

# 科技部補助

## 大專學生研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\* \*  
\* 計畫名稱：五歲小孩電腦斷層器官導向管電流調控模式在胸部之劑量評估 \*  
\* \*\*\*\*\* \*

執行計畫學生：蘇婉婷  
學生計畫編號：MOST 104-2815-C-040-056-E  
研究期間：104年07月01日至105年02月28日止，計8個月  
指導教授：陳拓榮

處理方式：本計畫可公開查詢

執行單位：中山醫學大學醫學影像暨放射科學系(所)

中華民國 105年02月25日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

\*\*\*\*\*  
\* 計畫名稱： 兒童電腦斷層器官導向管電流調控模式在胸部 \*  
\* 掃描之劑量降幅評估 \*  
\* \*  
\* \*  
\* \*  
\*\*\*\*\*

執行計畫學生：蘇婉婷

學生計畫編號：104-2815-C-040-056-E

研究期間：104年7月1日至105年2月28止，計8個月

指導教授：陳拓榮

處理方式(請勾選)：立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學

中華民國一〇五年二月二十四日

# 兒童電腦斷層器官導向管電流調控模式在胸部掃描之劑量降幅評估

## 一、摘要

從醫學影像暨放射科學系的「電腦斷層掃描原理與技術」課程中得知，電腦斷層(Computed Tomography, CT)掃描是所有輻射曝露相關的檢查中，病人所獲得的輻射劑量最高的項目之一，因此學生想探討使用CT掃描模式與病人接收劑量之間的關係。另外，相同有效劑量對兒童造成的風險(risk)較成人高，因此本次研究不探討成人，而是針對小孩子的有效劑量來做進一步的研究。實驗是以五歲小孩擬人型的假體(材質與組織等效)，模擬真實的五歲小孩身體狀況，再對應ICRP 第103號報告建議之權重器官部位給予佈點，方法為：先在假體上確認103號報告對應之加權器官的位置，或在該器官位置附近找到可代表的孔洞後，在欲測量之孔洞內，填充已校正過的熱發光劑量計(TLD)，再以Siemens的MSCT(multi-slice CT，型號為Somatom definition flash)，做電腦斷層掃描，探討其醫學臨床上胸部電腦斷層掃描條件對小孩造成的器官劑量分布與有效劑量。實驗的目的是為了要降低敏感器官所接收到的輻射劑量，且先進的電腦斷層掃描儀配置有器官導向管電流調控(organ-based tube current modulation, OBTCM)模式，因此實驗設計將以OBTCM，搭配自動曝露控制(auto exposure control, AEC - Care Dose 4D)來進行胸部掃描，不但可以探討OBTCM對於敏感器官劑量的抑低成效，亦可同時評估與AEC兩者共同使用，對於劑量的多寡有無影響。

## 二、研究方法及步驟

### 方法：

1. 使用由指導教授提供的熱發光劑量計(TLD)，型號為 GR-200A，材質為 LiF(Cu,Mg,P)測量 CT 掃描時，在各個器官佈點所造成的吸收劑量。
2. 由指導教授借來的五歲擬人型假體(ATOM® dosimetry phantom, model 705-D, CIRS, Norfolk, VA, USA)進行實驗模擬，此假體的身高為 110 公分、體重 19 公斤，材質為組織等效的物質。
3. 佈點的位置以 ICRP 第 103 號報告建議之加權因數的器官為依據。
4. 由 Siemens 的 Somatom CT(中山醫學大學附設醫院影像部於 2011 年安裝)進行掃描實驗。在 Siemens CT 的 OBTCM protocol 稱為 X-care。

5. 利用熱發光計讀儀(TLD reader, Harshaw 3500, Thermo Fisher Scientific, Marietta, U.S.)來測量 TLD 曝露量(nC)。
6. 在頭頸胸腹的皮膚表面各會放上兩顆 TLD，在以下列公式計算出代表皮膚的劑量。(頭部兩顆 TLD 的平均) $\times$ 頭長/全身長+(其餘六顆 TLD 的平均)
7. 紅骨髓的劑量之測量：每處的組織加權因數( $W_T$ )不相同，所以需各部位的曝露量與  $W_T$  分別相乘再相加總起來。
8. 將測量得到的曝露量(nC)乘上轉換因子(mGy/nC)及組織加權因數 ( $w_T$ )，即可得到吸收劑量。
9. 利用 Image J 軟體圈選 ROI，以評估每張影像的雜訊。

### 步驟:

1. 將 TLD 以 X 光校正，並求得每顆熱發光劑量計其”轉換因子(mGy/nC)” ，並注意不要將盤面的 TLD 順序弄混亂，以免造成掃描完成後，要計算劑量時有誤差。
2. 將 TLD-GR-200A 佈點於假體中，佈點的位置以 ICRP 第 103 號報告建議之加權因數的器官為依據，再根據組織加權因數的高低，調整佈點的 TLD 數量，皮膚劑量也需加以考慮，最後留五顆 TLD 作為背景值。
3. 使用臨床標準的 protocol 掃描一張 topogram 作為調整掃描範圍的依據，並調整適合兒童掃描的管電壓。
4. 在操作台的電腦調整掃描範圍至剛好涵蓋整個胸部，範圍從頸部底到肺底。
5. 開啟 OBTCM 及 AEC 模式，使用臨床標準的 protocol 掃描。
6. 使用熱發光計讀儀計讀每一顆 TLD 所接收到的輻射曝露量，並根據步驟 1. 所得到的”轉換因子(mGy/nC)”，把曝露量轉換成吸收劑量(mGy) 。
7. 更換重新填充 TLD，仍使用 5 歲假體，佈點的位置、數量也相同。
8. 重複上述步驟，僅需更改步驟 4.為開啟 OBTCM 及關閉 AEC 模式；關閉 OBTCM 及開啟 AEC 模式；關閉 OBTCM 及 AEC 模式，各掃一次。

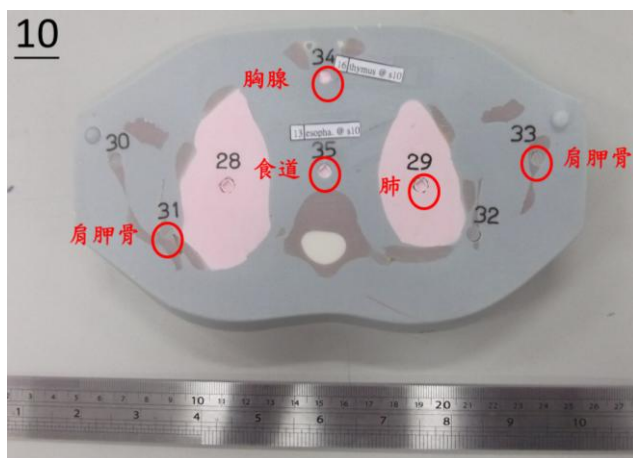
9. 為了評估用了 AEC 模式是否能使影像品質一致，因此使用 Image J 軟體圈選不同掃描模式的影像之相同位置的 ROI，觀察其 mean 值是否相同、增加或減少。

註：topogram 僅需在第一次掃一張即可，後面重複步驟不須再掃，本次實驗

連同 topogram，共掃描五次

● 實驗照片：

(一)假體的胸部布點:舉例第十層



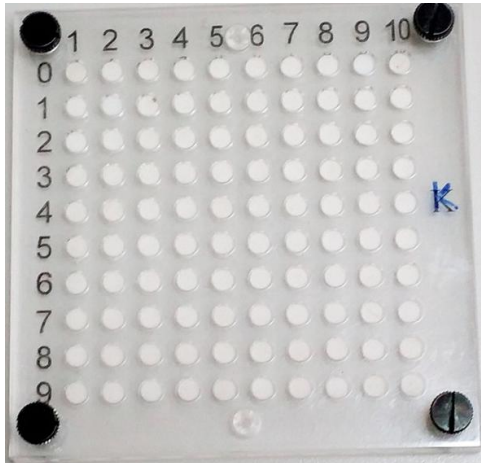
圖一 五歲 CIRS 假體第十層 TLD 佈點位置與對應的組織加權因數的器官

(二)五歲小孩假體的正面與側面



圖二 實驗模擬五歲小孩之假體正面(右圖)與側面(左圖)影像

(三)TLD 盤面(一盤共 100 顆)



圖三 實驗使用度量輻射吸收劑量的熱發光劑量計

(四) 熱發光計讀儀



圖四 計讀熱發光劑量計接受輻射曝露後吸收劑量的計讀儀

三、結果：

一般孩童臨床CT掃描條件，AEC是在「開啟」設定。本實驗將AEC開啟，分別開啟(on)或關閉(off)器官導向管電流調控模式(OBTCM)，管電壓80 kVp，掃描五歲假體所獲得的攝影參數如表一。在關閉AEC的條件下，掃描的條件是參考AEC開啟的條件。所以此處AEC關閉的條件，是有條件的應用AEC開啟的參數，正常臨床掃描時是無法正確由控制或操作台定義與輸入的。

表一 實驗掃描五歲假體的電腦斷層設定與掃描參數

Protocol	Chest	Chest	Chest	Chest
AEC	on	on	off	off
OBTCM	off	on	off	on
Voltage (kV)	80	80	80	80
Tube current (mA)	84	84	84	84

scan length (cm)	17.8	17.8	17.8	17.8
CTDI <sub>v</sub> (mGy)	1.32	1.35	1.32	1.32
DLP (mGy×cm)	26.0	26.6	25.7	25.7

由表一的掃描長度相同，管電壓與管電流維持不變，體積電腦斷層劑量指標 (CTDI<sub>v</sub>)與劑量長度積(dose-length product, DLP)幾乎相當，所以理論照射到X光品質與特性是相同的。

使用電腦斷層protocol掃描經TLD佈點的五歲假體，以模擬實際五歲左右小孩接受輻射的器官劑量和有效劑量貢獻如表二和表三。

表二 五歲假體施作 CT 掃描時，在開啟 AEC 模式下，開啟與關閉 OBTCM 模式之各器官劑量與有效劑量

AEC on	器官劑量 (mGy)	器官劑量 (mGy)	有效劑量 (mSv)	有效劑量 (mSv)
OBTCM	off	on	off	on
大腦	0.04	0.04	0.00	0.00
唾液腺	0.13	0.12	0.00	0.00
食道	2.38	2.48	0.10	0.10
甲狀腺	2.22	1.95	0.09	0.08
肺	2.19	2.37	0.26	0.28
胸骨	2.31	2.13	0.00	0.00
乳房	2.08	2.05	0.25	0.25
肝	1.23	1.19	0.05	0.05
胃	1.18	1.08	0.14	0.13
結腸	0.13	0.12	0.02	0.01
性腺	0.01	0.01	0.00	0.00
膀胱	0.01	0.02	0.00	0.00
紅骨髓	0.47	0.50	0.06	0.06
皮膚	0.17	0.19	0.00	0.00
骨表面	0.99	0.95	0.01	0.01
Remainder	0.98	1.00	0.12	0.12
Total			1.10	1.10

表三 5歲假體施作 CT 掃描時，在關閉 AEC 模式下，開啟與關閉 OBTCM 模式之各器官劑量與有效劑量

AEC off	器官劑量 (mGy)	器官劑量 (mGy)	有效劑量 (mSv)	有效劑量 (mSv)
---------	---------------	---------------	---------------	---------------

OBTCM	off	on	off	on
大腦	0.04	0.04	0.00	0.00
唾液腺	0.14	0.13	0.00	0.00
食道	2.62	2.54	0.11	0.10
甲狀腺	2.05	1.65	0.08	0.07
肺	2.58	2.52	0.31	0.30
胸骨	3.31	2.12	0.01	0.00
乳房	2.68	2.04	0.32	0.25
肝	1.12	1.16	0.05	0.05
胃	1.17	1.03	0.14	0.12
結腸	0.12	0.12	0.02	0.01
性腺	0.00	0.01	0.00	0.00
膀胱	0.02	0.02	0.00	0.00
紅骨髓	0.55	0.51	0.07	0.06
皮膚	0.63	0.19	0.00	0.00
骨表面	1.10	0.95	0.01	0.01
Remainder	1.07	0.99	0.13	0.12
Total			1.23	1.09

#### 四、討論：

臨床 CT 掃描是在 AEC 開啟的條件，由表二知 OBTCM 開啟或關閉，對五歲小孩胸腔掃描所造成的有效劑量分別為 1.10 mSv 和 1.10 mSv，二者並沒有差別。也就是「開啟 OBTCM」，並沒讓有效劑量下降，此或與五歲小孩體厚較薄有關，尤其是在充滿較多空氣肺對應的胸腔部位。關閉 AEC 模式的電流大小，是參考 AEC 開啟時的設定和掃描參數。關閉 AEC 的條件下，開啟 OBTCM 模式掃描造成的有效劑量為 1.09 mSv，較關閉 OBTCM 掃描的有效劑量 1.23 mSv 降低 11%。開關 OBTCM，造成有效劑量降低幅度並不大，且實際臨床掃描設定難以設定與執行，因為並無病人 AEC 開啟掃描參數可參考。

胸腔部位的 CT 掃描，在射束範圍內之器官劑量，可發現位於身體較前方的食道、甲狀腺、肺、胸骨、乳房、肝及胃，在 OBTCM 開啟時，其平均器官劑量相對地下降，這也是原本 OBTCM 設計的理論基礎，即降低從身體前方照射的 X 光量，而增加從身體後方照射的 X 光以補強。我們也可發現，相對位於後方的紅骨髓，當 OBTCM 模式開啟時，其吸收劑量反而增加。主射束範圍外之器官劑量：從表二及表三可看出，不論是有沒有使用 OBTCM 模式，主射束範圍外的器官劑量皆不高，使用 OBTCM 模式後，所造成之劑量減少的效益也不是很明顯。



## 五、結論：

由五歲小孩的熱發光劑量計假體實驗知，一般胸腔 AEC 開啟掃描造成的有效劑量為 1.10 mSv。但開啟 OBTCM 模式與否，對五歲小孩的器官劑量下降幅度並不明顯，所造成的有效劑量也相當，並無改善。雖然實驗顯示在 AEC 關閉的條件下，開啟 OBTCM 模式可降低 11% 的有效劑量，但在臨床卻難以施行應用。所以在電腦斷層掃描五歲附近的孩童時，並不建議開啟 OBTCM 模式。

## References:

- [1] Matsubara K, Sugai M, Toyoda A, Koshida H, Sakuta K, Takata T, Koshida K, Iida H, Matsui O, Assessment of an organ-based tube current modulation in thoracic computed tomography, *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, (2012) 13(2)
- [2] Wang J, Duan X, Christner JA, Leng S, Grant KL, McCollough CH, Bismuth shielding, organ-based tube current modulation, and global reduction of tube current for dose reduction to the eye at head CT, *Radiology* (2012) 262(1)
- [3] Schimmöller L, Lanzman RS, Heusch P, Dietrich S, Miese F, Aissa J, Heusner TA, Antoch G, Kröpil P, Impact of organ-specific dose reduction on the image quality of head and neck CT angiography, *European Society of Radiology* (2013) 23:1503–1509
- [4] 蔣乃辛揭露近半兒童電腦斷層輻射偏高，憂心後遺症害童，立法院全球資訊網 2010-03-23 報導，[http://www.ly.gov.tw/03\\_leg/0301\\_main/leg\\_news/newsView.action?id=72187&lgno=00116&stage=7&atcid=72187](http://www.ly.gov.tw/03_leg/0301_main/leg_news/newsView.action?id=72187&lgno=00116&stage=7&atcid=72187)，2016/02/23 access。
- [5] 李宗祐、張翠芬，我兒童電腦斷層輻射劑量偏高，中國時報 2010.01.25 報導。