

3D列印動物解剖模型商品化計畫

電話：08-7703202 # 5059

E-mail：lslin@mail.npust.edu.tw

一、源起 / Introduction

三維 (Three-Dimensions, 3D) 列印技術在1970年代末期被開發出來，但在近幾年才開始蓬勃發展，目前被應用於廣泛的項目上，如生活用品的製作或是生物醫學的應用等。由於國內獸醫界尚未有完整的3D列印技術的架構與應用，為了能使此技術能使用在動物上面而協助獸醫師做治療，因此嘗試在國立屏東科技大學動物醫院建構3D列印技術以做為診斷輔助的工具。

二、設計概念 / Design Concept

3D列印在人類醫學中算是剛起步，但已經應用在許多地方，如支氣管架的放置、臉部的修復、頭部手術等，以下是臨床病例的應用介紹：

1. 一位患有氣道狹窄的病患，在拍攝完胸部動態斷層攝影後，使用斷層攝影所得的影像，製作出吸氣與吐氣時的氣管3D模型。此3D模型有助於模擬支氣管架的放置，並能夠解釋給病患及家屬了解。
2. 在臉部手術，3D模型可以有效的診斷、制定手術計畫與提供臉部相關資訊。根據文獻統計發現使用3D模型作為輔助，可以減少手術時間約17.63%。而耳朵因為腫瘤或創傷導致缺損，則可以利用CT影像，將另一側正常的耳朵做鏡像反轉，並製作出模型作為義耳。
3. 在頭部手術方面，利用3D模型可以用來模擬不常見的腦部腫瘤手術，提高手術的準確性。因此在多數病例中，使用3D模型進行檢視，可以減少手術時間與出錯機會。
4. 心血管疾病也可以使用3D模型來診斷與治療，製作出心臟及其周圍相關血管的模型，讓手術人員了解導管放置的區域及理解心臟結構的空間關係。
5. 在骨科的疾病中，有些團隊已經使用3D模型來診斷與制定手術計畫，使用範疇有頭骨修復、脊椎、髖關節、坐骨及肩胛骨的疾病。頭骨修復部分，3D模型可以幫助選擇合適的骨板來減少手術與住院時間、增加舒適程度以及達到美觀效果。

三、技術開發 / Technical Development

1. 進行電腦斷層掃描

骨骼3D影像的來源為犬進行電腦斷層拍攝所得之影像。首先在準備檯面上將動物麻醉，等待動物麻醉狀態穩定後，便可以將動物從準備檯面移動到電腦斷層的移動台，並將動物擺設好並進行定位，當定位完成就可以準備進行電腦斷層掃描。

2. 使用影像後製軟體進行編輯

將CT的DICOM檔案使用OsiriX載入，選取需要的部位，並使用不同的工具功能，將不需要的區域移除。當移除不需要的部位後，接著將檔案輸出成STL檔案。

3.使用切層軟體進行切層

將STL檔案匯入3D列印機專用的切層軟體進行電腦輔助製作（CAM），檔案載入後，進行切層的設定。在切層時，電腦會自行計算支架應該擺設的位置。當電腦完成切層，便可以將檔案匯出，使用記憶卡或是直接使用連接埠控制3D列印機進行列印。（圖1）

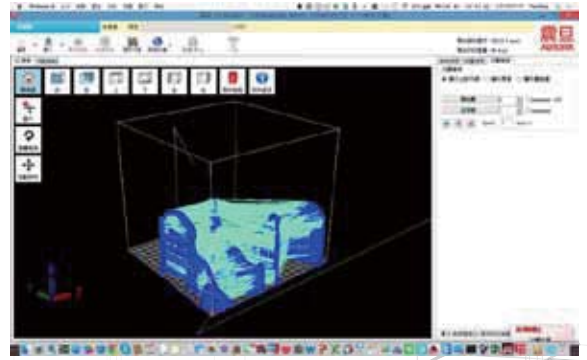


圖1.使用3D列印機專用的切層軟體，此圖為切層完成後所顯示的畫面

4.進行3D列印

切層完成的檔案讓3D列印機讀取，3D列印機會先將噴頭加熱至適當的溫度，以便讓線材熔化，接著就開始依照切層檔案之設定進行列印。

5.移除支架

當列印完成，使用刮鏟將整個物體取下，再使用鉗子將作為支撐用的支架移除，當移除所有的支架後，再用砂紙將物體的表面磨平，就可以得到列印目標產物。（圖2）



圖 2.（左）列印完成的實物，仍在列印底板上，且尚未拆除支架
（右）拆除所有支架後所剩下的列印目標產物

四、技術競爭力 / Technological Competitiveness

3D列印技術目前在獸醫界的使用分別有：治療犬的十字韌帶斷裂、犬的前肢與後肢角度畸形、協助修復禿鷹的上喙、脊椎的整復、前肢萎縮的輔具、修復海龜的喙、結合CT與MRI可以描繪出開顱手術的界線與異常腦組織的位置以及在解剖學教學中使用假大體等。

五、研發成果 / R&D Result

於本校動物醫院外科就診的八歲吉娃娃。依據主訴，患犬與機車發生車禍，進行理學檢查後，發現左後肢跛行且後軀幹有創傷。從X光可以見到骨盆有粉碎性骨折。（圖3）為了擬定手術計畫與模擬，進行了電腦斷層掃描。

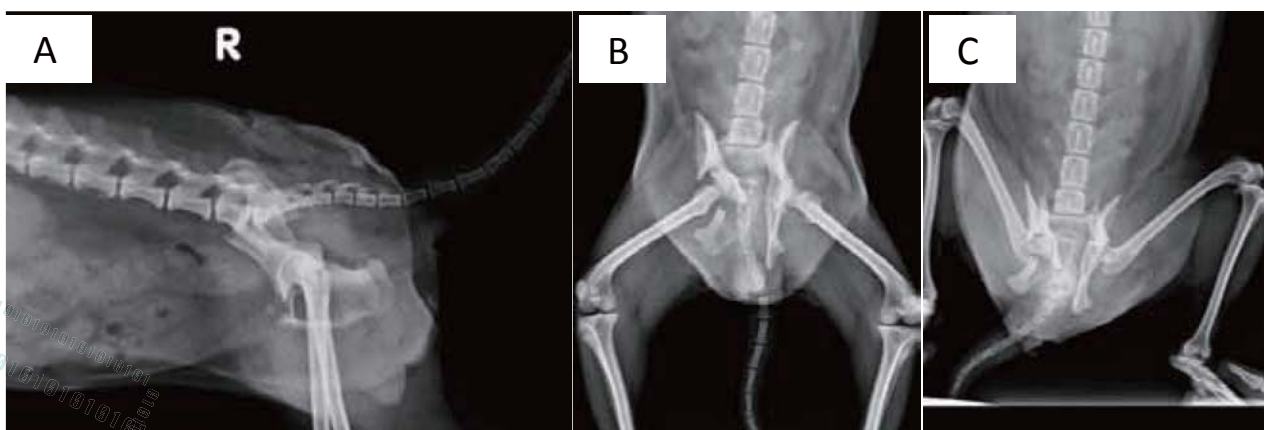


圖3. (A) 由腹腔側面拍攝的X光，可以看見骨盆有斷裂 (B) 為腹腔DV X光圖，可以看見斷裂複雜 (C) 為腹腔VD X光圖，可以看見斷裂複雜

將電腦斷層的檔案進行3D立體圖重組後可以清楚看見骨盆斷裂的方式以及各個斷片的相對位置，經過3D列印出來的模型，可以作為手術的模擬以及與畜主說明病畜病況的工具。(圖4)

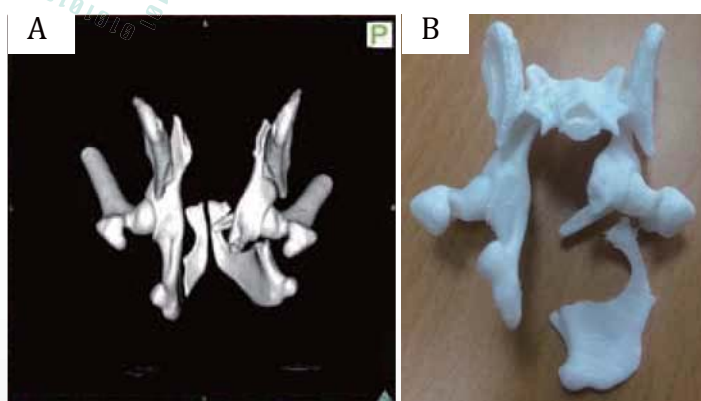


圖4. (A) 電腦斷層後的重組骨盆3D立體圖，可以知道斷面相對位置 (B) 3D列印出來的模型，可以作為手術的模擬與畜主進行病畜病況說明

評估與擬定完成手術計畫後，就進行手術，而術後拍攝的X光，可以看見骨盆腔的空間已幾乎回復正常，而疑似壓迫腸道的骨片也已經復位，因此在幾天後血便便沒有再出現。(圖5)



圖5. (A) 為術前拍攝的DV X光圖，可以看見骨盆腔的空間狹小 (B) 為術後拍攝的DV X光圖，可以看見骨盆腔的空間幾乎回復正常

致謝Acknowledges

感謝屏科大研發處提供經費補助，屏科大動物醫院提供臨床病例及空間設備，獸醫學系郭士榮同學協助本計劃進行。

參考文獻 References

- [1] Crosse KR, and Worth AJ. Computer-assisted surgical correction of an antebrachial deformity in a dog. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* : VCOT 23: 354-361, 2010.
- [2] Dickens PM. Research Developments in Rapid Prototyping. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 209: 261-266, 1995.
- [3] Dismukes DI, Fox DB, Tomlinson JL, and Essman SC. Use of radiographic measures and three-dimensional computed tomographic imaging in surgical correction of an antebrachial deformity in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 232: 68-73, 2008.
- [4] Esses SJ, Berman P, Bloom AI, and Sosna J. Clinical applications of physical 3D models derived from MDCT data and created by rapid prototyping. *AJR American journal of roentgenology* 196: W683-688, 2011.
- [5] Harrysson OLA, Cormier DR, Marcellin-Little DJ, and Jajal K. Rapid prototyping for treatment of canine limb deformities. *Rapid Prototyping Journal* 9: 37-42, 2003.
- [6] Hespel AM, Wilhite R, and Hudson J. Invited review--Applications for 3D printers in veterinary medicine. *Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association* 55: 347-358, 2014.
- [7] Huotilainen E, Jaanimets R, Valasek J, Marcian P, Salmi M, Tuomi J, Makitie A, and Wolff J. Inaccuracies in additive manufactured medical skull models caused by the DICOM to STL conversion process. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 42: e259-265, 2014.
- [8] Karayazgan-Saracoglu B, Gunay Y, and Atay A. Fabrication of an auricular prosthesis using computed tomography and rapid prototyping technique. *The Journal of craniofacial surgery* 20: 1169-1172, 2009.
- [9] KE. G. Prosthetic Eagle Beak. <http://www.kineticengineeringgroup.com/portfolio-misc-eagle.html> 2007.
- [10] Mao K, Wang Y, Xiao S, Liu Z, Zhang Y, Zhang X, Wang Z, Lu N, Shourong Z, Xifeng Z, Geng C, and Baowei L. Clinical application of computer-designed polystyrene models in complex severe spinal deformities: a pilot study. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 19: 797-802, 2010.
- [11] Maravelakis E, David K, Antoniadis A, Manios A, Bilalis N, and Papaharilaou Y. Reverse engineering techniques for cranioplasty: a case study. *Journal of medical engineering & technology* 32: 115-121, 2008.
- [12] Muller A, Krishnan KG, Uhl E, and Mast G. The application of rapid prototyping techniques in cranial reconstruction and preoperative planning in neurosurgery. *The Journal of craniofacial surgery* 14: 899-914, 2003.
- [13] Niikura T, Sugimoto M, Lee SY, Sakai Y, Nishida K, Kuroda R, and Kurosaka M. Tactile surgical navigation system for complex acetabular fracture surgery. *Orthopedics* 37: 237-242, 2014.
- [14] Pham DL, Xu C, and Prince JL. Current methods in medical image segmentation. *Annual review of biomedical engineering* 2: 315-337, 2000.
- [15] Rosset A, Spadola L, and Ratib O. OsiriX: an open-source software for navigating in multidimensional DICOM images. *Journal of digital imaging* 17: 205-216, 2004.
- [16] Sharma N, and Aggarwal LM. Automated medical image segmentation techniques. *Journal of medical physics / Association of Medical Physicists of India* 35: 3-14, 2010.
- [17] Tam MD, Laycock SD, Jayne D, Babar J, and Noble B. 3-D printouts of the tracheobronchial tree generated from CT images as an aid to management in a case of tracheobronchial chondromalacia caused by relapsing polychondritis. *Journal of radiology case reports* 7: 34-43, 2013.
- [18] Turgut G, Sacak B, Kiran K, and Bas L. Use of rapid prototyping in prosthetic auricular restoration. *The Journal of craniofacial surgery* 20: 321-325, 2009.
- [19] Waran V, Narayanan V, Karuppiiah R, Owen SL, and Aziz T. Utility of multimaterial 3D printers in creating models with pathological entities to enhance the training experience of neurosurgeons. *Journal of neurosurgery* 120: 489-492, 2014.
- [20] Winder J, Cooke RS, Gray J, Fannin T, and Fegan T. Medical rapid prototyping and 3D CT in the manufacture of custom made cranial titanium plates. *Journal of medical engineering & technology* 23: 26-28, 1999.