

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
* : 脊椎側彎之一般 X 光攝影與電腦斷層劑量評估比較
* 名 稱
* *****

執行計畫學生： 陳韋新
學生計畫編號： NSC 99-2815-C-040-008-B
研究期間： 99年07月01日至100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

中華民國 100年03月11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 *
* : 脊椎側彎之一般 X 光攝影與電腦斷層劑量評估比較 *
* 名稱 *

執行計畫學生：陳韋新

學生計畫編號：NSC 99-2815-C-040-008-B

研究期間：99年7月1日至100年2月底止，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 百 年 三 月 十 一 日

脊椎側彎之一般 X 光攝影與電腦斷層劑量評估比較

簡介：

成人若被醫師懷疑脊椎側彎的問題時，一般以普通 X 光三聯片評估之，而小孩整條脊椎範圍較小，或可用二聯片評估。本實驗使用十歲假體及 TLD 佈點，探討 10 歲孩童照射普通 X 光二聯片(DR)的有效劑量。由於二聯片或三聯片是由普通攝影的 X 光機所拍攝，劑量相對於電腦斷層小許多，所以並無以 CT 掃描 whole spine 以判別脊椎側彎的臨床應用。因為無此臨床應用，所以並無相關的比較數據可參考。本實驗目的在探討二聯片與 CT 掃描 whole spine，二者掃描長度相同，以比較二者劑量的差別。

材料：

1. 假體：10 歲小孩的假體，CIRS ATOM 706-D Ten Year Old Pediatric Phantom。
2. 數位 X 光機：數位式 X 光機(Siemens)，照射 X 光二、三聯片用。(1)X 光管：OPTI 150/30/50 HC-100，Roehre/Tube，Model No.4803388，Serial No.1522303。束限器(準直儀)標示 filtration 1.0 mmAl/70keV。(2)DR 之 X 光接收器：Siemens, Grid, Collimator, R15, N=80, FO(distance of focus to object)=300 cm(相當 SID=300cm)。Stand Axiom, Aristons(數位平板診斷 X 光系統)。
3. Philips 電腦斷層 40 切 CT- Philips, Brilliance 40，照射假體 whole spine。
4. 熱發光劑量計，氟化鋰:LiF(Cu, Mg, P)199 顆 TLD-100H 和 199 顆 GR-200A，總共 398 顆 TLD。

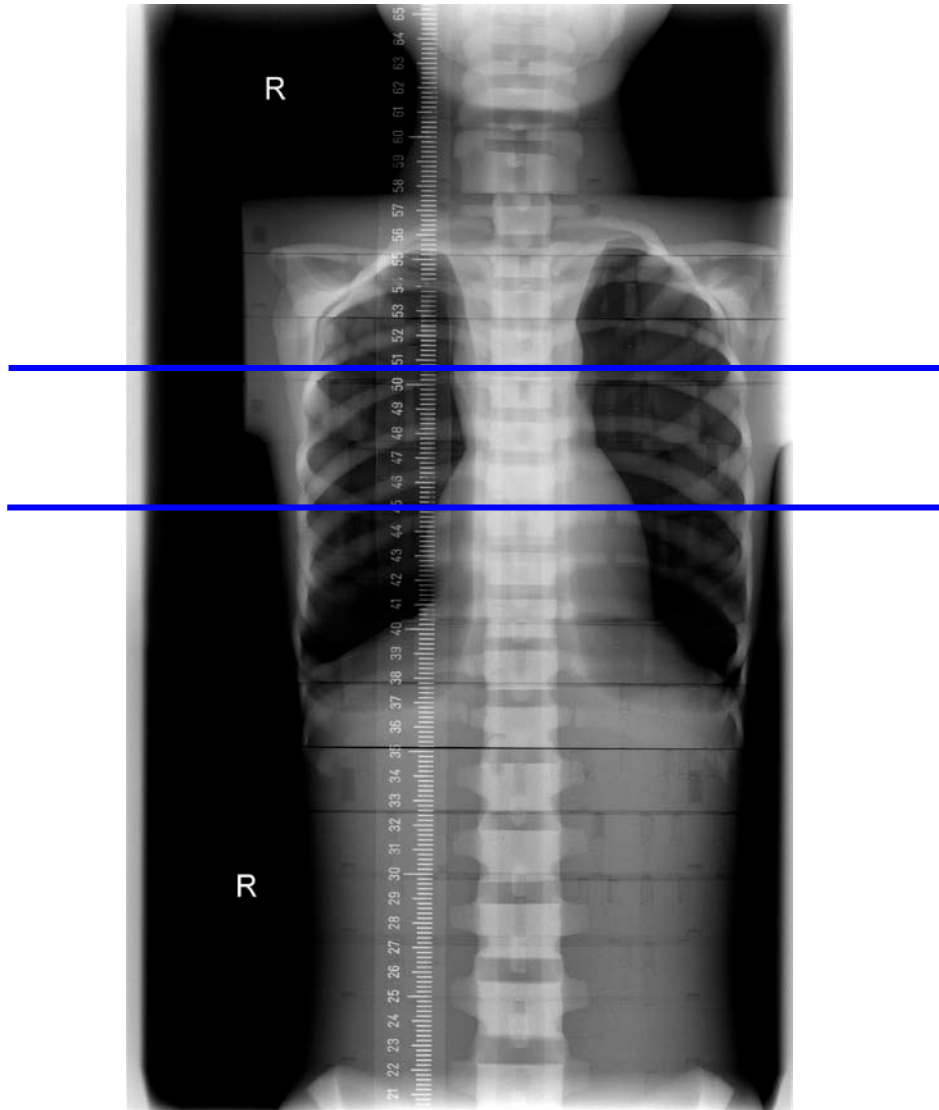
方法：

(一)DR

1. 利用 Siemens 的 DR 照射全身佈點 TLD-100H 的小孩假體，共佈點 197 顆 TLD-100H。(E 盤 1~100 顆 TLD-100H 以及 F 盤 1~97 顆 TLD-100H)，(F 盤 98 和 99 號 TLD-100H 當做背景值)。
2. DR 照射兩次(分別為 75kVp 和 85kVp)，並重組成一張影像。(如下頁圖所示)
3. 一般成人評估以三聯 X 片評估之，但因 10 歲小孩之 whole spine，可以用二張 X 光片堆疊即可完成，中山附設醫院臨床以二張 X 光片(二聯片)診斷脊椎側彎。
4. 二聯片的第一張：從假體之第 7 片(即第 6 片與第 7 片的交界處為起點，直尺標示點為 65.4cm)照射到第 17 片的中間(直尺標示點為 39.1cm)，共

65.4-39.1=26.3cm。

5. 二聯片第一張的照射條件：75kVp+19.21 mAs (kVp 與 mAs 的選定，由 X 光機控制台 AEC 自動設定)，FOV=26.8x28.6 cm，filter=0.2 mmCu，scale78%，EXI=300。



6. 二聯片的第二張：從假體之第 14 片中間(直尺標示點為 46.6 cm)照射到第 24 片的中間(直尺標示點為 20.4 cm)，共 46.6-20.4=26.2cm。
7. 二聯片第二張的照射條件：85kVp+28.14 mAs (kVp 與 mAs 的選定，由 X 光機控制台 AEC 自動設定)，FOV=26.8x28.6 cm，filter=0.2 mmCu，scale78%，EXI=300。
8. 照射範圍：第一張影像的下面部分(46.6cm 以下)和第二張影像的上面部分(39.1cm 以上)有重複照射到，重複照射的範圍為 46.6-39.1=7.5cm，重複照射的原因是因為機器需要有重複的部分才能夠辨識，以將兩張半脊椎影像

重組成一張全脊椎影像，二聯片總照射的長度為 $65.4-20.4=45\text{ cm}$ 。

(二)CT

1. 利用 Philips 的 40 切 CT 掃描全身佈滿 GR-200A 的小孩假體，共佈點 197 顆 GR-200A。(A 盤 1~100 顆 GR-200A 以及 B 盤 1~48 顆、50~98 顆 GR-200A)，(B 盤 49 和 99 號 GR-200A 當做背景值)。
2. 詳細的 CT 掃描條件整理如下：

CT 機器：Philips, Brilliance 40		
掃描部位：Whole spine		
項目	數據	單位
電壓	120	kV
掃描一圈的 mAs	150	mAs/圈
Pitch	0.58	
掃描每層厚度	3	mm
掃描總厚度	446.5	mm
CTDIvol	10.5	mGy
DLP	$10.5 \times 446.5 (= 4688.25)$	mGy·mm

實驗照片：

(一)Siemens DR 照射之照片：



(二)Philips 40 slice CT 掃描之照片：



結果：

使用TLD於十歲假體佈點，探討十歲孩童照射普通X光二聯片(DR)，身體軸向(頭到腳方向)的劑量分佈與有效劑量的計算。採由前往後(AP)照法，X光機為Siemens 數位平板診斷X光系統(Stand Axiom, Aristons)，SID=300 cm，二次X光照射採AEC設定，分別為上一張75kVp (19.21 mAs)和下一張85kVp(28.14mAs)，FOV=26.8

×28.6 cm，濾片厚度0.2 mmCu。另以CT掃描假體相同spine長度(45cm)，X光管電量每圈由250mAs調小至150mAs，餘條件與成人相同。

表一 10歲假體施作一般X光二聯片(掃描長度45cm)，各器官劑量與有效劑量計算

位置 器官(佈點數)	計讀(-背景) 吸收劑量(mGy)	ICRP 60 男(mSv)	ICRP 60 女(mSv)	ICRP 103 男(mSv)	ICRP 103 女(mSv)
大腦(5)	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
頭蓋骨(4)	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
下頷骨(3)	0.0222	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003
頸椎(2)	0.0160	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
甲狀腺(4)	0.0410	0.0021	0.0021	0.0016	0.0016
食道(5)	0.0335	0.0017	0.0017	0.0013	0.0013
肩胛骨(10)	0.0230	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
鎖骨(4)	0.0377	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
肺(24)	0.0545	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
胸椎(4)	0.0182	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
肋骨(16)	0.0479	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
胸骨(4)	0.0901	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
胸腺(3)	0.0431	0.0011	0.0011	0.0006	0.0006
乳房(2)	0.0602	0.0030	0.0030	0.0072	0.0072
肝(15)	0.0753	0.0038	0.0038	0.0030	0.0030
胃(14)	0.0822	0.0099	0.0099	0.0099	0.0099
脾(5)	0.0328	0.0001	0.0001	0.0005	0.0005
胰(3)	0.0599	0.0002	0.0002	0.0009	0.0009
腎上腺(2)	0.0217	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003
腰椎(3)	0.0212	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
膽囊(2)	0.0671	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010
腎(10)	0.0295	0.0001	0.0001	0.0004	0.0004
小腸(11)	0.0390	0.0050	0.0049	0.0053	0.0053
骨盆(16)	0.0044	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
薦椎(3)	0.0034	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
膀胱(6)	0.0032	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
卵巢(2)	0.0039	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003
子宮(2)	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
股骨(4)	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
攝護腺(1)	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
睪丸(2)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
皮膚(6 平均)	0.0527	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
皮膚(最大)	0.1345	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013
Effective dose (mSv)		0.0370	0.0377	0.0425	0.0429

表二 10 歲假體施作 CT(掃描長度 44.6cm)，各器官劑量與有效劑量計算

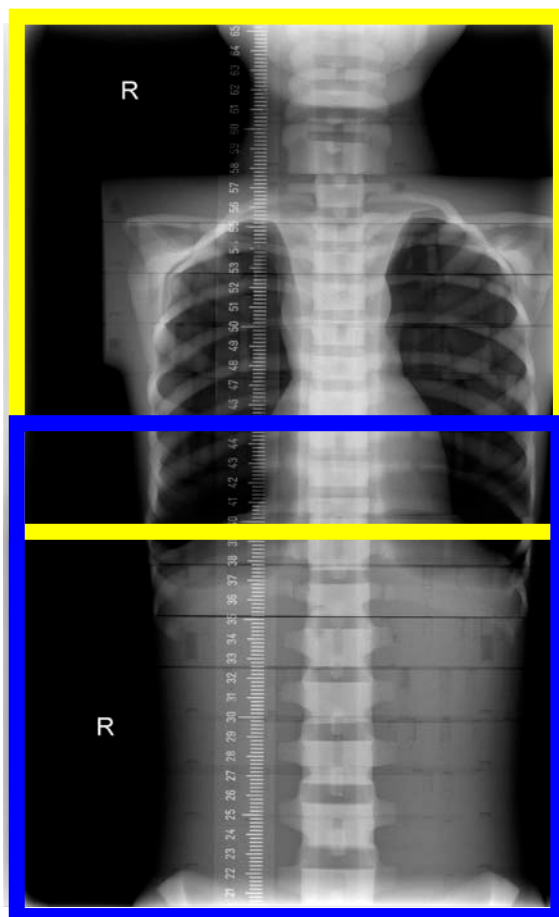
位置 器官(佈點數)	計讀(-背景) 吸收劑量(mGy)	ICRP 60 男(mSv)	ICRP 60 女(mSv)	ICRP 103 男(mSv)	ICRP 103 女(mSv)
大腦(5)	2.1682	0.0077	0.0068	0.0217	0.0217
頭蓋骨(4)	1.0150	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153
下頷骨(3)	18.6064	0.0418	0.0418	0.2278	0.2278
頸椎(2)	19.1000	0.0944	0.0944	0.0944	0.0944
甲狀腺(4)	25.6831	1.2842	1.2842	1.0273	1.0273
食道(5)	21.7383	1.0869	1.0869	0.8695	0.8695
肩胛骨(10)	18.7490	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458
鎖骨(4)	19.7017	0.0757	0.0757	0.0757	0.0757
肺(24)	21.4429	2.5731	2.5731	2.5731	2.5731
胸椎(4)	17.3639	0.3092	0.3092	0.3092	0.3092
肋骨(16)	20.2659	0.2090	0.2090	0.2090	0.2090
胸骨(4)	21.9436	0.0772	0.0772	0.0772	0.0772
胸腺(3)	22.4774	0.5619	0.5619	0.3372	0.3372
乳房(2)	22.6881	1.1344	1.1344	2.7226	2.7226
肝(15)	22.0859	1.1043	1.1043	0.8834	0.8834
胃(14)	22.6735	2.7208	2.7208	2.7208	2.7208
脾(5)	20.5715	0.0735	0.0643	0.3086	0.3086
胰(3)	21.1964	0.0757	0.0662	0.3179	0.3179
腎上腺(2)	18.7918	0.0671	0.0587	0.2819	0.2819
腰椎(3)	15.1214	0.2106	0.2106	0.2106	0.2106
膽囊(2)	21.8415	0.0000	0.0000	0.3276	0.3276
腎(10)	21.0159	0.0751	0.0657	0.3152	0.3152
小腸(11)	15.6350	1.9879	1.9739	2.1107	2.1107
骨盆(16)	5.7689	0.1591	0.1591	0.1591	0.1591
薦椎(3)	4.7806	0.0839	0.0839	0.0839	0.0839
膀胱(6)	3.3885	0.1694	0.1694	0.1355	0.1355
卵巢(2)	4.9373	0.0000	0.9875	0.0000	0.3950
子宮(2)	4.4343	0.0000	0.0139	0.0000	0.0665
股骨(4)	1.1975	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
攝護腺(1)	1.8531	0.0000	0.0000	0.0278	0.0000
睪丸(2)	0.4225	0.0845	0.0000	0.0338	0.0000
皮膚(6 平均)	13.3056	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
皮膚(最大)	24.8261	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483
Effective dose (mSv)		14.6831	15.5486	16.8774	17.2773

分析：

一、 各假體層面 TLD 度量平均值與標準差

表三 10 歲假體二聯片各假體層面 TLD 度量平均值與標準差，與表右方圖形位置直接對應

照射條件	假體層面	TLD 佈點數量	吸收劑量 μGy	標準差 μGy
-	6	2	3	3
75kVp 28mAs	7	3	11	4
	8	1	40	6
	9	4	35	7
	10	2	43	1
	11	10	28	10
	12	12	33	11
	13	15	35	10
重疊 照射	14	4	45	18
	15	18	71	36
85kVp 19mAs	16	1	139	12
	17	10	56	24
	18	12	59	33
	19	14	59	31
	20	12	59	32
	21	11	58	31
	22	7	54	24
	23	4	48	7
-	24	4	34	6
-	25	5	5	1



二、10 歲假體 whole spine 的有效劑量文獻比較

以ICRP 60評估的二聯片 Effective dose=0.0374 mSv；ICRP 103之 Effective dose=0.0427 mSv。與文獻相較如下表：

受照者	儀器	ICRP 103	ICRP 60	備註
10歲假體	X光機	0.043	0.037	ATOM 假體
Adult假體	X光機	-	0.087 ^a	RANDO假體
Adult假體	X光機	-	0.16 ^a	
10歲假體	X光機	17.1	15.1	ATOM 假體
臨床資料	CT dose計算程式	-	20.8 ^b	11.3±5.0 y，whole body scan

a: Geijer et al., 2001

b: Munk et al., 2009

三、whole spine 二聯片與 CT 掃描之劑量比較

表三 一般 X 光二聯片與電腦斷層，掃描 10 歲假體 Whole spine(45cm)之不同組織加權因數方法與劑量比較

採用之 Tissue weighting factor	ICRP 60	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 103
Effective dose	男(mSv)	女(mSv)	男(mSv)	女(mSv)
一般 X 光二聯片	0.0370	0.0377	0.0425	0.0429
電腦斷層 Whole spine	14.6831	15.5486	16.8774	17.2773
二者劑量比值	1 : 396	1 : 412	1 : 397	1 : 403

四、CT 之 DLP 計算劑量值 (AAPM Report No.96)

Region of Body	k (mSv mGy ⁻¹ cm ⁻¹)				
	0 year old	1 year old	5 year old	10 year old	Adult
Head and neck	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
Head	0.011	0.0067	0.0040	0.0032	0.0021
Neck	0.017	0.012	0.011	0.008	0.006
Chest	0.039	0.026	0.018	0.013	0.014
Abdomen	0.049	0.030	0.020	0.015	0.015
Pelvis (≈Abdomen)	0.049	0.030	0.020	0.015	0.015
Trunk	0.044	0.028	0.019	0.014	0.015

10 歲假體掃描之 DLP=468.8 mGy·cm，引用上表 10 year old Trunk 的 k 值，可得 Effective dose=6.56 mGy。此值與實驗度量結果 14.68~17.28 mGy，相差甚大。簡單以 k 值，將 DLP 換算成有效劑量(Effective dose)的方法，即由電腦斷層螢幕顯示的 DLP，直接應用到 10 歲少年的 whole spine 劑量計算，因與實驗誤差大，並不被建議採用。

結論：

拍 X 光二聯片時，中間會有重疊照射的部位，以便將二張脊椎影像密合銜接。其平均吸收劑量分別是上段(18.7cm)為 37±6 μGy、重疊段(7.5cm)為 89±44 μGy、下段(18.7cm)為 53±10 μGy。計算得二聯片之有效劑量為 0.0374 mSv(ICRP 60)和 0.0427 mSv(ICRP 103)。而度量 CT 造成之有效劑量為 16.1 mSv(ICRP 60)和 17.1 mSv(ICRP 103)。二聯片照射之吸收劑量：重覆照射之脊椎 > 腰椎(85kVp) > 頸椎與胸椎(75kVp)，其重覆照射之脊椎劑量(89μGy)約等於二次曝露劑量的總合。以 CT 掃描孩童的有效劑量是二聯片照射的 400 倍，若僅為初診脊椎側彎的嚴重程度，當然以一般 X 光二聯片為優先選擇。

References:

1. De Smet A, Fritz SL, Asher MA, A method for minimizing the radiation exposure from scoliosis radiographs, The journal of Bone and Joint Surgery, Incorporated, (1981) 63(1): 156-158.
2. Fujii K, Aoyama T, Yamauchi-Kauaura C, Koyama S, Yamauchi M, Akahane K,

Nishizawa K, Radiation dose evaluation in 64-slice CT examinations with adult and pediatric anthropomorphic phantoms, *The British Journal of Radiology*, (2009) 82: 1010-1018.

3. Geijer H, Beckman KW, Jonsson BJ, Andersson T, Persliden J, Digital Radiography of Scoliosis with a Scanning Method: Initial Evaluation, (2001) 218(2): 402-410.
4. Munk RD, Strohm PC, Saueressig U, Zwingmann J, Uhl M, Sudkamp NP, Kotter E, Langer M, Bley TA. Effective dose estimation in whole-body multislice CT in paediatric trauma patients, *Pediatr. Radiol.* (2009) 39: 245-252.
5. Report of AAPM Task Group 23: CT Dosimetry Diagnostic Imaging Council CT Committee, AAPM Report No.96 : The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT, American Association of Physicists in Medicine (2008), 13.