แต่บางครั้งกายวิภาคที่มีความซับซ้อนไม่สามารถเห็นรายละเอียดที่เพียงพอ ดังนั้น การใช้การพิมพ์สามมิติ ช่วยให้สามารถทดลองและวางแผนการผ่าตัดกับโมเดลอวัยวะที่ถูกพิมพ์ออกมา

การพิมพ์สามมิติในปัจจุบันของประเทศไทยขยายวงกว้างในทางการแพทย์หลากหลายสาขา ทั้งการสร้างอวัยวะเทียม การศัลยกรรมแก้ไขขากรรไกร ไปจนถึงอุปกรณ์ที่ช่วยให้การผ่าตัดแม่นยำและรักษาได้อย่างตรงจุด จึงทำให้ทุกอุปกรณ์ทางการแพทย์เหมือนสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบสามมิติ เพื่อช่วยในการรักษาผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็ว การพิมพ์สามมิติกับการนำไปใช้ในวงการการศึกษาทางการแพทย์ เช่น สร้างแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองของร่างกายสำหรับนักศึกษาแพทย์ที่สามารถนำไปศึกษาโครงสร้างของอวัยวะที่มีความผิดปกติหรือปกติ ช่วยจำลองการฝึกรักษากับอุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมถึงอวัยวะที่สร้างขึ้นจากการพิมพ์สามมิติ ที่ละเอียดเหมือนกับของจริง จึงช่วยเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้มากขึ้น สำหรับศัลยแพทย์ก็ใช้แบบจำลองของอวัยวะผู้ป่วย ในการทดลองผ่าตัดกับแบบจำลองจากคนไข้ในรายที่มีข้อจำกัดในการผ่าตัดหรือในรายผ่าตัดที่ยาก ทำให้ทีมแพทย์สามารถเข้าใจโครงสร้างของอวัยวะของคนไข้เฉพาะคน รวมถึงวางแผนการผ่าตัดเพื่อจะได้เห็นภาพที่ตรงกันมากขึ้นด้วยแบบจำลองสามมิติ ดังที่ปรากฏในการวางแผนผ่าตัดศัลยกรรมกระดูกที่มีความซับซ้อนของ Punyaratabandhu และคณะ[21] ซึ่งเกิดขึ้นในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า การวางแผนผ่าตัดของทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ การวางแผนการผ่าตัดที่ใกล้เส้นเลือดใหญ่ การวางแผนการผ่าตัดกระดูกที่เสียหายและต้องการใส่วัสดุทดแทน และการวางแผนผ่าตัดกรณีที่มีกระดูกงอกและมีความเสียหายต้องการใช้เทคนิคพิเศษในการผ่าตัด หรือการพิมพ์สามมิติจากตัวแบบเพื่อวางแผนผ่าตัดยึดกระดูกด้านหลังบริเวณตำแหน่งกระดูกสันหลัง C1 และ C2 ที่ปรากฏใน Bijaphala และคณะ[22]

โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ประกอบด้วยกลุ่มงานทันตกรรม และกลุ่มงานรังสีวิทยา รวมทั้งภาควิชารังสีเทคนิค วิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนาภิเษก สถาบันพระบรมราชชนก และสาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้มองเห็นถึงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติ สำหรับการรักษาผู้ป่วยได้ จึงได้ร่วมมือกันในการศึกษาครั้งนี้

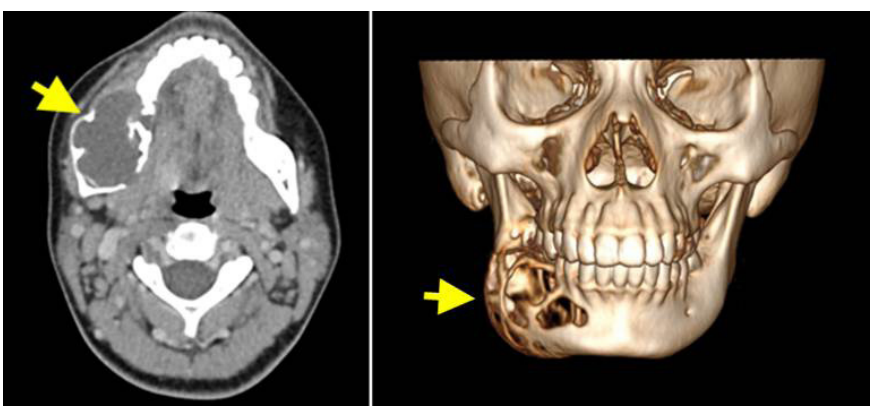
การสร้างโมเดล 3 มิติ จากภาพซีที เพื่อนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติ เพื่อใช้วางแผนสำหรับการผ่าตัด ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยมีความผิดปกติตรงบริเวณขากรรไกรด้านขวา สามารถใช้ซอฟต์แวร์สร้างโมเดล 3 มิติ ตามกายวิภาคศาสตร์ที่ปกติของผู้ป่วยคนนั้นโดยใช้ซอฟต์แวร์แก้ไขส่วนผิดปกติ ทำการวาดขากรรไกรด้านขวาให้เหมือนเป็นปกติ โดยใช้ขากรรไกรด้านซ้ายที่ปกติเป็นต้นแบบในการวาด หรือจะใช้เครื่องมือสำหรับแก้ไข เช่น เครื่องมือ Mirror จากการคัดลอกขากรรไกรล่าง (mandible) ข้างซ้ายที่ปกติแล้วพลิกภาพ นำไปแทนด้านขวาส่วนที่ผิดปกติ ซึ่งจะได้โมเดล 3 มิติ เพื่อนำไปพิมพ์เป็นอวัยวะ 3 มิติต่อไป และทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้านำโมเดล 3 มิติไปใช้ในการวางแผนการผ่าตัดให้กับผู้ป่วย รายงานผู้ป่วยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ

แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติ เพื่อวางแผนการผ่าตัดผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ซึ่งใช้เป็นแบบอย่างสำหรับรักษาผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้า

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยเพศหญิง อายุ 21 ปี ประวัติ ผู้ป่วยมีอาการบวมที่เหงือกและแก้มทางด้านขวามาประมาณ 5 ปี ถูกส่งตัวมาจากโรงพยาบาลจังหวัดแห่งหนึ่ง ผู้ป่วยเคยได้รับการควักถุงน้ำบริเวณนี้ และเป็นขึ้นมาใหม่ ตรวจภายนอกช่องปาก บวมที่แก้มขวา (รูปที่ 1) ลักษณะผิวหนังปกติ ตรวจในช่องปาก บวมที่เหงือกขากรรไกรล่างด้านขวา ตั้งแต่บริเวณฟันหน้าล่างด้านขวาไปจนถึงฟันกรามซี่สุดท้ายด้านขวา คลำแข็ง ไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการชา ผู้ป่วยได้รับการตรวจชิ้นเนื้อ ผลเป็นอะมีโลบลาสโตมาชนิดโซลิดที่กระดูกขากรรไกรล่างด้านขวา (Ameloblastoma, solid type at right mandible) ภาพซีทีตัดขวาง (axial) และภาพ 3D แสดงขอบเขตของก้อนที่ทำลายกระดูกขากรรไกรล่าง และขากรรไกรล่างด้านขวามีลักษณะผิดปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 2) และภาพเอกซเรย์พาโนรามิค (panoramic x-ray) มีลักษณะเงาโปร่งรังสีหลายวงที่กระดูกขากรรไกรล่างด้านขวา (Multilocular radiolucent area at right mandible) ขนาดประมาณ 3 x 5 เซนติเมตร ในภาพเอกซเรย์ขากรรไกรล่างด้านขวาของผู้ป่วยมีลักษณะของเนื้อกระดูกขาดหายไป (รูปที่ 3)

รูปที่ 1 ผู้ป่วยเพศหญิง อายุ 21 ปี มีความผิดปกติตรงบริเวณคางด้านขวามีลักษณะบวมที่เห็นได้ชัด (ศรชี้)



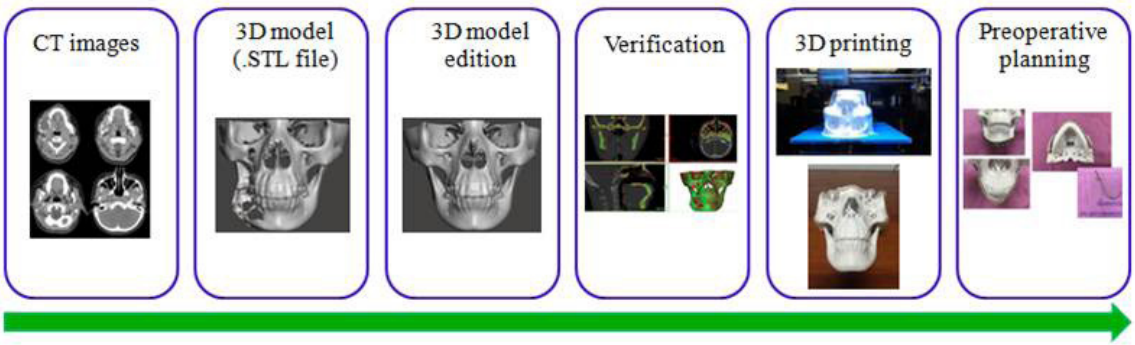
รูปที่ 2 ภาพซีทีตัดขวาง (ศรชี้) แสดงขอบเขตของก้อนที่ทำลายกระดูกขากรรไกรล่างด้านขวา และภาพ 3D กระดูกขากรรไกรล่างด้านขวามีความผิดปกติที่เห็นได้ชัด (ศรชี้)

รูปที่ 3 ภาพเอกซเรย์พาโนรามิคแสดงภาพกระดูกขากรรไกรล่างด้านขวาของผู้ป่วยมีลักษณะของเนื้อกระดูกขาดหายไป (ศรชี้)

การศึกษาในครั้งนี้ทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าต้องการรักษาผู้ป่วยที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา โดยใช้ประโยชน์จากการพิมพ์ 3 มิติ เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการรักษา

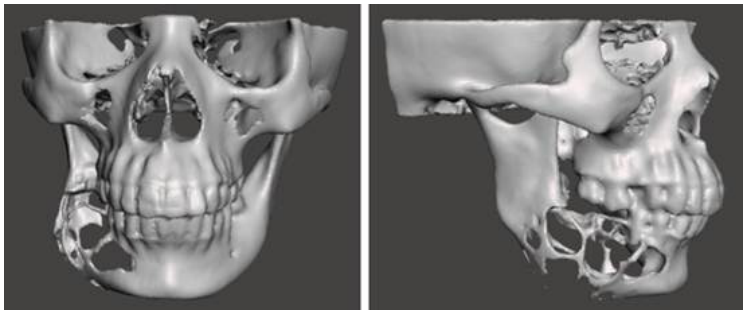
กระบวนการการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติสำหรับวางแผนการผ่าตัดผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา มีดังนี้ คือ ทีมทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าตรวจผู้ป่วยและตัดสินใจว่าจะให้พิมพ์อวัยวะส่วนใดของผู้ป่วย แล้วนักรังสีการแพทย์และนักคณิตศาสตร์ใช้ซอฟต์แวร์เพื่อแปลงภาพ DICOM ให้เป็นไฟล์ STL โดยขั้นตอนนี้มีรังสีแพทย์ตรวจสอบความถูกต้อง[23-24] ของกายวิภาคศาสตร์อวัยวะที่จะนำไปพิมพ์ 3 มิติ หลังจากนั้นกลุ่มงานทันตกรรมพิมพ์อวัยวะ 3 มิติ สุดท้ายทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าใช้โมเดลอวัยวะ 3 มิติเพื่อวางแผนการผ่าตัดให้กับผู้ป่วยต่อไป

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติสำหรับการเตรียมและวางแผนการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่าง (รูปที่ 4) มีดังนี้ คือ ภาพซีทีของผู้ป่วยเป็นข้อมูลภาพแบบดิจิทัล ไม่มีการบีบอัดและข้อมูลภาพต้องเป็นข้อมูลภาพ DICOM มาตรฐาน ต่อจากนั้นภาพซีทีถูกประมวลผลให้เป็นไฟล์ภาพ 3 มิติ เป็นไฟล์ STL แล้วทำการแก้ไขไฟล์ภาพโดยใช้เครื่องมือ Mirror คัดลอกขากรรไกรล่างซ้ายที่ปกติแล้วพลิกภาพนำไปแทนด้านขวาส่วนที่ผิดปกติ ทำให้ได้ขากรรไกรล่างขวาที่เสมือนเป็นปกติ หลังจากนั้นรังสีแพทย์ตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ที่สร้างให้เสมือนเป็นปกติไปซ้อนในไฟล์ข้อมูลภาพจริงของผู้ป่วย และรังสีแพทย์วินิจฉัยให้ได้ไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ที่ถูกต้องเหมาะกับผู้ป่วยรายนี้แล้วจึงนำไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ สุดท้ายทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้านำโมเดล 3 มิติ ไปวางแผนการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาของผู้ป่วย

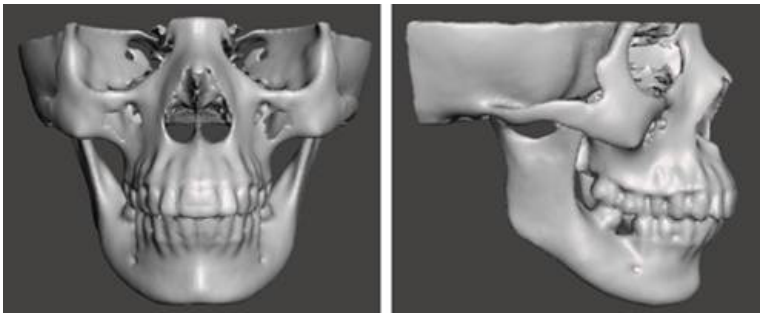


รูปที่ 4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้การพิมพ์ 3 มิติ สำหรับการเตรียมและวางแผนการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่าง

โมเดล 3 มิติ ข้อมูลจริงของผู้ป่วยรายนี้พบว่าขากรรไกรล่างด้านขวามีความผิดปกติ (รูปที่ 5) และไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ข้อมูลแก้ไขให้เสมือนเป็นปกติ (รูปที่ 6)

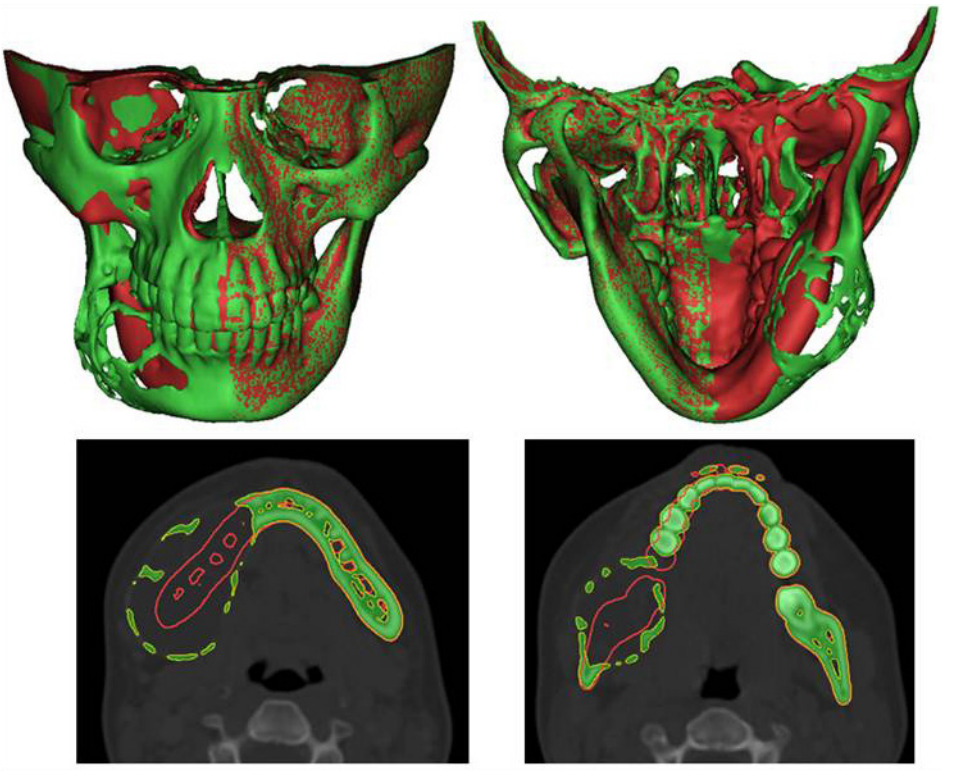


รูปที่ 5 ไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ข้อมูลจริงของผู้ป่วย กระดูกขากรรไกรล่างด้านขวาถูกทำลาย



รูปที่ 6 ไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ข้อมูลภาพที่ถูกแก้ไขให้เสมือนเป็นปกติให้เหมาะสำหรับผู้ป่วยรายนี้

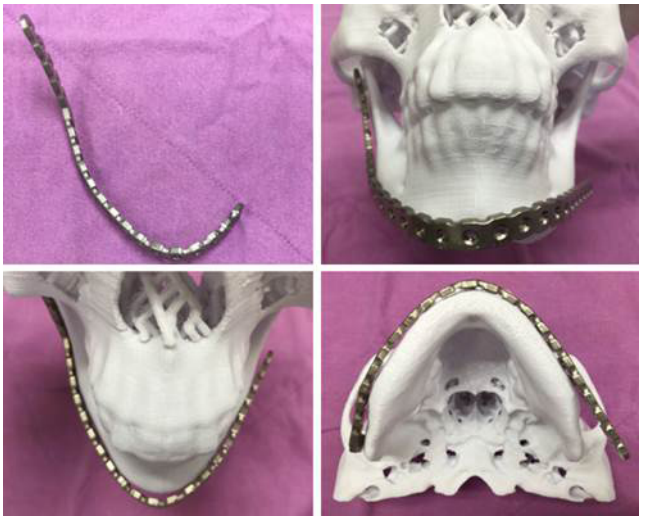
โมเดล 3 มิติ ในขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องโดยผลของการนำไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ข้อมูลแก้ไขให้เสมือนเป็นปกติจำลองให้ไปซ้อนทับในตำแหน่งของอวัยวะผู้ป่วยในไฟล์ภาพโมเดล 3 มิติ ข้อมูลจริงของผู้ป่วย แสดงดังรูปที่ 7 บริเวณขอบเขตสีแดงคือตำแหน่งที่จำลองให้ทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าจะต้องผ่าตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาให้กับผู้ป่วย



รูปที่ 7 ภาพการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล 3 มิติ บริเวณสีเขียว คือข้อมูลจริงของผู้ป่วยและบริเวณสีแดง คือข้อมูลภาพที่ได้จำลองให้เสมือนเป็นปกติและจะถูกผ่าตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาให้กับผู้ป่วย

โมเดล 3 มิติ ถูกพิมพ์ออกมา แสดงดังรูปที่ 8 แล้วใช้สำหรับการวางแผนการผ่าตัด แสดงดังรูปที่ 9 ทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าดัดไททาเนียมเพลท (Titanium plate) ให้เหมาะกับอวัยวะของผู้ป่วยรายนี้ รวมทั้งวางแผนการผ่าตัดเพื่อคำนวณ ขนาด ปริมาณการใช้กระดูกน่องแทนกระดูกขากรรไกรล่างที่จะตัดออก

รูปที่ 8 โมเดล 3 มิติ ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



รูปที่ 9 การใช้โมเดล 3 มิติ เพื่อวางแผนการผ่าตัด เช่น ดัด Titanium plate รวมทั้งวางแผนการผ่าตัดเพื่อคำนวณขนาด ปริมาณการใช้กระดูกน่องแทนกระดูกขากรรไกรล่างที่จะตัดออก

วันที่ 29 เมษายน 2561 ทีมทันตแพทย์ศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าได้ทำการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาให้กับผู้ป่วย (รูปที่ 10) โดยผ่าตัดกระดูกน่องไปแทนกระดูกขากรรไกรล่างใช้ Titanium plate ที่ได้ดัดไว้แล้วยึดตามแนวขากรรไกรล่างของผู้ป่วย การผ่าตัดในครั้งนี้ใช้เวลาทั้งหมด 6 ชม.

รูปที่ 10 ผ่าตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่าง โดยตัดส่วนกระดูกขากรรไกรล่างด้านขวาที่เสียหาย แล้วผ่าตัดกระดูกน่องไปแทนกระดูกขากรรไกรล่าง ใช้ Titanium plate ที่ได้ดัดไว้แล้วยึดตามแนวขากรรไกรล่างด้านขวาของผู้ป่วย

อภิปรายผล

ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเพื่อตัดเปลี่ยนขากรรไกรล่างด้านขวาสำเร็จไปด้วยดี และภาพเอกซเรย์พาโนรามิคของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ 2 วัน (รูปที่ 11) และภาพเอกซเรย์พาโนรามิคของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ 45 วัน (รูปที่ 12) แสดงให้เห็นว่าขากรรไกรล่างจัดเป็นแนวปกติและผู้ป่วยสามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติ

รูปที่ 11 ภาพเอกซเรย์พาโนรามิคของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ 2 วัน

รูปที่ 12 ภาพเอกซเรย์พาโนรามิคของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ 45 วัน

เห็นได้ว่าเมื่อใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ช่วยในการวางแผนการผ่าตัด ทำให้การผ่าตัดครั้งนี้ได้ร่นระยะเวลาในการผ่าตัดเหลือเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งโดยทั่วไปก่อนหน้านี้ในการผ่าตัดแบบไม่ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ช่วยวางแผนการผ่าตัด ต้องใช้เวลาในการผ่าตัดเฉลี่ยนานถึง 7.5 ชั่วโมง[15-17] การศึกษาในครั้งนี้จะใช้เป็นตัวแบบสำหรับการรักษาผู้ป่วยต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาที่ใช้เป็นต้นแบบสำหรับการรักษาผู้ป่วยศัลยกรรมช่องปากและใบหน้าโดยใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ถึงแม้ว่าในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ เพื่อช่วยในการรักษาโรค จำเป็นต้องมีการขั้นตอนในการเตรียมการดำเนินการและใช้เวลาที่มากขึ้น ทั้งการแปลงภาพจากระบบ DICOM เป็น STL การปรับแต่งภาพเพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบ การวินิจฉัยความถูกต้องของตัวแบบ 3 มิติ ด้วยรังสีแพทย์ และใช้เวลาในการพิมพ์ 3 มิติสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ 12 ชั่วโมง แต่ก็ช่วยให้การผ่าตัดสำเร็จได้รวดเร็วขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ มีราคาถูกมากขึ้นในปัจจุบันและมีราคาต่อการพิมพ์หนึ่งครั้งไม่เกิน 500 บาท การดำเนินการดังกล่าวช่วยประหยัดเวลาในการผ่าตัดสำหรับแพทย์และดีต่อผู้ป่วย และเวลาการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบสำหรับแปลงภาพข้อมูลให้เป็นข้อมูลภาพโมเดลสามมิติ ครั้งนี้ประมาณ 1 ชั่วโมง

สรุปผล

จากการใช้กระบวนการการพิมพ์ 3 มิติ ช่วยในการวางแผนการรักษาผู้ป่วยในครั้งนี้ได้ประโยชน์คือสามารถสร้างทีมที่ได้ทำงานร่วมกันและประสบความสำเร็จด้วยดี การใช้เวลาในการผ่าตัดลดลงย่อมทำให้ลดภาวะเสี่ยงต่อผู้ป่วยและต้นทุนการใช้งานห้องผ่าตัด ผู้ป่วยมีความเข้าใจจากการอธิบายและให้มองเห็น

และสัมผัสกับโมเดลเสมือนอวัยวะตัวเอง โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา กลุ่มงานทันตกรรมเป็นหน่วยงานแรกที่ใช้การพิมพ์สามมิติ ในการรักษากับผู้ป่วยจริง ทำให้หน่วยงานอื่นหันมาสนใจอย่างจริงจังที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยจริง ส่วนข้อจำกัด ได้แก่ ผู้ป่วยที่จะได้รับการผ่าตัดรักษาจำเป็นต้องทำซีทีหรือเอ็มอาร์ไอก่อน เพื่อใช้ภาพข้อมูลแปลงให้เป็นข้อมูลภาพโมเดลสามมิติ การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบต้องเป็นผู้ชำนาญเฉพาะ ค่าใช้จ่ายสำหรับรักษาผู้ป่วยในครั้งนี้ไม่ได้คิดต้นทุนจากอุปกรณ์และวัสดุการพิมพ์สามมิติ และค่ากระบวนการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปพิมพ์สามมิติ เวลาที่ใช้พิมพ์โมเดลสามมิติ ประมาณ 12 ชั่วโมง ทำให้กระบวนการรักษาต้องคิดเผื่อเวลาตรงนี้ด้วย ทีมรักษาทั้งหมดไม่ได้อยู่ในกลุ่มงานหรือสถานที่เดียวกัน ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ก็ได้มีการนำไปใช้ในทางการแพทย์ในสาขาอื่นอีกด้วย เช่น ศัลยกรรมกระดูกและข้อ หรือใช้เพื่อการศึกษากายวิภาคศาสตร์รอยโรคที่เกิดกับอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการรักษาและพัฒนาให้เป็นประโยชน์แก่ผู้ป่วยต่อไป

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. Coward C. 3D printing. New York: Penguin Group; 2015.
3. Ventola CL. Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. Pharmacy and Therapeutics 2014;39: 704-11.
4. Gross BC, Erkal JL, Lockwood SY, et al. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Anal Chem 2014; 86:3240-53.
5. Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, et al. Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129: 75-7.
6. 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.
7. Hieu LC, Zlatov N, Vander Sloten J, et al. Medical rapid prototyping applications and methods. Assemb Autom 2005; 25:284-92.
8. Banks J. Adding value in additive manufacturing: Researchers in the United Kingdom and Europe look to 3D printing for customization. Institute of Electrical and Electronics Engineers Pulse 2013; 4:22-6.
9. Ursan I, Chiu L, Pierce A. Three-dimensional drug printing: a structured review. J Am Pharm Assoc 2013;53:136-44.
10. Cui X, Boland T, D'Lima DD, et al. Thermal inkjet printing in tissue engineering and regenerative medicine. Recent Pat Drug Deliv Formul 2012;6: 149-55.
11. 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.

12. Noorani R. 3D Printing Technology, Applications, and Selection. Boca Raton: Taylor & Francis Group; 2018.
13. Kumar LJ, Pandey PM, Wimpenny DI. 3D Printing and Additive Manufacturing Technologies. Singapore: Springer; 2019.
14. Hao S, Wang J, Wang F, et al. A case of 3D mirror and printing technology in the aid of resection and reconstruction of an adult mandibular ameloblastoma. Int J Clin Exp Med 2019;12:4392-7.
15. Jacek B, Maciejet P, Tomaszal P, et al. 3D printed models in mandibular reconstruction with bony free flaps. J Mater Sci Mate Med 2018;29:23.1-6.
16. Dupret-Boriesa A, Vergezb S, Meressec T, et al. Contribution of 3D printing to mandibular reconstruction after cancer. Eur Ann Otorhinolary 2018;135:133-6.
17. Velasco I, Vahdan, S, Ramos H. Low-cost Method for Obtaining Medical Rapid Prototyping Using Desktop 3D printing: A Novel Technique for Mandibular Reconstruction Planning. J Clin Exp Dent 2017;9:e1103-8.
18. Catrin M, Chetan K, Sammy AH, et al. Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: A systematic review and meta-analysis. World J Orthop 2020;11: 57-67.
19. Shon HC, Choi S, Yang JY. Three-dimensional printing-assisted surgical technique with limited operative exposure for both-column acetabular fractures. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg 2018;24: 369-75.
20. Ganguli A, Pagan-Diaz G, Grant L, et al. 3D printing for preoperative planning and surgical training: a review. Biomed Microdevices 2018;20:65,1-24.
21. Punyaratabandhu T, Liacouras PC, Pairojboriboon S. Using 3D models in orthopedic oncology: presenting personalized advantages in surgical planning and intraoperative outcomes: 3D Printing in Medicine 2018;4:1-13.
22. Bijaphala N, Keorochana G, Naiyanetr P. Evaluation of 3d Printed C1 And C2 Model For Use In A Cervical Fixation Experiment: Int J Appl Biomed Eng 2020;13:43-8.
23. Fishman EK, Drebin B, Magid D, et al. Volumetric rendering techniques: applications for three-dimensional imaging of the hip. Radiology 1987;163:737-8.
24. Rubin GD, Dake MD, Napel SA, et al. Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: initial clinical experience. Radiology 1993;186:147-52.