

行政院原子能委員會  
委託研究計畫研究報告

醫用數位斷層合成造影參數品質測試及評估標準  
**Evaluation of image quality and application for the 3D digital  
tomosynthesis**

計畫編號：1062001INER026

受委託機關(構)：台灣大學

計畫主持人：曾文毅 教授

聯絡電話：02-23123456 #88758

E-mail address：wyseng@ntu.edu.tw

研究期程：中華民國 106 年 3 月至 106 年 12 月

研究經費：新臺幣 94 萬元

核研所聯絡人員：曾繁斌

報告日期：106 年 11 月 30 日

## 目 錄

目錄：	1
中文摘要：	2
英文摘要：	3
壹、計畫緣起與目的	4
貳、研究方法與過程	8
一、胸腔腫瘤假體實驗攝影條件參數調整及改善	8
二、手部與腳部細小骨折仿真假體實驗	10
三、含有金屬植入物髖部假體實驗	15
四、TomoDR 應用於全身各部位實驗	17
參、主要發現與結論	19
一、胸腔腫瘤假體實驗攝影條件參數調整及改善結果	19
二、手部與腳部細小骨折仿真假體實驗結果	22
三、含有金屬植入物髖部假體實驗結果	36
四、TomoDR 應用於全身各部位實驗結果	41
肆、參考文獻	49

## 中文摘要

為配合「黃金十年、國家願景」之政策，結合國內資通訊電子產業優勢，產學研醫合作，開發市場導向之高階影像醫療器材技術，以一旗艦產品原型機開發，期望達到全面關鍵技術提升，填補當前我國主導產業轉型發展的缺口，帶動傳統產業技術升級及創新加值。

醫用數位放射造影儀成像受系統軟硬體設計製造，包含組件選用等影響，會受到不同來源的雜訊干擾。若放射造影系統輻射劑量高則訊號強，雜訊影響相對較小。但因本計畫預定建置低輻射劑量造影系統，訊號小雜訊影響相對大，進而影響影像品質。

本計畫透過仿真假體的掃描，包含人體胸腔假體、腳踝腳掌骨折假體、手腕手掌骨折假體，以及模擬腫瘤之假體，分別進行各種不同造影參數之掃描，並測試不同之影像重建方法和參數，藉此評估原型機產生之影像及找尋最佳化造影參數。同時也加入金屬植入物的仿真假體，並針對金屬假影情況進行評估，模擬更真實臨床病人實際的狀況。

此研究透過放射科醫師多年臨床經驗及判讀影像之專長，並與核研所共同合作討論，建立影像品質定量及定性指標。結合此定量及定性指標，能兼顧影像品質並將劑量合理抑低，達到低劑量及高訊雜比 3D 放射造影之目的。最後將建立影像品質控制程序，做為未來臨床使用之標準。

## **Abstract**

Three-dimensional medical radiological imaging system suffers from different noises from different sources according to the design and manufacturing of software and hardware, including component selection and other factors. If the radiation dose of angiography system is high, the signal intensity will be high and the impact of noise will be relatively small. However, the superior project aims to establish an angiography system using low radiation dose. The signal intensity will be low and the impact of noise will relatively be large, thereby affecting image quality.

This project aims to establish a suitable standard 3D image quality assessment system of radiological imaging instrument. We mainly used the human-simulated phantoms, including human chest phantom, human leg fracture phantom, human hand fracture phantom, and the tumor phantoms set in chest phantom to acquire series of images with different acquisition parameters and different imaging reconstruction parameters. And we also used the human-simulated phantoms with metal implants to simulate the actual situation of patients.

These examinations were performed to assess the image quality of prototype and found the best parameters of imaging acquisition. In addition, in this study, we collected the suggestions from clinicians who

have experience and expertise of medical imaging and discuss with the cooperators of Institute of Nuclear Energy research. We aim to establish the qualitative indicators of image quality acceptance criteria. Combining these quantitative and qualitative indicators, we aim to find a balance between image quality and radiation dose to achieve the goal of 3D radiological imaging, low-dose and high signal to noise ratio. Finally, we will provide the suggestions of the image quality control procedures of the 3D radiological imaging system, as the future standard for clinical use.

## 壹、計畫緣起與目的

為配合「黃金十年、國家願景」之政策，結合國內資通訊電子產業優勢，產學研醫合作，開發市場導向之高階影像醫療器材技術，透過產學研醫合作及國際技術引進方式，開發具 3D 影像功能之數位放射造影儀，其外觀與價格上近似現行 2D X 光機，成像結果則近似電腦斷層掃描(Computerized Tomography, CT)影像，但總人員輻射劑量遠低於 CT；目標為應用於放射診斷之胸腔、骨科、腹部、頭頸部等放射造影用途(不含乳房攝影)。

醫用數位放射造影儀成像受系統軟硬體設計製造，包含組件選用等影響，會受到不同來源的雜訊干擾。若放射造影系統輻射劑量高則訊號強，雜訊影響相對較小。但因本計畫預定建置低輻射劑量造影系統，訊號小雜訊影響相對大，進而影響影像品質，如何以更低的劑量在臨床診斷上達到相同品質，是該放射造影儀成功的關鍵。

本計畫將透過仿真假體的掃描，包含人體胸腔假體、腳踝腳掌骨折假體、手腕手掌骨折假體，以及模擬腫瘤之假體，依據不同造影參數之掃描，及不同之影像重建方法和參數，以定性與定量方式由醫師評估原型機產生之影像，協助找尋最佳化造影參數，並考量加入金屬植入物的仿真假體，評估金屬假影的影響程度。透過模擬更真實臨床病人實際的狀況，回饋至醫用數位放射造影儀原型機進

行優化，使原型機之影像能更貼近臨床需求。

此研究將透過放射科醫師多年臨床經驗及判讀影像之專長，並與核研所共同合作討論，建立影像品質定量及定性指標。結合此定量及定性指標，以期能兼顧影像品質並將劑量合理抑低，達到低劑量及高訊雜比 3D 放射造影之目的。最後將建立影像品質控制程序，做為未來臨床使用之標準。

本年度之目標為評估原型機在各個不同部位仿真假體的掃描，包含人體胸腔假體、腳踝腳掌骨折假體、手腕手掌骨折假體，以及模擬腫瘤之假體測試其影像品質，評估過去所優化之參數在假體之造影效果，並請臨床醫師提供影像閱讀上之意見和影像品質評估，提供影像品質最佳化的設計。此外，本年度訂製一套內含金屬植入物的骨盆腔仿真假體，針對實際病人因開刀手術後所置入的金屬植入物(如:人工關節或骨釘)進行模擬，並將透過於臨床機台影像之比較來擬定原型機掃描參數和臨床之掃描策略。



臨床用X光機



Taiwan TomoDR



臨床用CT

圖一、醫用 3D 放射造影儀之臨床定位

## Taiwan TomoDR規格

### ●特殊功能

- 2D/3D攝影
- 3D掃描方式：獨創三向掃描設計
- 個人化輻射劑量調控：SODAAEC設計  
兼顧輻射劑量與影像品質最佳化

### ●影像重建

- Model-Based有限角度影像重建
- 獨創系統幾何模型(B○○ Model)

### ●系統解析度：~3.3lp/mm

### ●最大X光輸出能量：125~150 kVp

### ●最大輸出功率：80kW

### ●細部規格

- Active area： $\geq 40 \times 40 \text{ cm}^2$
- ADC bit depth： $\geq 14$  bits
- Tube current：10~1000mA
- Focal-spot size：0.6/1.2 mm
- Frame rate：15~30 fps
- Heat storage：300~1500 KHU
- Matrix size： $\geq 2000 \times 2000$  pixels
- Pixel pitch：150~200  $\mu\text{m}$
- Tube voltage (Max.)：125~150 kV

圖二、醫用 3D 放射造影儀硬體規格



## 貳、研究方法與過程

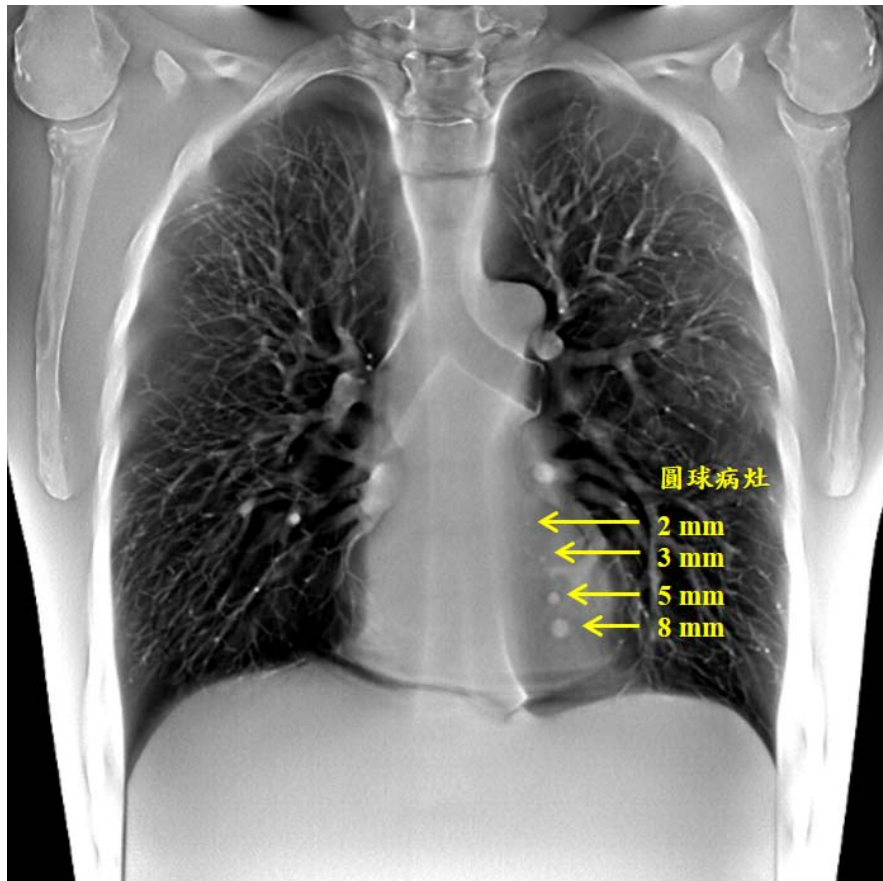
### 一、胸腔腫瘤假體實驗攝影條件參數調整及改善

將針對X光機不易診斷肺腫瘤病灶進行假體實驗，並請臨床醫師進行影像判讀，確認主計畫之原型機能在不易診斷之病灶上識別能力。腫瘤的大小則依據臨床在肺腫瘤上經常採用之標準：5mm 上下這個範圍做為目標，最後選擇 2mm、3mm、5mm、及8mm這些尺寸做為實驗設計。

各假體將配製在胸腔假體內，放置在臨床上較有可能出現之位置，也設計一些臨床上較不易診斷之位置。胸腔假體之腫瘤擺放如下圖所示，腫瘤可黏貼於假體內各處。



圖三、胸腔假體配合腫瘤假體之擺放方式。



圖四、模擬腫瘤病灶擺放位置圖

本次實驗掃描參數和過去相比做了一些調整和優化，再將重組影像交由臨床醫師進行判讀，能判讀到較多之腫瘤位置則判斷為較佳之造影參數。

本次實驗造影參數如下表：

#series	Imaging direction	kVp/mA	Exposure time [ms]	filtration	Total moving length [mm]	Number of projections
Chest AP	十字	110/50	2	2mmAl	300/600	31/61
Chest AP 優化	十字	100/50	2	1mmAl +0.2mmCu	300/600	31/61

表一、不同角度之參數設計

利用相同之假體實驗，分別透過臨床X光機、臨床電腦斷層CT以及TomoDR進行造影，並對各組影像進行病灶之判讀比較。

## 二、手部與腳部細小骨折仿真假體實驗

### (一)假體設計:

本實驗的假體設計是參照臨床病人手部與腳部最常發生骨折而且不容易被診斷到的部位進行模擬，主要是針對手腕手掌、腳踝腳掌這幾個由許多細小骨頭所組成的地方，又因手腕及腳踝這兩個關節腔解剖構造較精細，一旦發生骨折很可能因為被周邊的骨頭重疊而無法診斷到，因此針對這部分訂製仿真骨折假體。



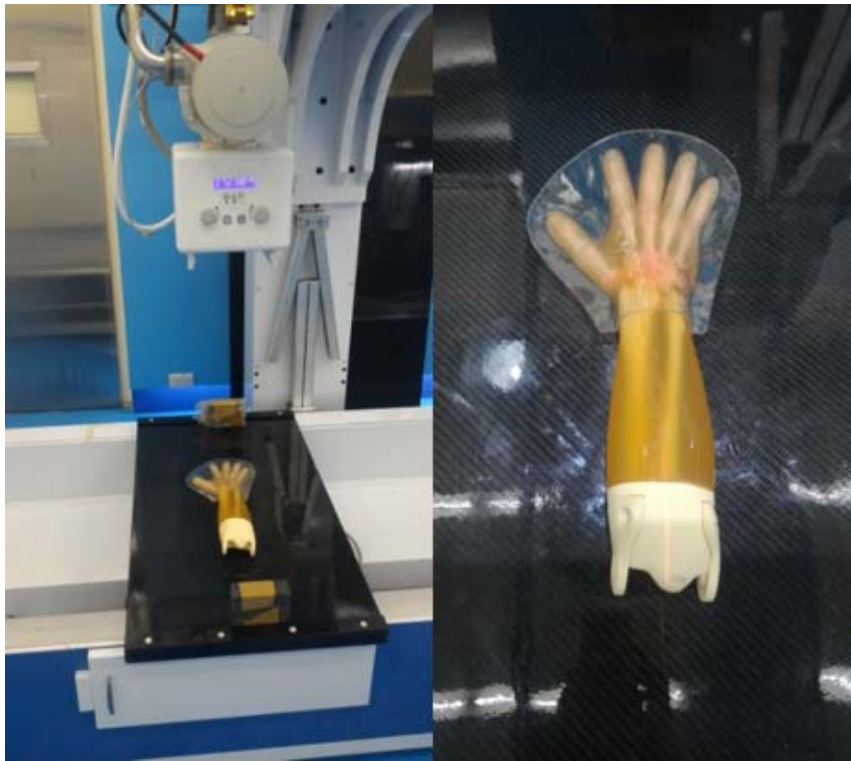
圖五、骨折手部假體與 TomoDR 影像骨折示意圖



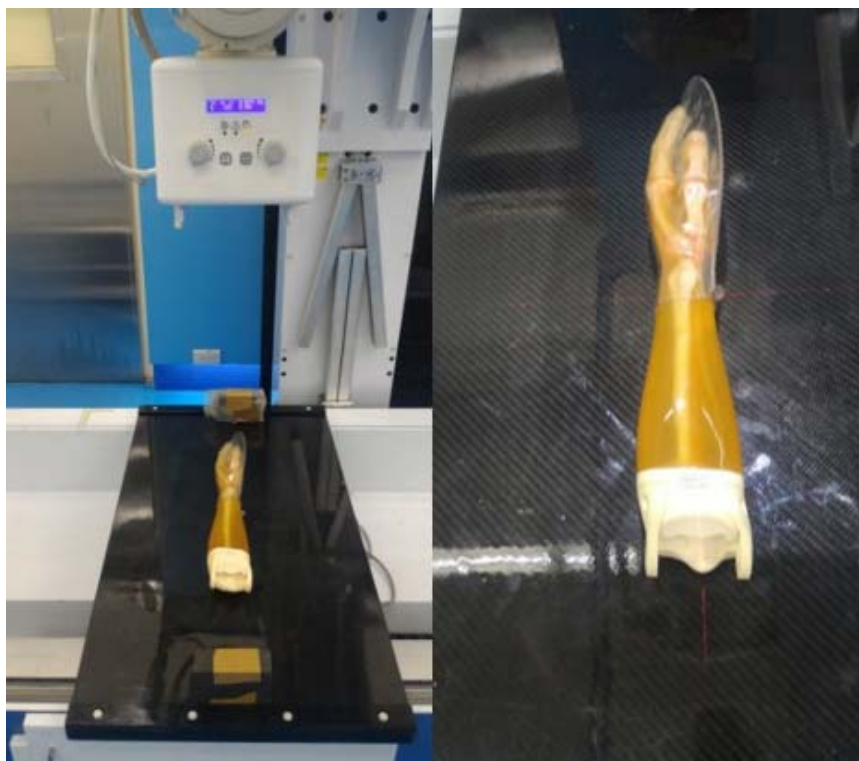
圖六、骨折腳部假體與 TomoDR 影像骨折示意圖

(二)假體擺位方式:

本實驗手部與腳部假體照射TomoDR的擺位方式是依據臨床上病人實際照射X光時的標準擺位姿勢，分別為手部的後前位照 (posterior anterior view, PA view)、手部側位照 (lateral view, lat view)、腳踝前後位照 (anterior posterior view, AP view)、腳踝側位照 (lateral view, lat view) 和足部前後位照 (anterior posterior view, AP view)。



圖七、手部的後前位照(PA view)



圖八、手部的側位照(lateral view)