

心導管或血管攝影用X光機品質保證測試

Quality Assurance Tests for Cardiac Catheterization or Angiography X-ray System



陳建全

陳建全

■ 學歷

- 陽明大學醫放系 學士
- 成功大學醫工所 碩士

■ 專業證書

- 教育部部定講師
- 放射診斷醫學物理師
- 醫事放射師
- 輻射防護師

■ 研究成果

- SCI 第一作者1篇
- SCI 共同作者11篇
- 研究計畫主持人1件
- 研究計畫共同主持人6件

■ 經歷

- 台灣醫學物理公司
 - 總經理
- 長庚大學
 - 兼任講師
- 林口長庚紀念醫院
 - 磁振造影中心醫學物理師
 - 影像診療部醫學物理師
- 中華民國醫學物理學會
 - 常務監事
- 桃園縣醫事放射師公會
 - 理事
 - 總幹事
- 考試院醫事放射師檢覈考試
 - 命題/審題委員
- 國健署乳篩計畫
 - 醫學物理組委員
- 原能會醫療曝露品質保證計畫
 - 講師
 - 命題及口試委員

項目	專業人員資格	專業人員人數	委託之相關機構	相關事項
1.LINAC	放射腫瘤科醫師 醫事放射師 學、公、協會核發證書 繼續教育：3小時/年	2，+1	醫學中心	需實作經歷一年
2.Co-60	同1.	1，+1	醫學中心	同1.
3.近接治療機	同1.	1，+1	醫學中心	同1.
4.CT治療機	同1.	2，+1	醫學中心	同1.
5.電腦刀	同1.	2，+1	醫學中心	同1.
6.加馬刀	同1.	2，+1	醫學中心	同1.
7.乳房攝影儀 (非年度/年度)	放射診斷科醫師 醫事放射師 學、公、協會核發證書 繼續教育：3小時/年	1	醫學中心 專業學（協、公）會 合格廠商	年度需實作經歷 (2，2)
8.CT/CT Sim (非年度/年度)	放射診斷科、放射腫瘤科或核子醫學科醫師 醫事放射師 學、公、協會核發證書 繼續教育：3小時/年	1	醫學中心 專業學（協、公）會 合格廠商	年度需實作經歷 (1，1)
9.模擬定位儀	同1.	1	醫學中心	同1.
10.心導管* (非年度/年度)	放射診斷科、神經科或神經外科、心臟科醫師 醫事放射師 學、公、協會核發證書	1	醫學中心 專業學（協、公）會 合格廠商	年度需實作經歷 (--，1)

透視成像



1940s



現代的透視X光系統



Bi-plane Digital Fluoroscopy



Conventional Fluoroscopy



Digital Fluoroscopy

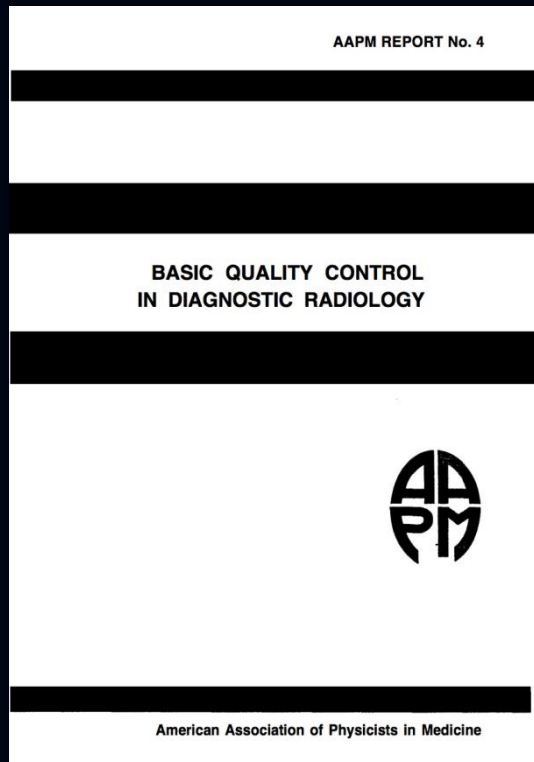


Portable Fluoroscopy

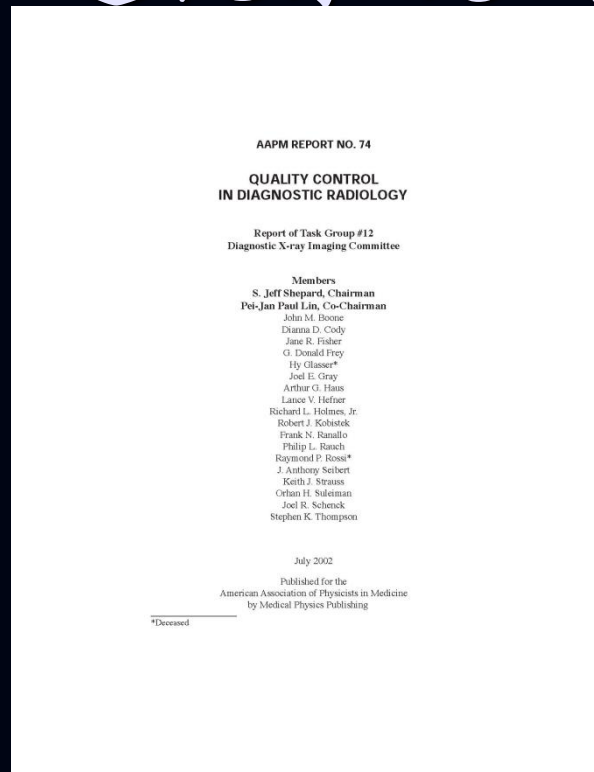
透視系統品保必要知識

- 放射物理學
- 透視系統的輻射安全與防護
- 醫學影像原理與處理
- 透視系統成像原理與設備特性
- 透視系統的臨床應用
- 輻射測量原理與技術
- 統計學
- 文書處理軟體

AAPM透視系統測試報告



1977
AAPM Task Group
Report 4 : Basic
Quality Control in
Diagnostic Radiology
**** RETIRED ****



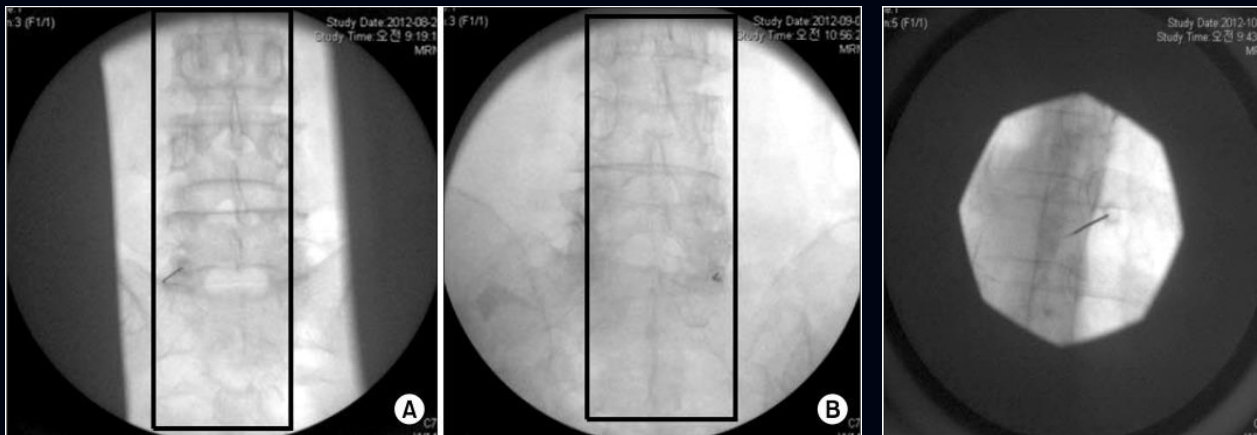
2002
AAPM Task Group
Report 74 : Quality
Control in Diagnostic
Radiology
**** RETIRED ****



2022
AAPM Task Group Report
272: Comprehensive
Acceptance Testing and
Evaluation of Fluoroscopy
Imaging Systems

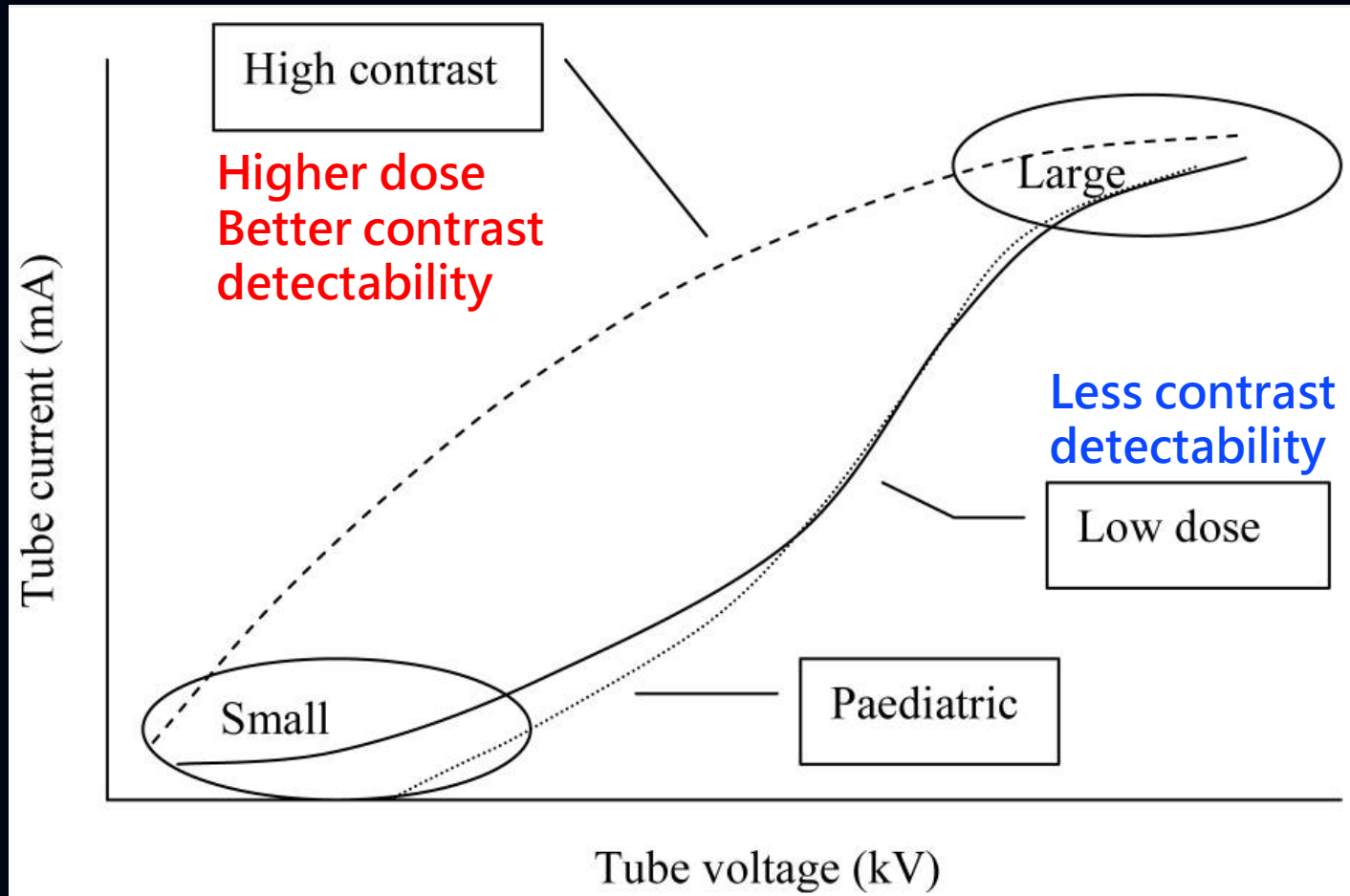
Clinical scenarios

- Thickness increased →
 - SID increased →
 - FOV increased →
 - Shutter used in FOV →
 - Object occupancy in FOV increased →
- ?
- A. Increase mA
 - B. Increase kV
 - C. Decrease mA
 - D. Decrease kV
 - E. Holding kV
 - F. Holding mA

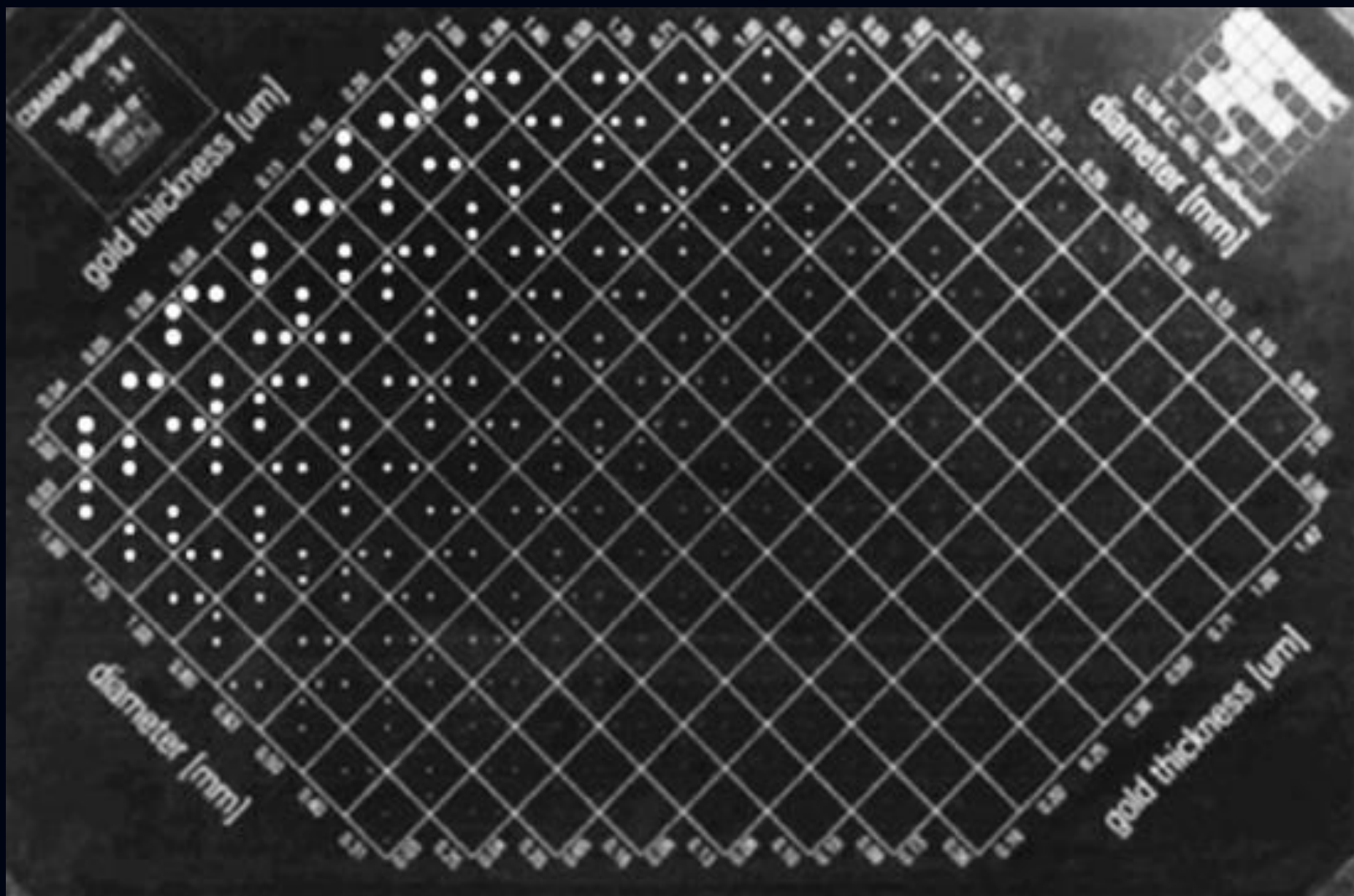


自動亮度控制

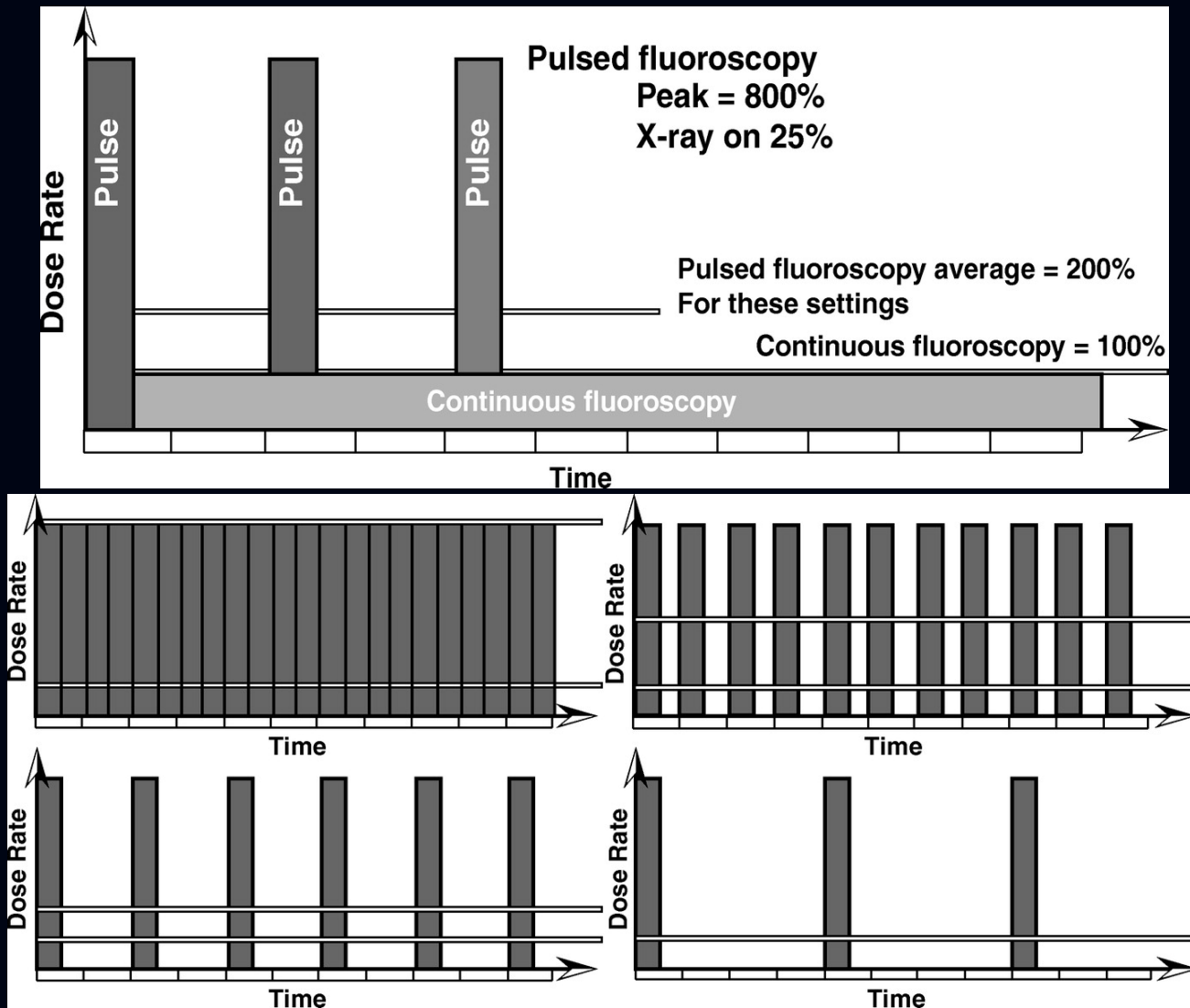
Automatic Brightness Control



CDMAM test phantom



劑量與禎率(frame rate)



Ref : Fluoroscopic Frame Rates: Not Only Dose, **Stephen Balter**, AJR 2014

RF QA – 非年度品保人員資格

一、執行每日及每半年之品保項目之專業人員

(一) 首次執行前須具備之資格

1、應具備以下資格之一：

- (1) 領有放射診斷科專科醫師、神經科或神經外科專科醫師、心臟科醫師證書者。
- (2) 領有醫事放射師證書者。
- (3) 領有中華民國放射線醫學會、中華民國醫事放射學會、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫學物理學會或台灣社區醫院協會所核發之證書者。

2、應參加主管機關、中華民國放射線醫學會、中華民國醫事放射學會、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫學物理學會、台灣社區醫院協會或醫療院所辦理之心導管或血管攝影用X光機醫療曝露品質保證訓練課程二小時以上，訓練內容應包括每日及每半年之品保項目，並留存紀錄備查。➡ 到原能會網站申報加入品保組織

(二) 繼續教育與訓練

每年應接受二小時以上之心導管或血管攝影用X光機醫療曝露品質保證教育訓練，並留存紀錄備查。

RF QA — 年度品保人員資格

二、執行年度品保項目之專業人員 醫療院所不可自行辦理首次訓練課程

(一) 首次執行前須具備之資格

1、應具備以下資格之一：

- (1) 領有放射診斷科專科醫師、神經科或神經外科專科醫師、心臟科醫師證書者。
- (2) 領有醫事放射師證書者。
- (3) 領有中華民國放射線醫學會、中華民國醫事放射學會、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫學物理學會或台灣社區醫院協會所核發之證書者。

2、應參加主管機關、中華民國放射線醫學會、中華民國醫事放射學會、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫學物理學會或台灣社區醫院協會辦理之心導管或血管攝影用X光機醫療曝露年度品質保證實作訓練課程四小時以上，並取得證明。

(二) 繼續教育與訓練

要實地操作

- 1、每年應接受二小時以上之心導管或血管攝影用X光機醫療曝露品質保證教育訓練，並留存紀錄備查。
- 2、每年應獨立完成一次以上之心導管或血管攝影用X光機醫療曝露年度品質保證實作，並留存紀錄備查。

核安會心導管品保項目表

非年度項目

年度項目

項次	校驗項目	頻次	測試模式
一	系統安全評估	每日	
二	自動曝露(率)控制功能確定	每半年	透視+照相
三	準直儀評估	每半年	透視或照相
四	空間(高對比)解析度	每半年	透視
五	低對比偵測度	每半年	透視
六	影像顯示器之評估	每半年	
七	射束品質評估	每年	透視+照相
八	輻射曝露率評估	每年	透視
九	參考點累積空氣克馬確認	每年	透視+照相

▮備註：心導管或血管攝影 X 光機新裝機、更換 X 光管球、維修或更換會影響輻射劑量或影像品質之相關零件後，均應重新執行品保項目 1-9 所有測試。◀

核安會心導管品保項目表

非年度項目 - 每日

項次	校驗項目	頻次	結果或誤差容許值
一	系統安全評估 (System Safety Evaluation)	每日	(一) 造影系統所有組件之機械固定性正常
			(二) 造影系統所有卡榫及制動裝置到位正常
			(三) 輻射曝露控制開關功能正常
			(四) 透視曝露累積五分鐘警示聲響功能正常
			(五) 透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象
			(六) 視聽監視器功能正常
			(七) 輻射警示燈功能正常
			(八) 病患進出大門輻射安全連鎖功能正常

註八：每日品保（第一項（五）除外）應於當日執行臨床放射診療業務前完成（不適用於急診或需 24 小時待機之心導管或血管攝影用 X 光機）。

每日仍須執行品保測試，但不限於執行臨床放射診療業務前

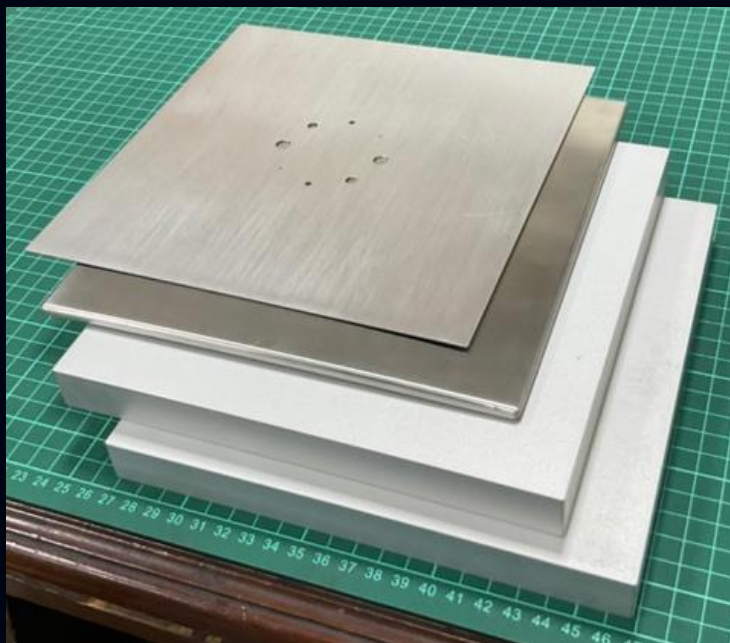
核安會心導管品保項目表

非年度項目 - 每半年

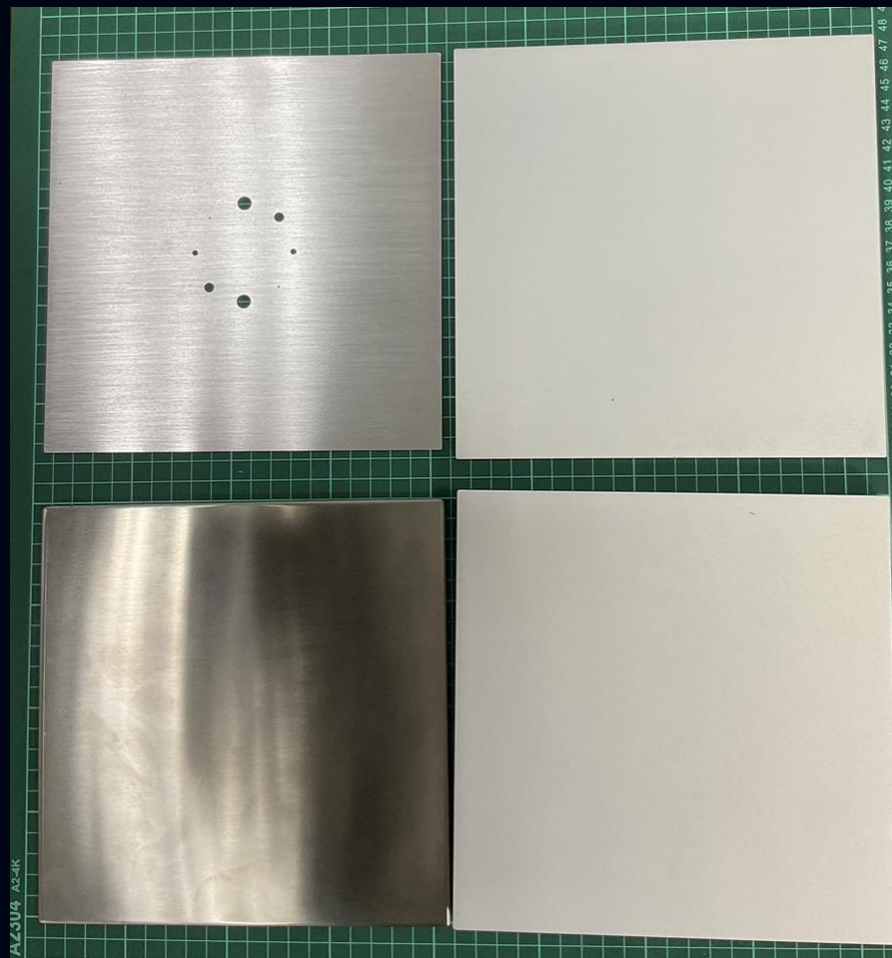
項次	校驗項目	頻次	結果或誤差容許值
二	自動曝露(率)控制功能確定 (Automatic Exposure Control Constancy) 透視+照像	每半年	管電壓峰值、管電流(或管電流時間乘積)變動結果為百分之五以下
三	準直儀評估 (Collimation Evaluation) 透視或照像	每半年	(一) 影像接收裝置可見範圍與輻射照野任一邊緣之差異應為百分之三射源與影像接收裝置距離(SID)以下 (二) 影像接收裝置可見範圍與輻射照野各邊緣之差異總合應為百分之四射源與影像接收裝置距離(SID)以下
四	空間解析度 (Spatial Resolution) 透視	每半年	使用線對假體以四十五度角放置於影像接收器中央，以標準六英吋視野(FOV)測量可清楚分辨每毫米二線對以上
五	對比度測試 (Low Contrast Performance) 透視	每半年	標準六英吋視野(FOV)測量可清楚分辨直徑三毫米以下測試物
六	影像顯示器評估 (Image Display Monitors Evaluation)	每半年	(一) 符合SMPTE或AAPM TG18-QC圖像測試合格標準 (二) 最大亮度應為每平方公尺一百燭光以上，且最大亮度與最小亮度之比值應為一百以上

測試工具

模擬組織衰減工具

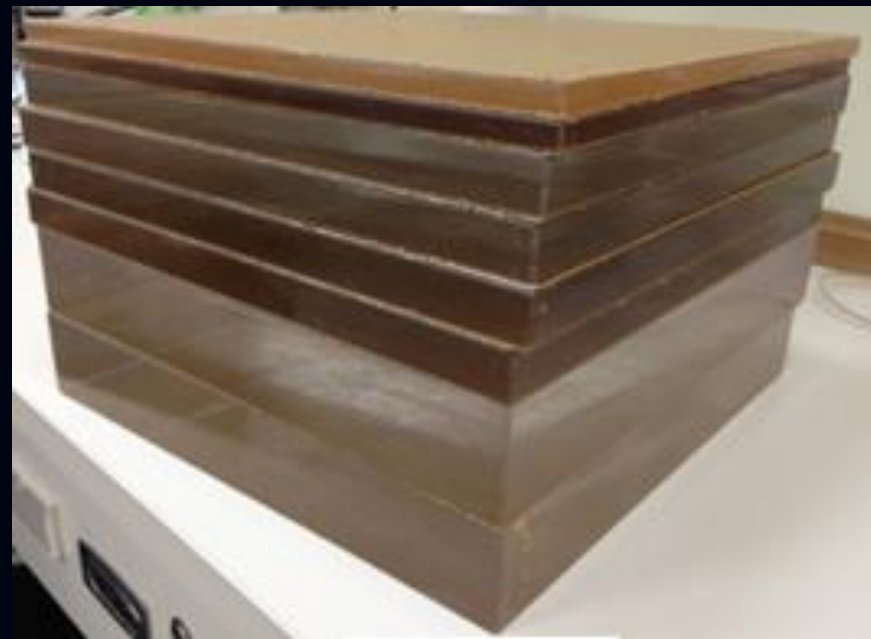
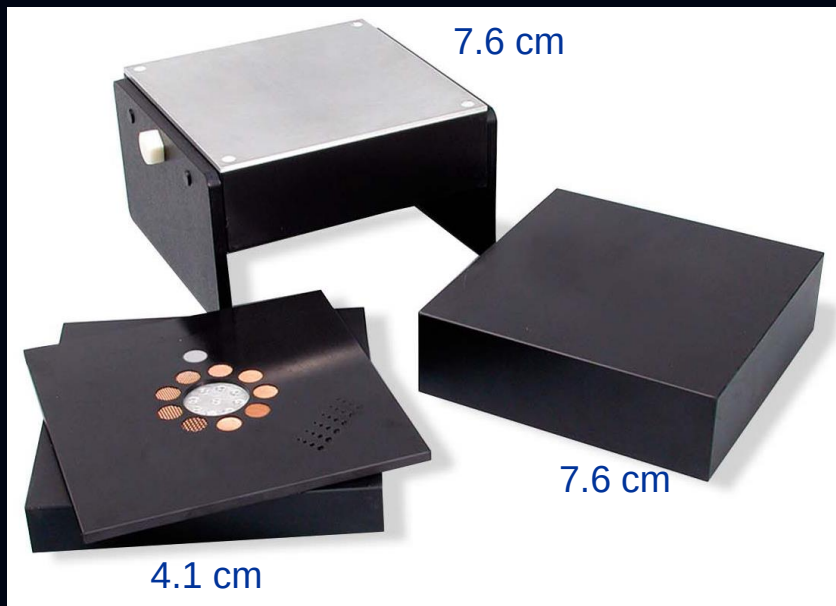


Standard adult abdomen :
19 mm Aluminum block x 2
0.5 mm Copper plate



測試工具

模擬組織衰減工具



Standard adult abdomen :
250 mm Acrylic block

測試工具

輻射範圍標記工具



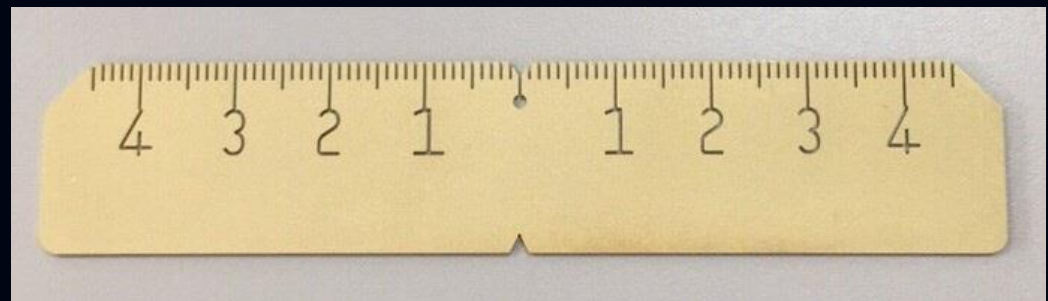
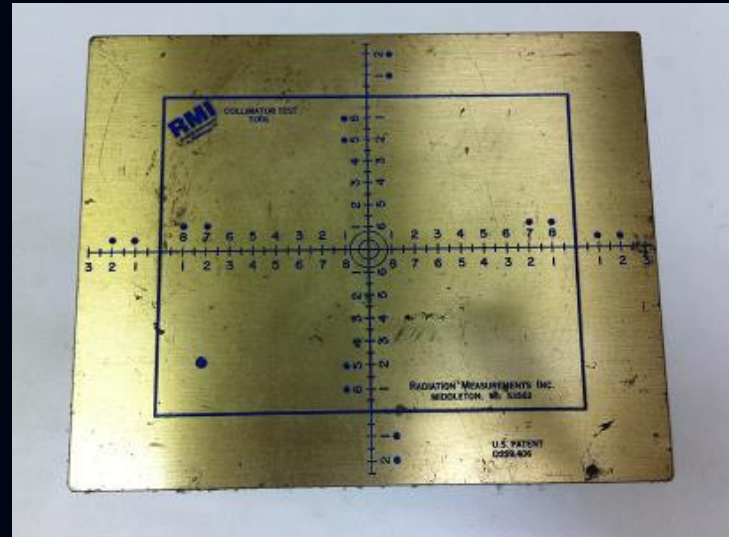
輻射範圍標示工具

輻射範圍標記工具



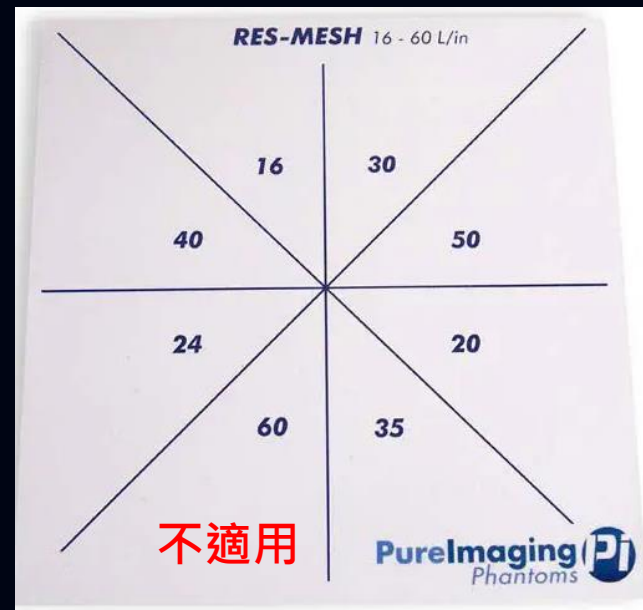
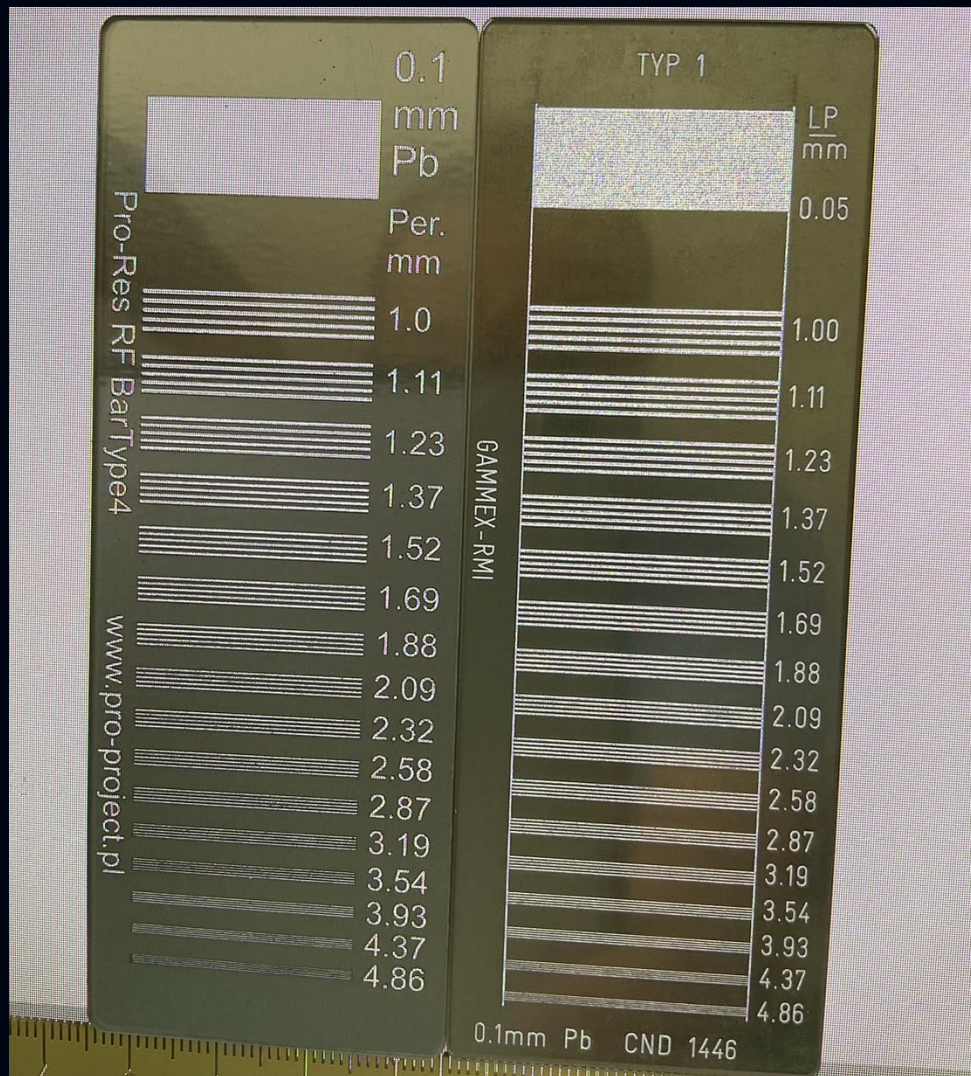
測試工具

影像範圍標記工具



測試工具

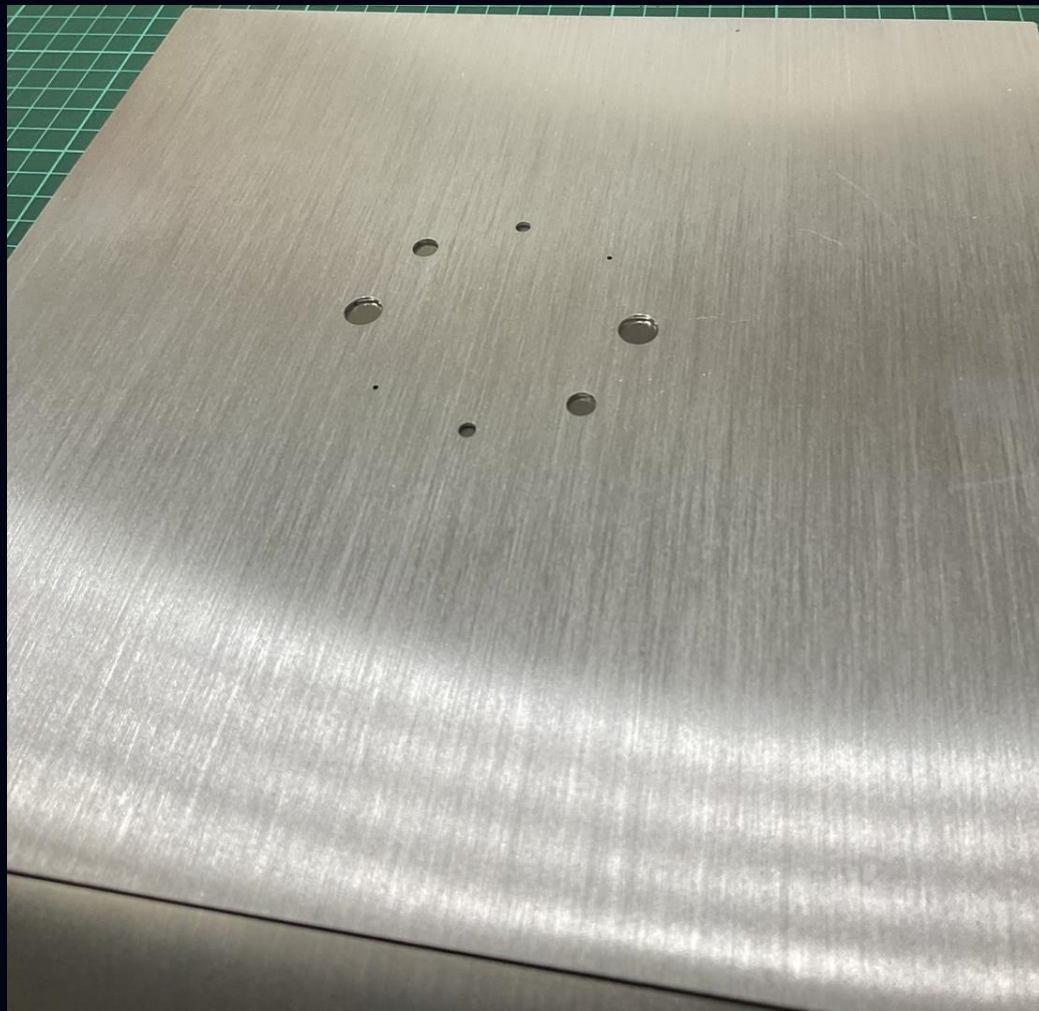
解析度測試工具



測試工具

對比度測試工具

Low contrast detectability test :
1 mm Aluminum plate with holes
(1, 3, 5, 7 mm in diameter)
between 2 x 19 mm Aluminum blocks



測試工具

亮度測試工具



一、系統安全評估

System Safety Evaluation

[每日]

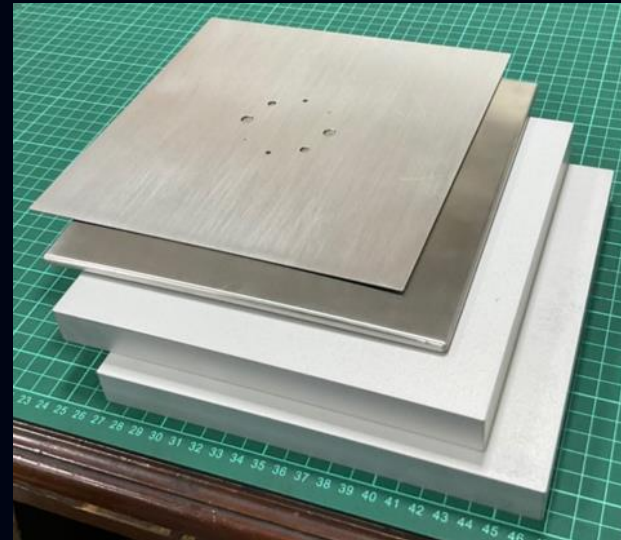
■ 測試目的

- 確保設備所有裝置與組件之機械系統正確運作，輻射安全相關設備之功能正常。（含確認設備安全系統、輻射安全系統、警示系統、視聽監測器系統）

■ 測試工具



金屬墊圈



一、系統安全評估

System Safety Evaluation

操作程序：

1. 檢查整個造影設備機械系統穩定性，檢查床上方影像偵檢系統或 X 光組件固定良好無鬆脫現象。
2. 對所有卡榫及制動裝置進行測試，確保到位後不再移動。
3. 確認輻射曝露控制腳踏板及其它開關按鍵功能正常。對於透視曝露控制，在鬆放腳踏板或開關按鍵時，應立即停止輻射。
4. 確認透視曝露時間累積至 5 分鐘時，系統會發出警示聲響、且聲響會連續發出至重設為止。(可於非空機狀態執行本項測試) [執行臨床診療工作時一起做]
5. 測試檢查室與控制室揚聲器雙向通話功能是否正常。
6. 測試所有輻射警示燈及病患進出大門輻射安全連鎖功能正常。
7. 測試影像是否有一般性假影或影像延遲現象。

一、系統安全評估

■ 五、透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象

■ Image Intensifier related artifacts :

■ Veiling Glare

- Degrades object contrast at output phosphor

■ Vignetting

- Fall-off in brightness at periphery

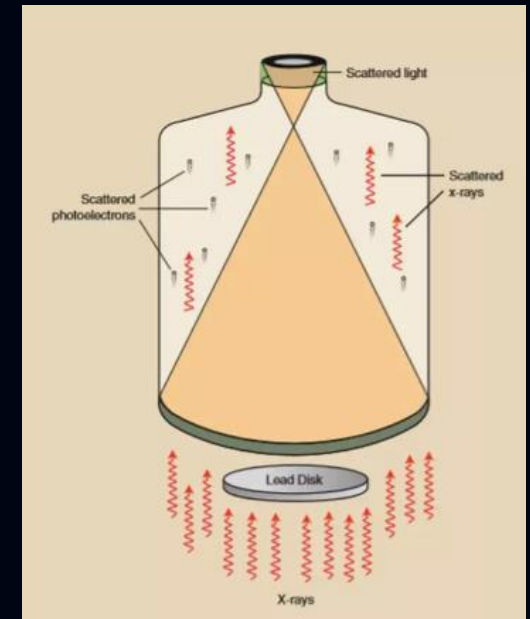
■ Blooming

- Diffuse image, larger than original

■ Pincushion Distortion

- Geometric nonlinear magnification

■ S Distortion



透視系統常見假影

Vignetting

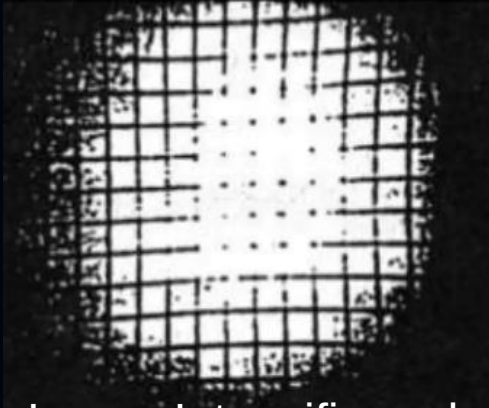


Image Intensifier only

S distortion

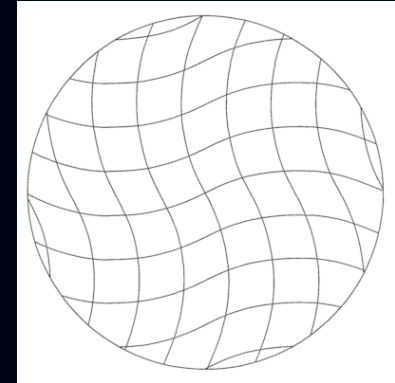


Image Intensifier only

Pincushion distortion

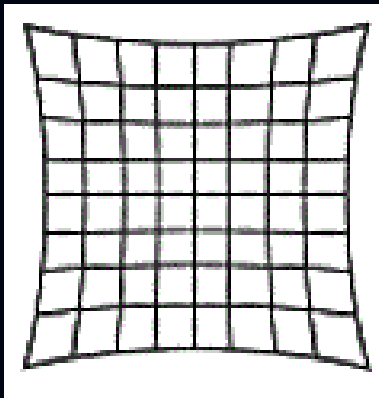


Image Intensifier only

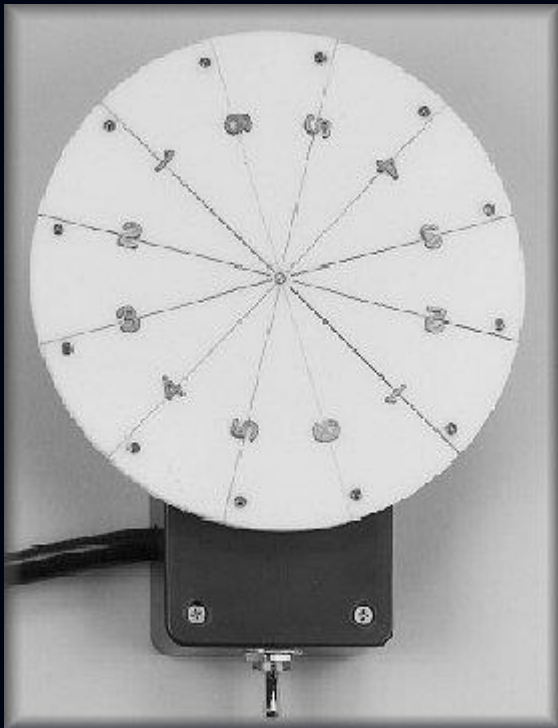
Bad Pixel Artifact



Flat Panel only

一、系統安全評估

■ 五、透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象



WHEEL STATIONARY



WHEEL ROTATIONG



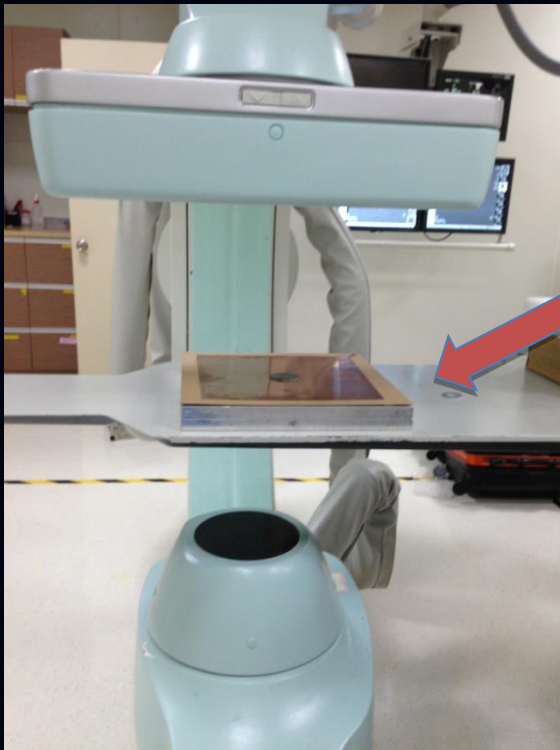
一、系統安全評估

■ 五、透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象

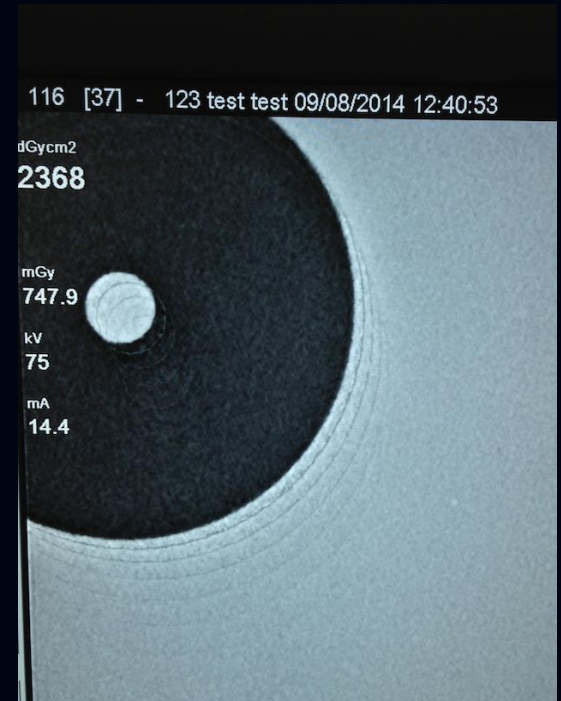


一、系統安全評估

■ 五、透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象



金屬墊圈



一、系統安全評估

System Safety Evaluation

判定準則

1. 造影系統所有組件之機械固定性正常。
2. 造影系統所有卡榫及制動裝置到位正常。
3. 輻射曝露控制開關功能正常。
4. 透視曝露累積五分鐘警示聲響功能正常。
5. 透視影像無明顯一般性假影及影像延遲現象。
6. 視聽監視器功能正常。
7. 輻射警示燈功能正常。
8. 病患進出大門輻射安全連鎖功能正常。

心導管或血管攝影用 X 光機品質保證作業紀錄表_品保項目：系統安全性評估

設備廠牌： 型號： 造影系統： ☐單管球 ☐雙管球 檢查日期： 年 月

判定結果： ☐合格 **V** ☐不合格 **X** 覆核人員簽章：_____

日期 測試項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
透視攝影系統機械零件穩定，檢查床、影像偵檢系統或 X 光組件固定良好無鬆脫情況	V														
透視攝影系統所有卡桿及制動裝置到定位後不再移動	V														
輻射曝露控制腳踏板及其它曝露輸出開關功能正常，透視曝露控制應於放開時應隨即停止輻射輸出。	V														
透視曝露累積 5 分鐘時，設備會持續發出警示聲響至重設為止	V														
檢查室與控制室雙向指示病人揚聲器功能正常	V														
所有輻射安全警示燈功能正常	V														
透視影像無一般性假影或影像延遲現象	V														
品保檢查人員簽章															

備註：

二、自動曝露(率)控制功能確定

Automatic Exposure Control Constancy [每半年]

■ 測試目的

- 確保自動曝露（率）控制系統功能正常；透視相同厚度假體時，由自動曝露率控制系統所選擇的管電壓、管電流、脈衝寬度應維持相同。

■ 測試儀器

- 不同材質或不同厚度以產生臨床常見透視或曝露條件之衰減物或假體。

【如適當數量之19 mm鋁片、0.5 mm銅片、2.0 mm銅片或3.0 mm鉛片組合】

■ 需執行透視及照相模式



二、自動曝露(率)控制功能確定

Automatic Exposure Control Constancy

操作程序：

1. 使用可產生臨床常用曝露條件之假體或衰減物，將其置於檢查床與透視照野中央進行測試。
2. 設定臨床常用之條件重覆曝露 4 次，首次曝露目的為確認設備可順利偵測攝影條件，故所得第 1 次測試數值不列入紀錄；其後 3 次測試值應記錄螢幕顯示之管電壓、管電流、時間及管電流時間乘積（無者免記）。
3. 透視與照相模式各選取兩組至少相差 20kVp 之曝露條件進行測試。

本項測試目的在評估測試當時的系統穩定性

- ◆ 需執行透視及照相模式
- ◆ 至少要有兩種不同厚度的衰減物
- ◆ 兩種厚度使用的管電壓要差20kV以上

二、自動曝露(率)控制功能確定

正管球測試法



[正管球]

1. 將模擬成人腹部之假體水平放置於檢查床上。
2. 設定射源與影像接收裝置距離(SID)為臨床上最常用的距離，一般為100至110公分。
3. 調整檢查床的高度，使假體(厚度)中央距離影像接收裝置為30公分。
4. 選擇臨床上最常用的透視模式，例如Cardiac、Angiography等。
5. 啟動透視模式，並移動檢查床使假體中心與照野中心對齊。
6. 適當縮小或放大照野尺寸，使假體剛好可以完全覆蓋整個照野範圍。
7. 啟動透視模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流數值。
8. 啟動照相模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流(或管電流時間乘積)數值。
9. 重複步驟7-8兩次。
10. 增加假體厚度，使透視時的管電壓超過步驟7的管電壓20kV以上。
11. 重複步驟7-8三次。
12. 計算透視模式與照相模式下3次管電壓與管電流的平均值(m)與標準差(SD)，記錄在表格中。
13. 依照下列公式計算其變動，並記錄在表格中。

$$\text{變動} = \frac{SD}{m} \times 100\%$$

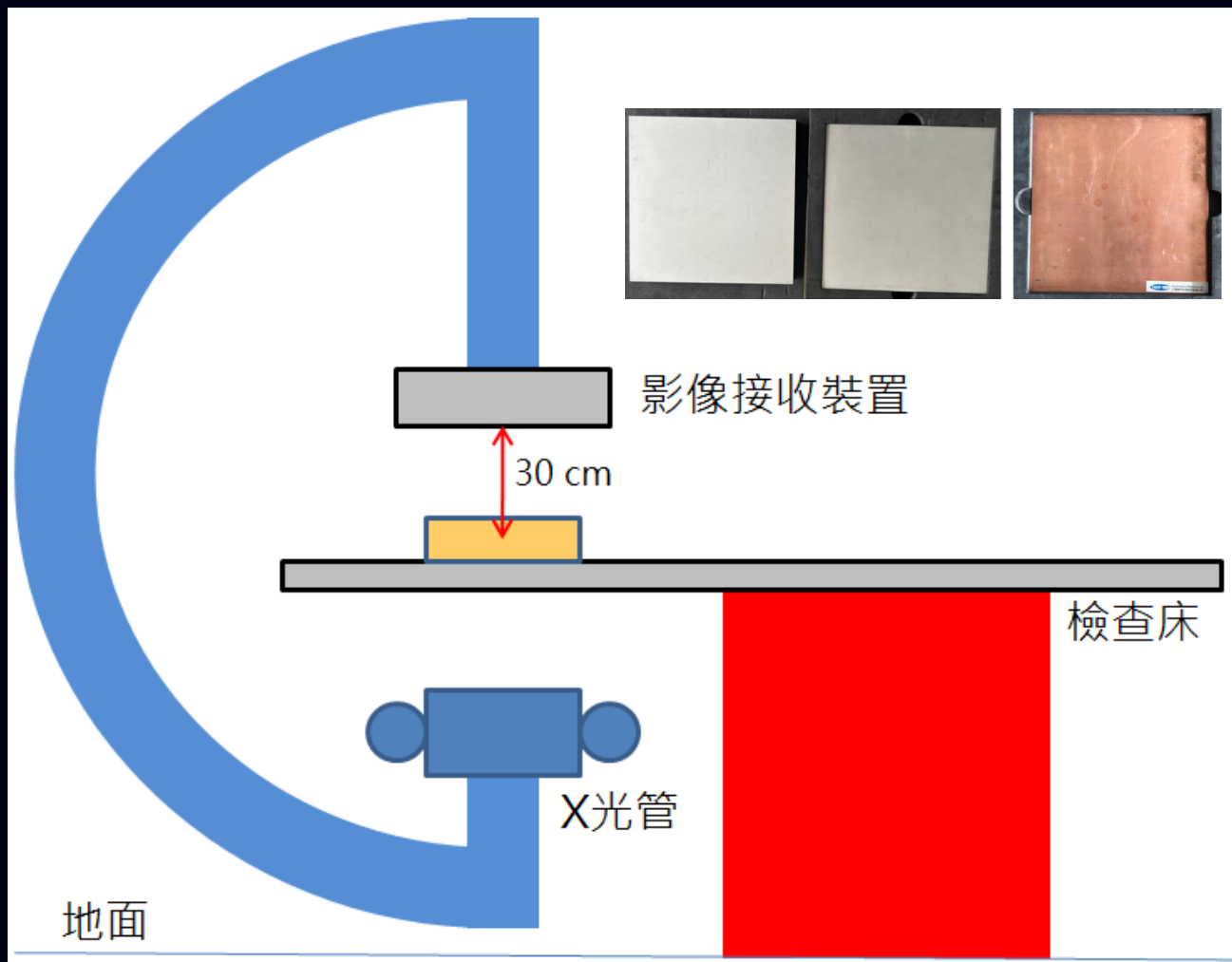
SID = source-imager distance

SSD = source-surface of object distance

FOV = field of view

二、自動曝露(率)控制功能確定

正管球測試法

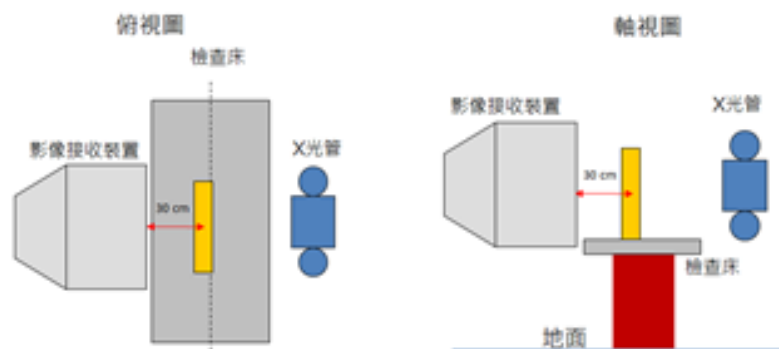


二、自動曝露(率)控制功能確定

側管球測試法

[側管球]

14. 將模擬成人腹部之假體垂直放置於檢查床上。
15. 設定射源與影像接收裝置距離(SID)為臨床上最常用的距離，一般為100至110公分。
16. 將影像接收裝置盡可能靠近檢查床。
17. 調整假體的位置，使假體(厚度)中央距離影像接收裝置為30公分(如下圖)。

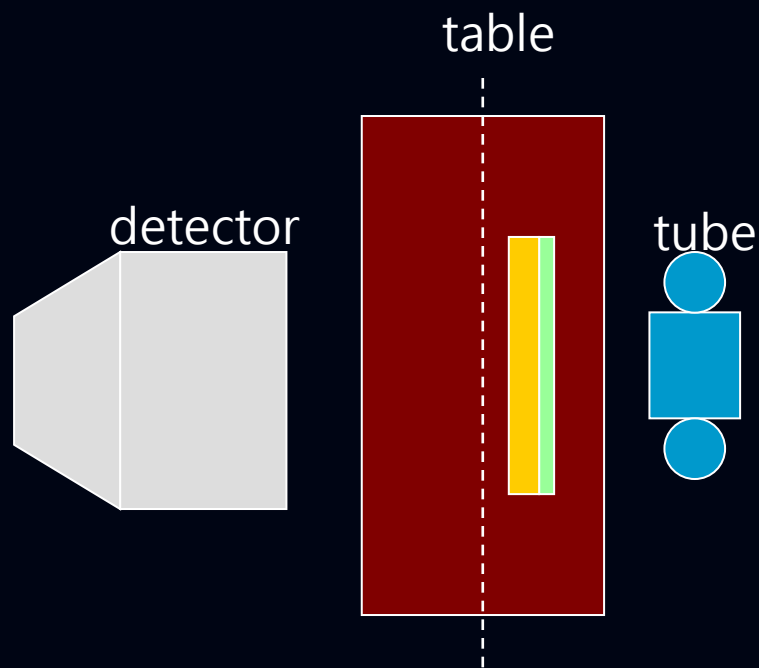


18. 啟動透視模式，並移動檢查床的位置及高度，使假體中心與照野中心對齊。
19. 適當縮小或放大照野尺寸，使假體剛好可以完全覆蓋整個照野範圍。
20. 啟動透視模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流數值。
21. 啟動照相模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流(或管電流時間乘積)數值。
22. 重複步驟20-21兩次。
23. 增加假體厚度，使透視時的管電壓超過步驟18的管電壓20kV以上。
24. 重複步驟20-21三次。
25. 計算透視模式與照相模式下3次管電壓與管電流的平均值(m)與標準差(SD)，記錄在表格中。
26. 依照步驟13計算其變動，並記錄在表格中。

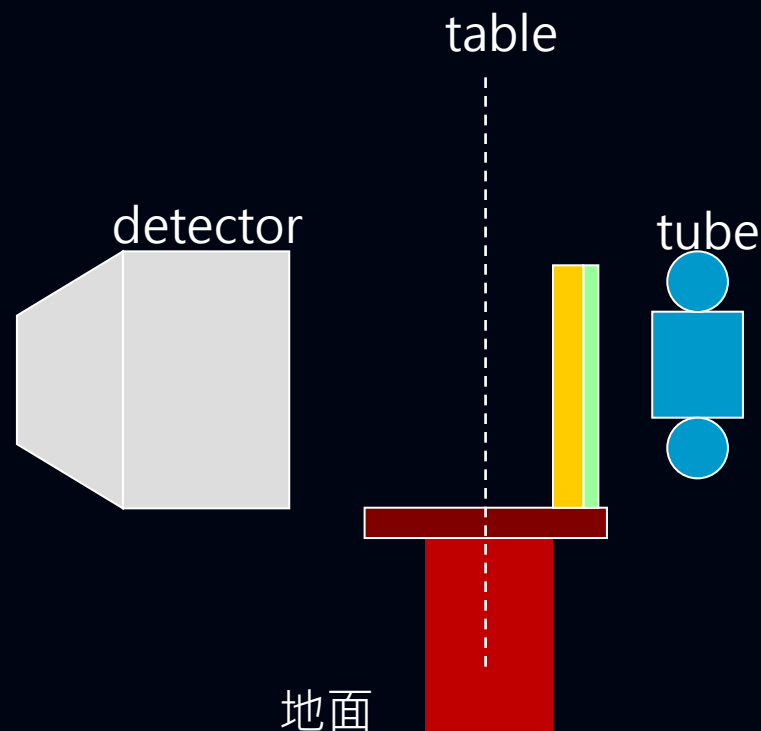
二、自動曝露(率)控制功能確定

側管球測試法

俯視圖



軸視圖



需執行透視及照相模式
不要轉到A-P方向!!!

二、自動曝露(率)控制功能確定

判定準則

1. 管電壓峰值變動少於 5%。
2. 管電流或管電流時間乘積變動少於 5%。

[變動] = 變異係數 (CV, covariance)

$$CV = \frac{\text{標準差}}{\text{平均值}} = \frac{SD}{mean}$$

SD = standard deviation

透視模式

正管球

側管球

心導管或血管攝影用 X 光機品質保證作業紀錄表

半年度品保項目：

2. 自動曝露（率）控制功能確定

本項判定結果：☐合格 ☐不合格

透視模式	正管球		
	第 1 組管電壓測試		
	衰減物組合（或假體）	鋁塊、銅片、鉛片	
	FOV (inch 或 cm)	6 inches	
	畫面更新率 (fps)	30 fps	
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次	87	5.4
	第 2 次	87	5.5
	第 3 次	87	5.4
	平均值 (mean)	87	5.43
	標準差 (SD)	0	0.058
	變異係數 (CV) CV = SD/mean	0%	1.1%
	第 2 組管電壓測試		
	衰減物組合（或假體）	鋁塊、銅片	
	FOV (inch 或 cm)	6 inches	
	畫面更新率 (fps)	30 fps	
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次	65	5.4
	第 2 次	65	5.5
	第 3 次	65	5.4
	平均值 (mean)	65	5.43
	標準差 (SD)	0	0.058
	變異係數 (CV) CV = SD/mean	0%	1.1%

透視模式	側管球 ☐ 無側管球		
	第 1 組管電壓測試		
	衰減物組合（或假體）		
	FOV (inch 或 cm)		
	畫面更新率 (fps)		
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次		
	第 2 次		
	第 3 次		
	平均值 (mean)		
	標準差 (SD)		
	變異係數 (CV) CV = SD/mean		
	第 2 組管電壓測試		
	衰減物組合（或假體）		
	FOV (inch 或 cm)		
	畫面更新率 (fps)		
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次		
	第 2 次		
	第 3 次		
	平均值 (mean)		
	標準差 (SD)		
	變異係數 (CV) CV = SD/mean		
	備註		

※第一組管電壓與第二組管電壓相差 20 kV以上

照相模式

正管球

照相模式	正管球		
	第 1 組管電壓測試		
	衰減物組合 (或假體)		
	FOV (inch 或 cm)		
	畫面更新率 (fps)	15	
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次		
	第 2 次		
	第 3 次		
	平均值 (mean)		
	標準差 (SD)		
	變異係數 (CV) CV = SD/mean		
	第 2 組管電壓測試		
	衰減物組合 (或假體)		
	FOV (inch 或 cm)		
	畫面更新率 (fps)		
	測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
	第 1 次		
	第 2 次		
	第 3 次		
	平均值 (mean)		
	標準差 (SD)		
	變異係數 (CV) CV = SD/mean		

側管球

側管球 □ 無側管球		
第 1 組管電壓測試		
衰減物組合 (或假體)		
FOV (inch 或 cm)		
畫面更新率 (fps)		
測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
第 1 次		
第 2 次		
第 3 次		
平均值 (mean)		
標準差 (SD)		
變異係數 (CV) CV = SD/mean		
第 2 組管電壓測試		
衰減物組合 (或假體)		
FOV (inch 或 cm)		
畫面更新率 (fps)		
測量次數	管電壓值 (kV)	管電流 (mA) 管電流時間乘積 (mAs)
第 1 次		
第 2 次		
第 3 次		
平均值 (mean)		
標準差 (SD)		
變異係數 (CV) CV = SD/mean		
備註		

三、準直儀評估

Collimation Evaluation

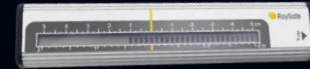
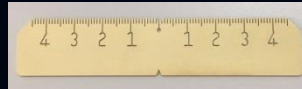
[每半年]

■ 測試目的

- 確保輻射照野與影像接收裝置可見範圍一致性。

■ 測試儀器

1. 可顯現輻射照野功能之設備，如：自顯像底片（Gafchromic Film）、數位影像板。[輻射範圍標示工具]
2. 鉛尺或可於X光影像中顯示距離位置之工具，如：鉛測量板。[邊界標記工具]
3. 適當厚度之衰減物以縮短自顯像底片曝露時間，如：0.5mm銅片4片或19 mm鋁板。



■ 以透視或照相模式擇一執行

修正係數

A : focal spot of x-ray tube

Example 1 :

SID = [A-F] = 100cm

SED = [A-G] = 20cm

$$[A-G] : [A-F] = [D-E] : [B-C]$$

$$20 : 100 = [D-E] : [B-C]$$

$$[B-C] = [D-E] \times 5$$

修正係數=5

Example 2 :

SID = [A-F] = 100cm

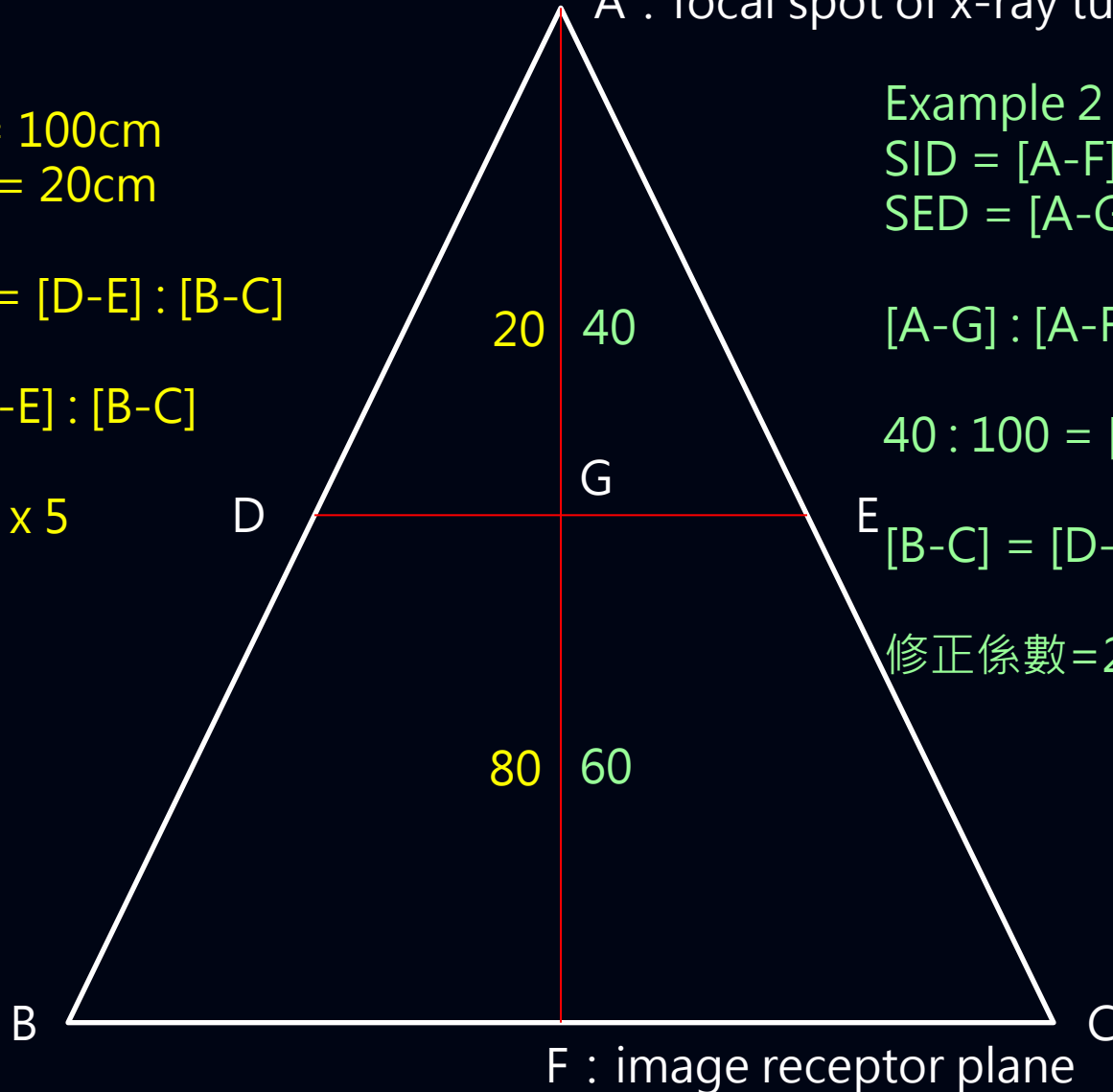
SED = [A-G] = 40cm

$$[A-G] : [A-F] = [D-E] : [B-C]$$

$$40 : 100 = [D-E] : [B-C]$$

$$[B-C] = [D-E] \times 2.5$$

修正係數=2.5

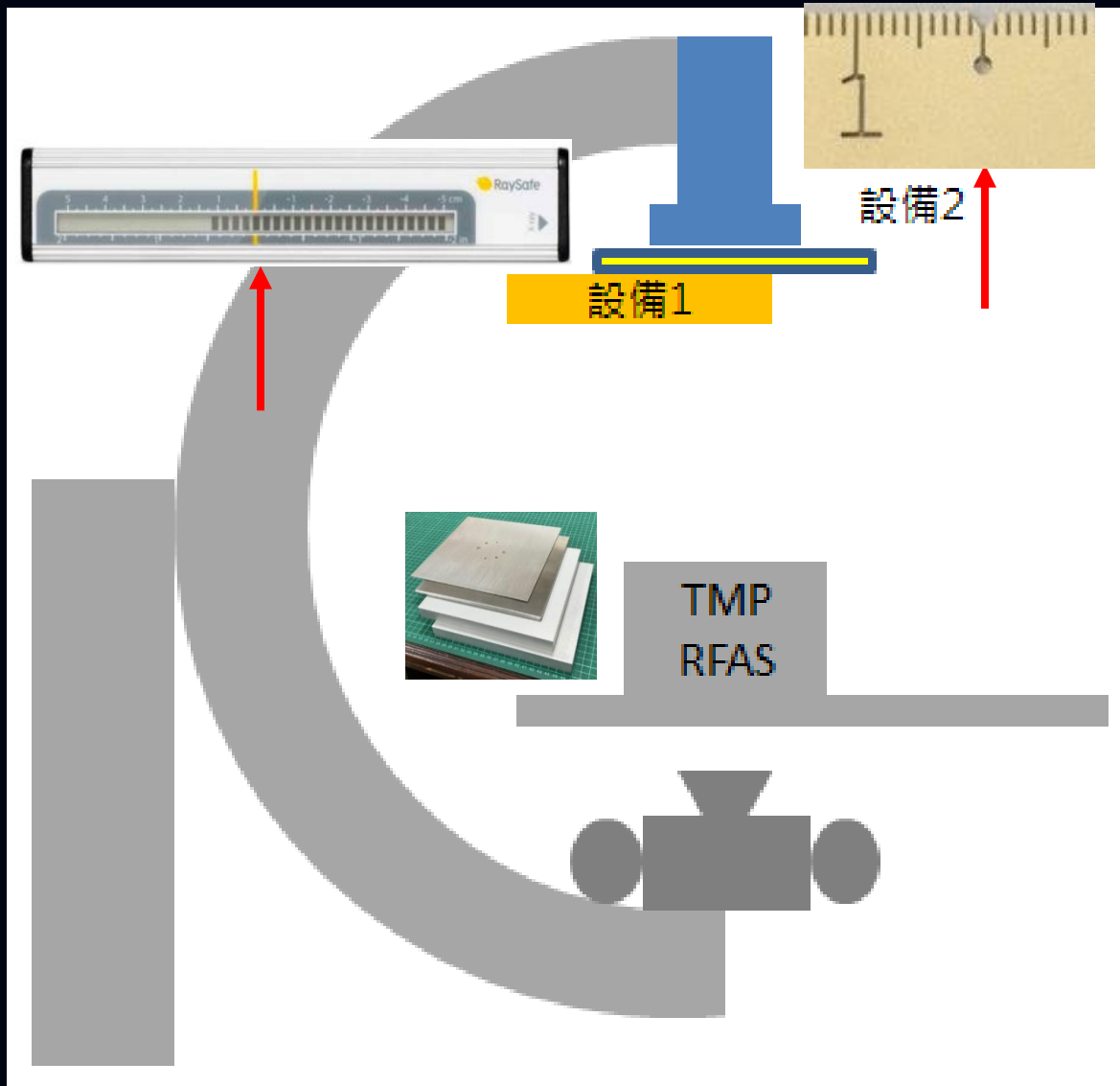


三、準直儀評估

操作程序：

1. 將上述測試設備 1 置於照野中並超出射束邊緣，即射束邊緣可顯示於該設備上，記錄該設備至焦斑距離。 [設備1：輻射範圍標示工具]
2. 將上述測試設備 2 緊貼於測試設備 1 表面，面向 X 光管方向，確認其可跨越照野邊緣及影像接收裝置可見範圍的邊緣。[設備2：邊界標記工具]
3. 將準直儀全開啟（最大 FOV），診療床盡量降低貼近 X 光管，給予適當曝露，使設備 2 之影像完整呈現於設備 1 及影像接收裝置。
4. 計算設備 2 之影像於設備 1 所顯示之輻射照野邊緣與影像接收裝置所顯示可見邊緣之差異。
5. 將該差異以 X 光管至影像接收裝置距離（SID）與設備 1 至焦斑距離比例，校正放大因子到影像接收裝置平面。
6. 透視或單張照相模式擇一測試。（建議使用單張照相模式測試）
7. 計算輻射照野與影像接收裝置頭腳與左右手方向之差異。

方法1



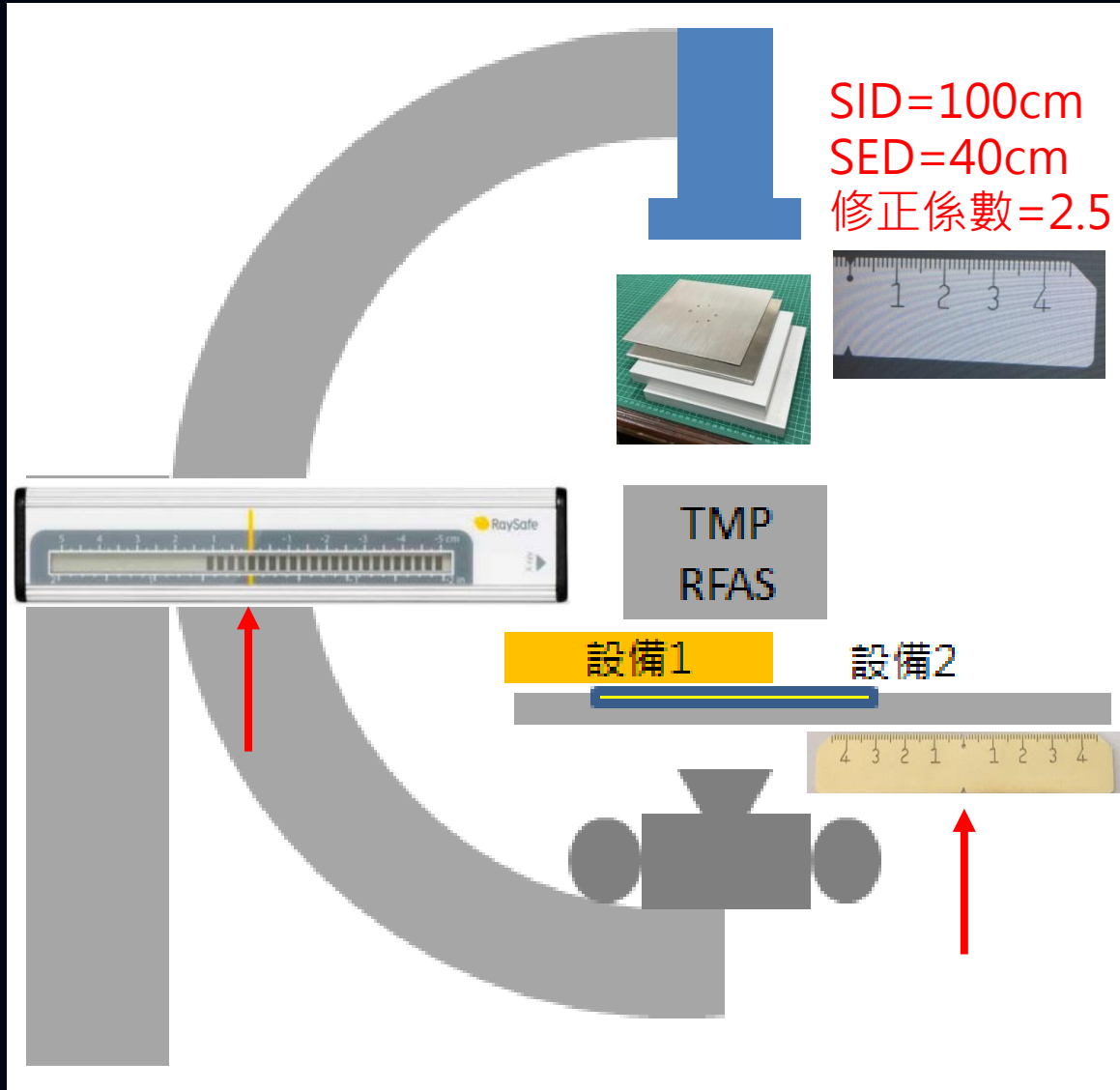
範例：

1. [1]輻射尺(DXR+)中央對準[2]銅尺 0 cm處
2. 將[設備1+設備2]放置在影像接收器表面，前述對準位置與影像接收器邊緣對齊
3. 輻射尺顯示+1.27cm



4. 影像中銅尺可見到+1.0cm→輻射範圍與影像接收裝置差異為
 $1.27 - 1.0 = 0.27\text{cm}$
誤差 $=0.27/100=0.27\%$

方法2



範例：

1. [1]輻射尺(DXR+)中央對準[2]銅尺 0 cm處
2. 將[設備1+設備2]放置在檢查床上適當位置處
3. 輻射尺顯示+1.27cm

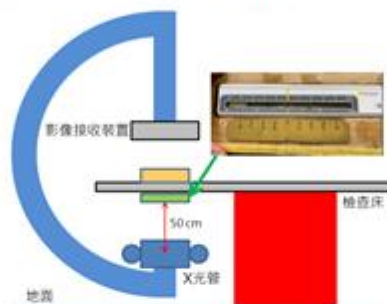


4. 影像中銅尺可見到 0.4cm→[修正前]影像接收裝置與輻射範圍差異為 $1.27 - 0.4 = 0.87\text{cm}$
5. [修正後]輻射範圍與影像接收裝置差異為 $0.87 \times 2.5 = 2.175\text{cm}$
6. 誤差 $2.125/100 = 2.175\%$

三、準直儀評估

[正管球]

1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將準直儀設定為最大照射範圍。
3. 將輻射範圍尺與銅尺中央固定在一起，然後置於檢查床下方並朝向X光管(如下圖)。輻射範圍尺上黑色三角箭號朝向照野中心，另一端朝向受檢者頭部的方向。



4. 測量輻射範圍尺與X光管球焦點的距離d(本範例中為50 cm)，計算測試使用放大率及轉換因子(本範例中為2.0及0.02)，並記錄在表格中。

$$\text{放大率} = \frac{SID}{d}$$

$$\text{轉換因子} = \frac{\text{放大率}}{SID} = \frac{1}{d}$$

5. 啟動透視模式，持續大約5-10秒。
6. 檢視影像與輻射範圍尺上所顯示的範圍(如下圖)，計算其差異(%)並將所有數值記錄在表格中。
差異% = (影像上顯示的邊界 - 輻射範圍尺顯示之輻射範圍) x 轉換因子

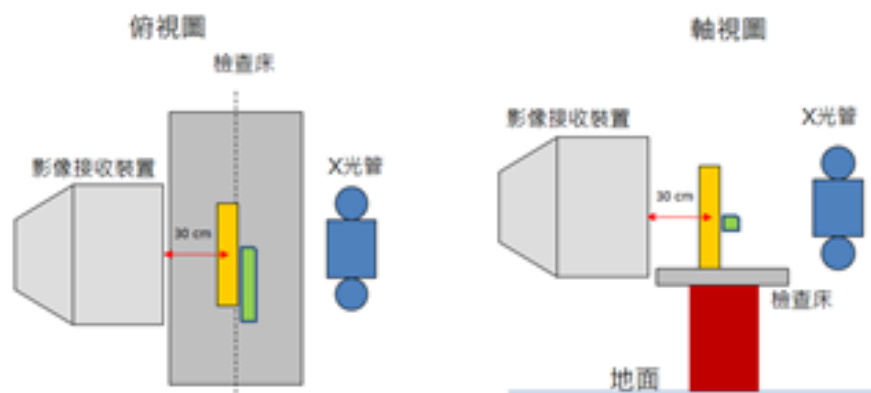


7. 旋轉輻射範圍尺與銅尺的方向，重複步驟3-6依次測試腳部、左手及右手方向上的差異。

三、準直儀評估

[側管球]

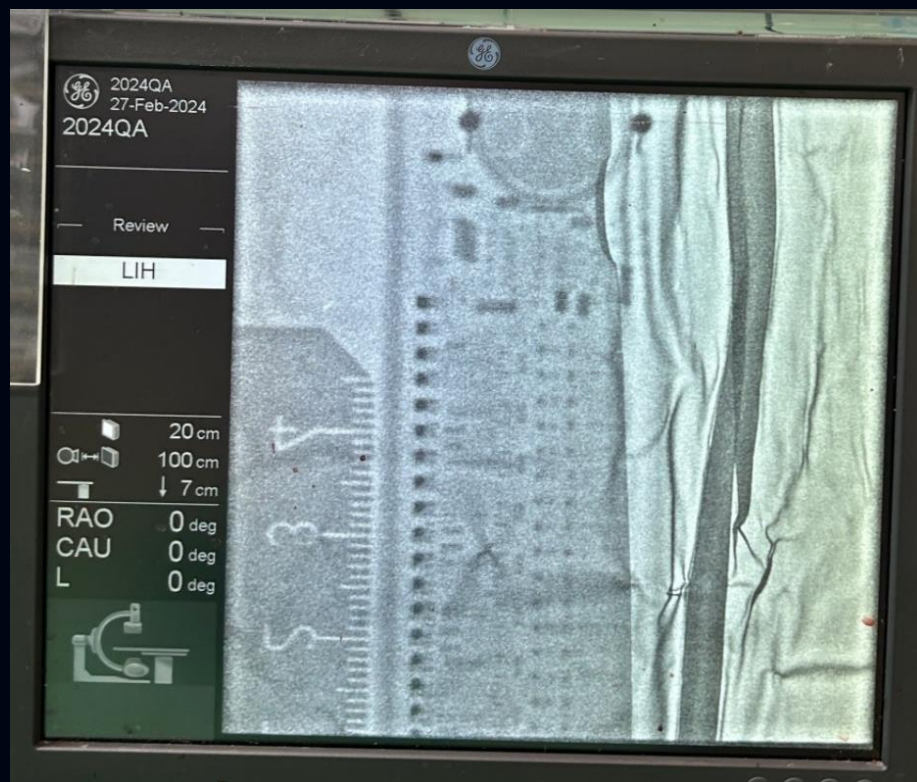
1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將準直儀設定為最大照射範圍。
3. 將輻射範圍尺與銅尺中央固定在一起，然後置於衰減物表面並朝向X光管(如下圖)。輻射範圍尺上黑色三角箭號朝向照野中心，另一端朝向受檢者頭部的方向。



4. 測量輻射範圍尺與X光管球焦斑的距離，依步驟4所列之公式計算測試使用放大率及轉換因子，並記錄在表格中。
5. 啟動透視模式，持續大約5-10秒。
6. 檢視影像與輻射範圍尺上所顯示的範圍，計算其差異(%)並將所有數值記錄在表格中。
7. 旋轉輻射範圍尺與銅尺的方向，重複步驟10-13依次測試腳部、左手(上方)及右手(下方)方向上的差異。

輻射照野與影像接收裝置的差異

輻射照野：+0.95 cm



影像接收裝置：+0.1 cm

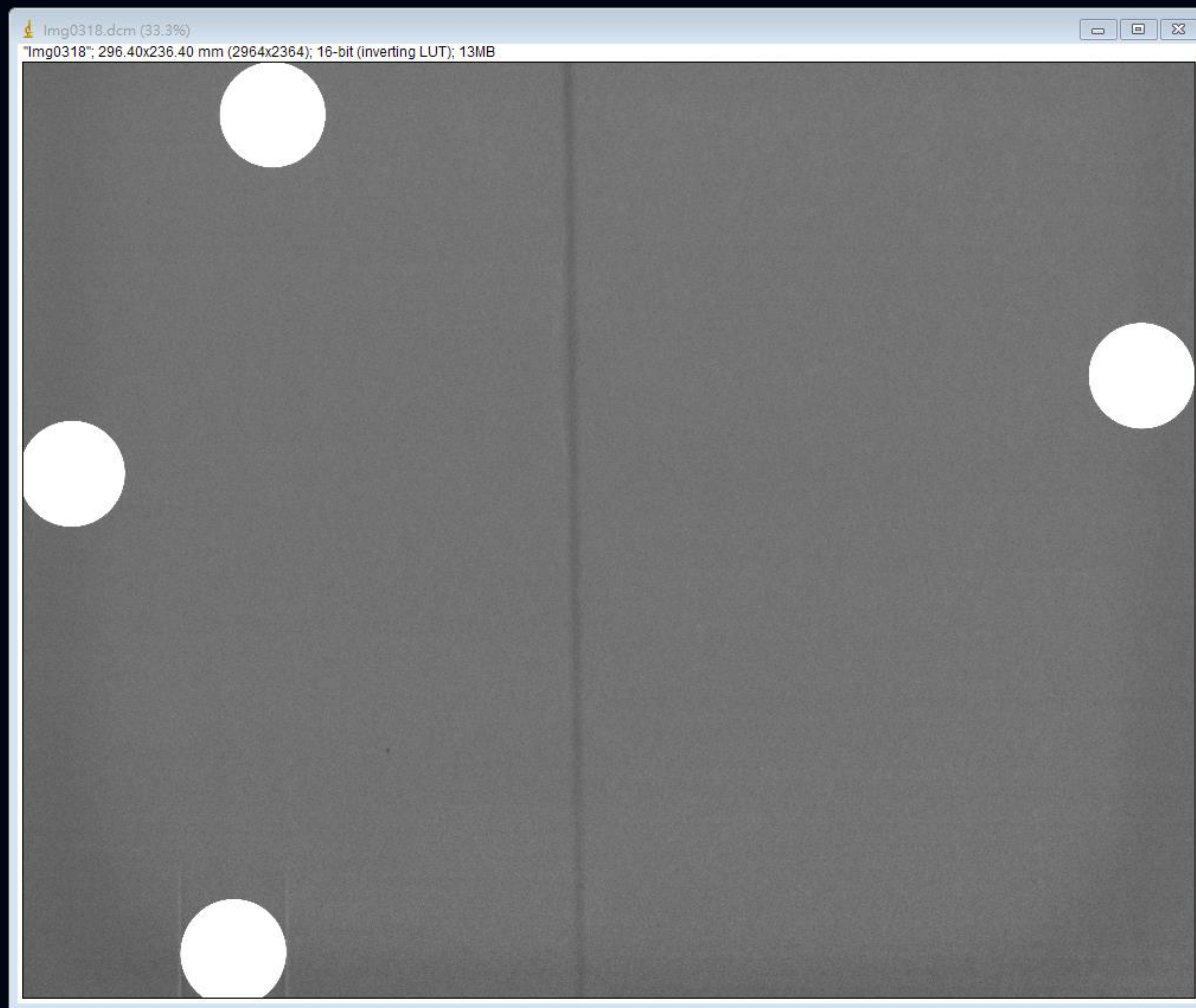


SID=100 cm
FRD=50 cm
(focus-ruler distance)
放大率=2
轉換因子=0.02

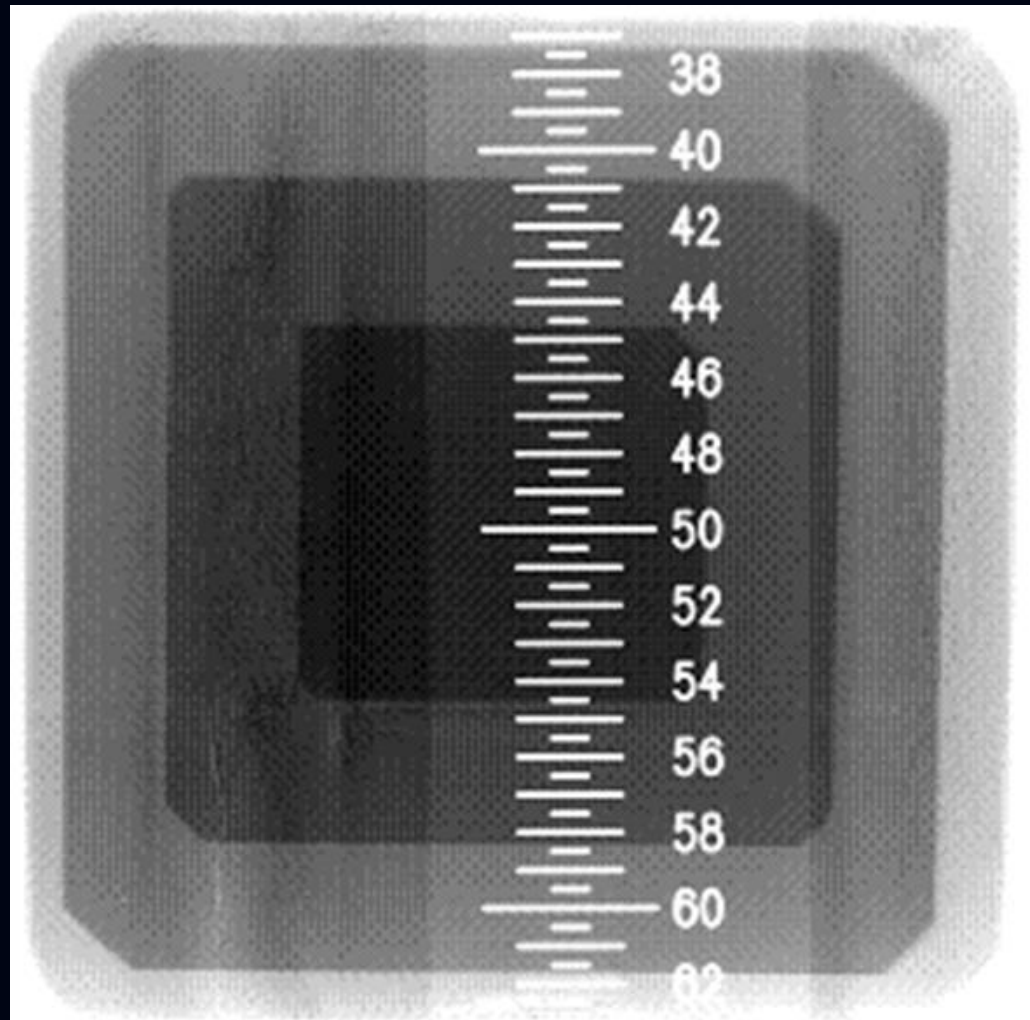
輻射照野 - 影像接收裝置=0.05 mm
偏差百分比=0.05 x 0.02 = 0.1%

光照野與影像接收裝置差異

使用硬幣



輻射曝露範圍



正管球			
攝影模式	☐ 透視模式 ☐ 照相模式		
輻射照野偵測設備	例：自顯像底片 - 數位影像板 Unfors DXR+		
影像中位置顯示工具	銅尺		
SID (cm)	100		
輻射照野偵測設備至焦斑距離 (cm)	20		
測試使用放大率	5		
轉換因子 (放大率/SID)	0.05		
FOV (inch 或 cm)	6 inches		
測量結果	影像接收器顯示	輻射照野顯示	差異
病患頭方向 (cm)	+1.25	+1.50	1.25 %
病患腳方向 (cm)	+1.25	+1.25	0 %
病患左手方向 (cm)	+1.00	+1.00	0 %
病患右手方向 (cm)	+0.75	+0.50	1.25 %
四個方向總差異 (cm)			2.5 %

三、準直儀評估

[每半年]

■ 判定準則

- (一)影像接收裝置可見範圍與輻射照野各邊緣之差異應為百分之三(3% SID)射源與影像接收裝置距離以下
- (二)影像接收裝置可見範圍與輻射照野各邊緣之差異總和應為百分之四(4% SID)射源與影像接收裝置距離以下

四、空間解析度

Spatial Resolution

[每半年]

■ 測試目的

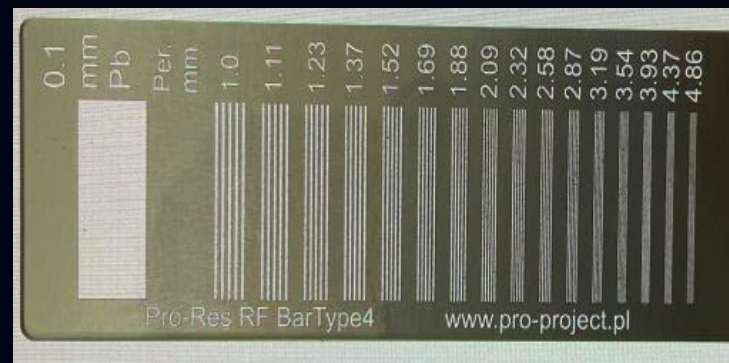
- 測量設備可辨識之最佳空間解析度，確保系統對細微構造的分辨能力。

■ 測試儀器

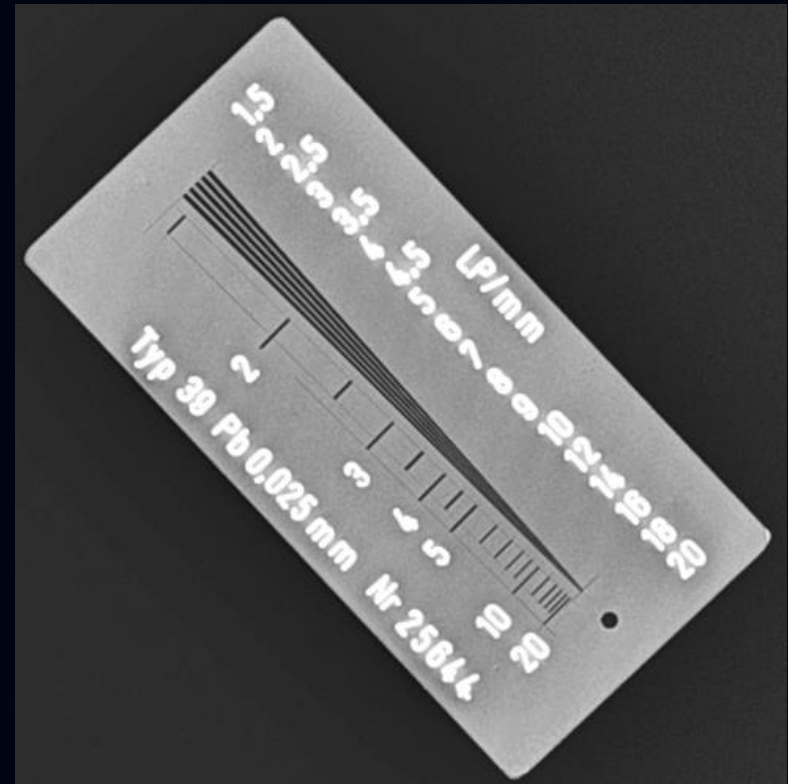
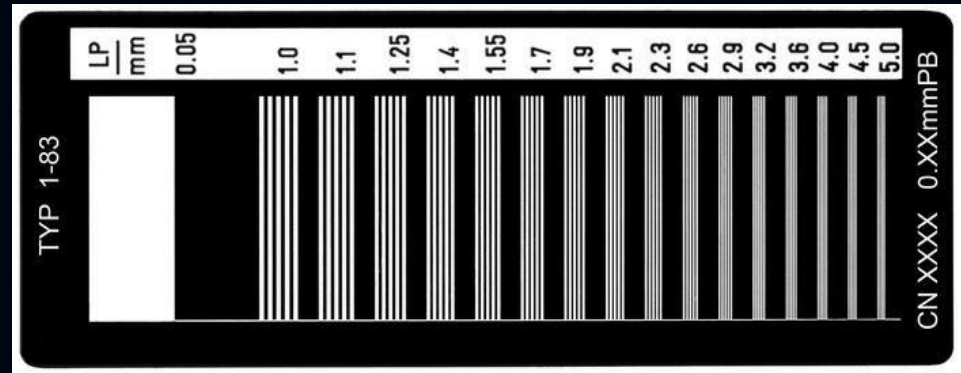
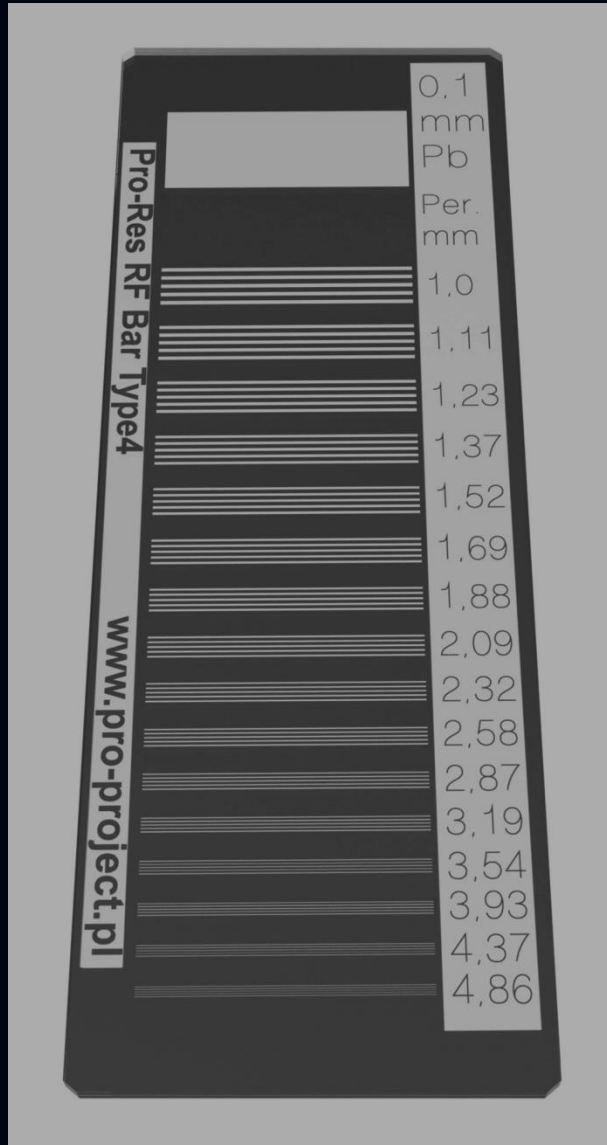
1. 高對比解析度線對假體或具有該測試物之假體。（假體偵測範圍至少為0.5lp/mm至5lp/mm）
2. 可產生臨床常見透視或曝露條件的衰減物，如：厚度0.8mm至1.2mm銅片或19mm鋁板。

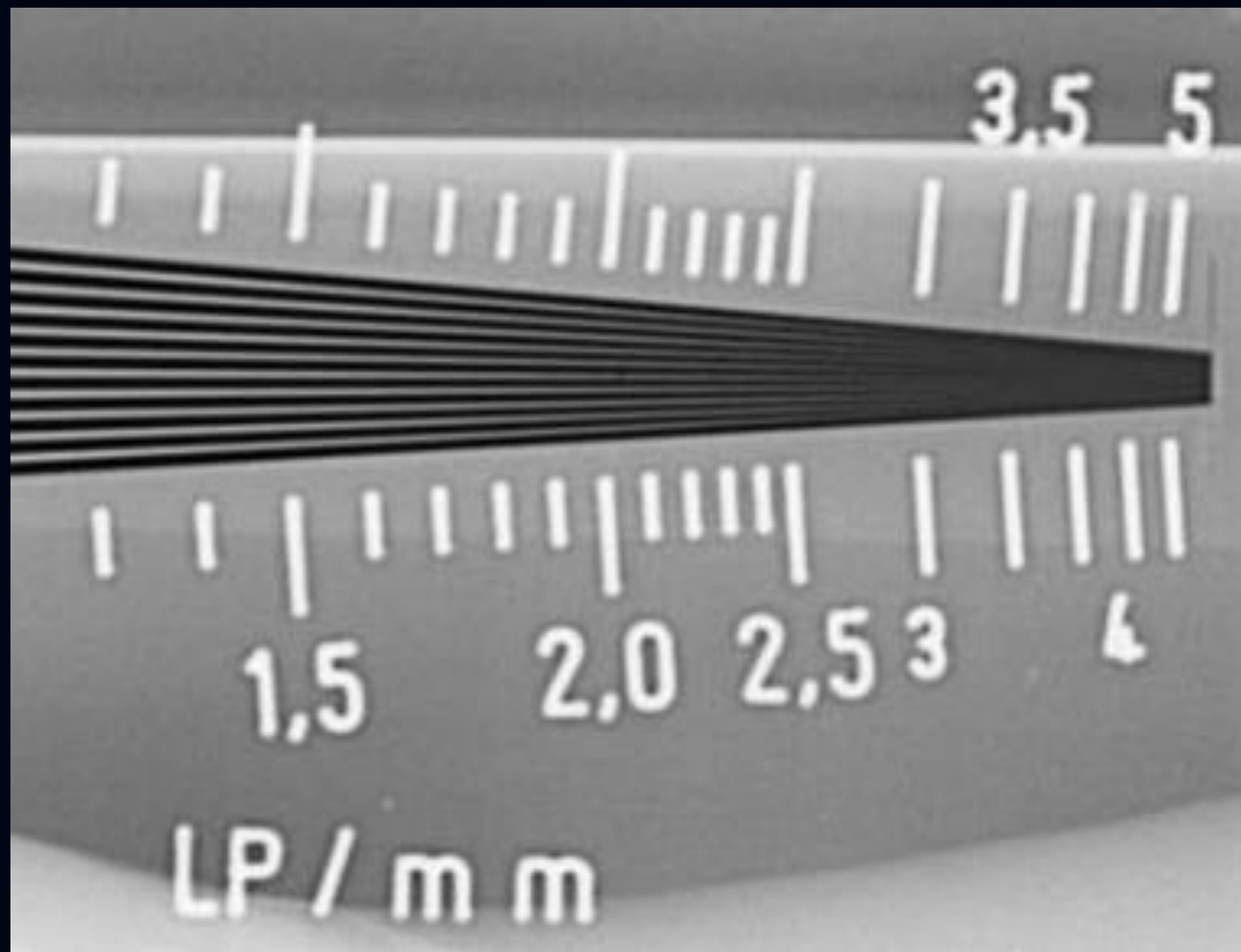
■ 以透視模式執行

註一：第四項 空間解析度：使用假體之偵測範圍至少為每毫米零點五線對(0.5 lp/mm)至每毫米五線對(5 lp/mm)。

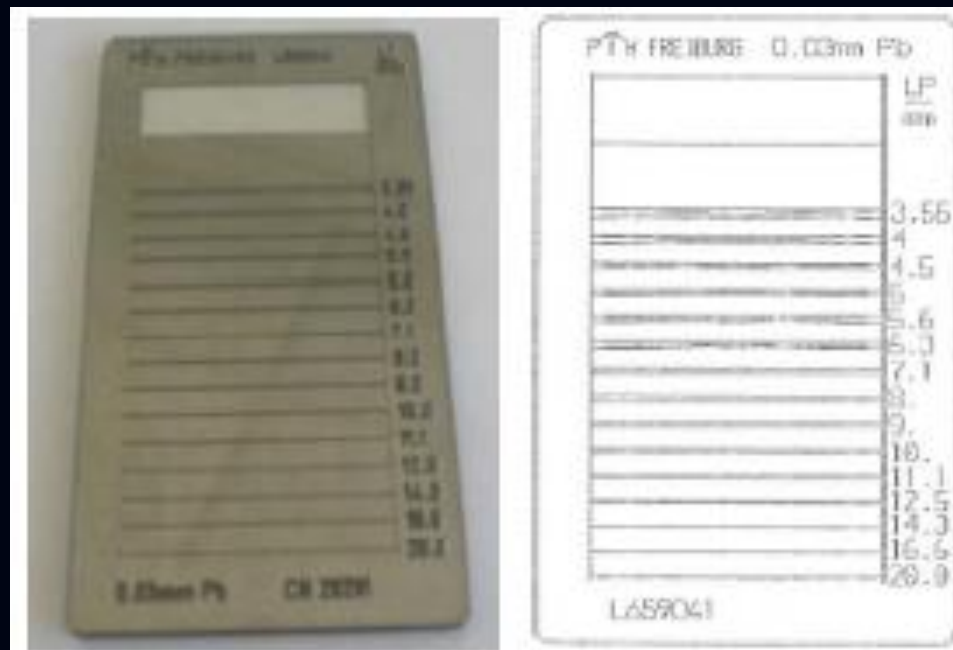


Resolution Phantoms





解析度測試假體



#	Min.	Resolution [lp/mm]	Max.	Pb Thickness [mm]	Size [mm]
L659039	2	/ 3 / 4 / 5.5 / 7 / 8.5 / 10 / 11.1 / 12.5 / 14.3 / 16.6 /	20	0.03	24 x 12
L659041	3.55	/ 4 / 4.5 / 5 / 5.6 / 6.3 / 7.1 / 8 / 9 / 10 / 11.1 / 12.5 / 14.3 / 16.6 /	20	0.03	95 x 50
L659114	3	/ 5 / 7 /	9	0.10	15 x 15
L659135	4	/ 4.5 / 5 / 5.6 / 6.3 / 7.1 / 8 / 9 /	10	0.10	15 x 30
L659093	4.5	/ 5 / 5.5 / 6 / 6.5 / 7 / 7.5 / 8 / 8.5 / 9 /	9.5	0.03	24 x 12

四、空間解析度

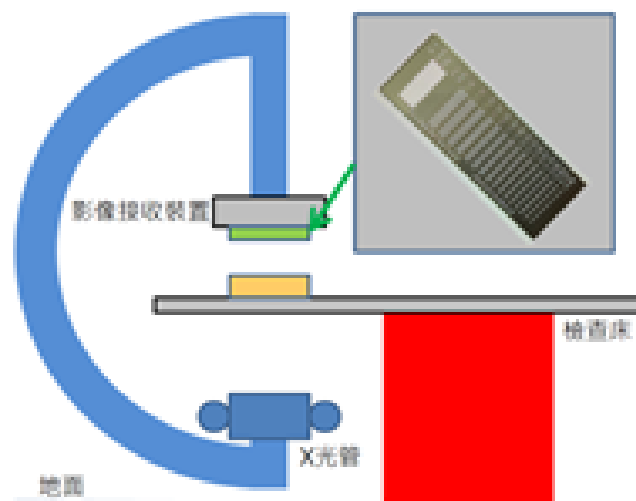
操作程序：

1. 將高對比解析度測試物或具有該測試物之假體放置於影像接收裝置表面中央位置，使用線對假體應以 45 度角放置。
2. 加上可產生臨床常見透視或曝露條件的衰減物，並確認衰減物可覆蓋全部照野。
3. 以標準 6 inch FOV 透視模式進行測試。
4. 記錄可見之最佳空間解析度，並記錄管電壓及管電流顯示值。
5. 若設備具多組螢幕，應以臨床檢查時最常使用的螢幕進行判讀。
6. 以臨床最常使用之螢幕像素顯示大小與影像設定進行影像判讀。

四、空間解析度

[正管球]

1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將解析度測試假體固定在影像接收裝置表面，並使兩者形成 45° 之角度(如下圖)。

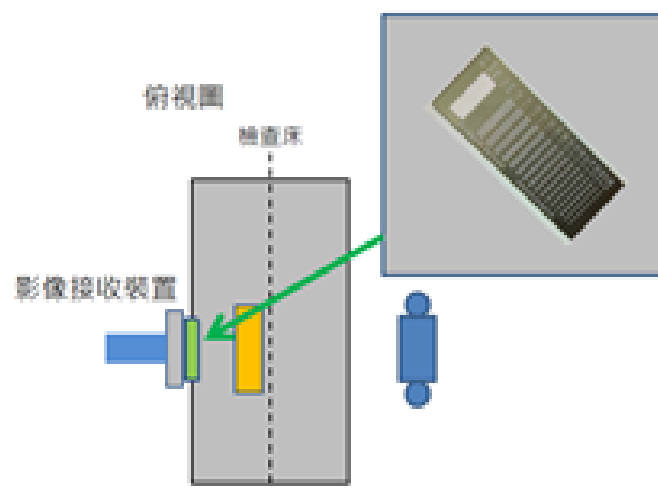


3. 將照野範圍設定為 6英吋 (或 15 公分)。
4. 啟用透視模式(或照相模式)並觀察影像顯示器上可辨識之最高解析度。
5. 將透視(或照相)時使用的參數(管電壓及管電流)及最高解析度記錄在表格中。

四、空間解析度

[側管球]

1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將解析度測試假體固定在影像接收裝置表面，並使兩者形成 45° 之角度(如下圖)。



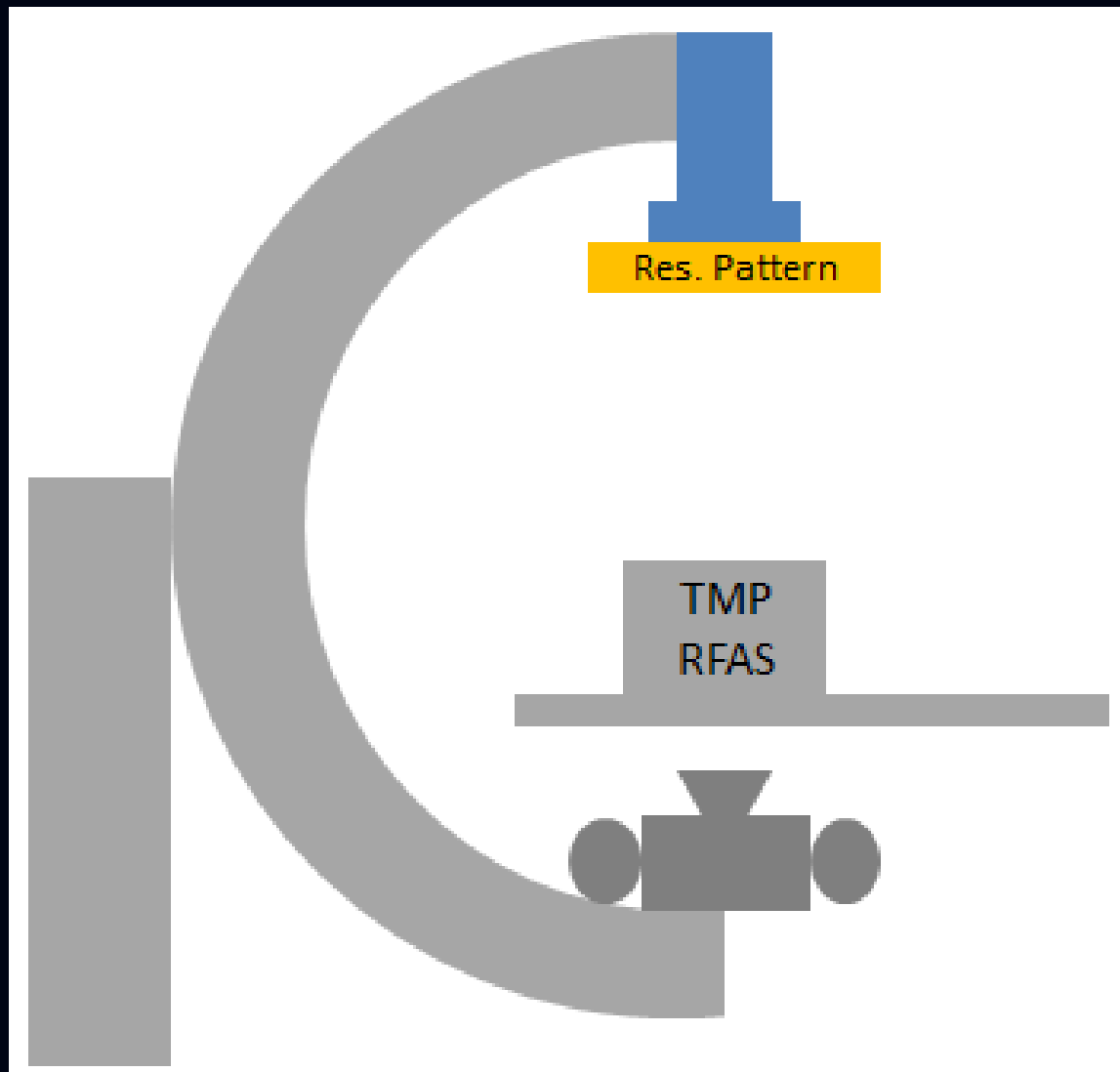
3. 將照野範圍設定為 6英吋 (或 15 公分)。
4. 啟用透視模式(或照相模式)並觀察影像顯示器上可辨識之最高解析度。
5. 將透視(或照相)時使用的參數(管電壓及管電流)及最高解析度記錄在表格中。

線對測試物



衰減物

四、空間解析度





錯誤示範
要放成45°才對

4. 空間（高對比解析度）

本項判定結果：☐合格 ☐不合格

正管球	
攝影模式	☐ 透視模式 ☐ 照相模式
螢幕位置	例：檢查室或操作台 操作台
畫面更新率（fps）	30 fps
影像設定像素值	Pixel size
FOV（inch 或 cm）	6 inches
管電壓（kV）	65
管電流（mA）	5.4
空間解析度（lp/mm）	2.87
側管球 ☐ 無側管球	
攝影模式	☐ 透視模式 ☐ 照相模式
螢幕位置	例：檢查室或操作台
畫面更新率（fps）	
影像設定像素值	
FOV（inch 或 cm）	
管電壓（kV）	
管電流（mA）	
空間解析度（lp/mm）	
備註	

四、空間解析度

■ 判定準則

- 使用線對假體以四十五度角放置於影像接收器中央，以標準六英吋視野測量可清楚分辨每毫米二線對以上



使用六英吋視野以外之其他視野進行測量，請依下列公式計算每毫米應可清楚分辨之

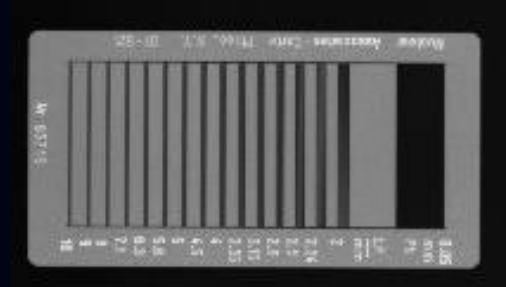
線對數：（二線對/毫米）× 六英吋 ÷ 測量使用視野（英吋）

平板偵測器之空間解析度

偵測器單元尺寸為 $100\ \mu\text{m}$ 的平板偵測器，其空間解析度為

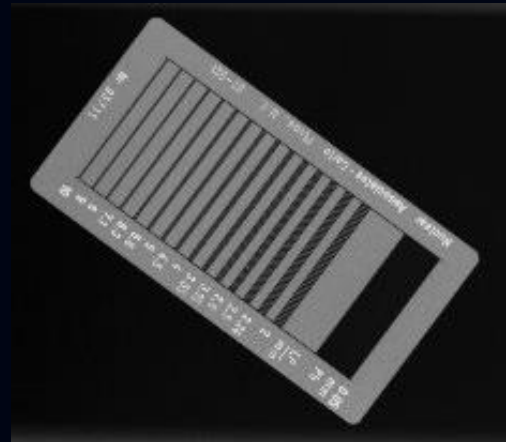
水平或垂直放置時：

$100\ \mu\text{m} = 0.1\ \text{mm} \rightarrow 10\ \text{lines per mm}$
 $\rightarrow 5\ \text{line-pairs / mm}$



45°放置時：

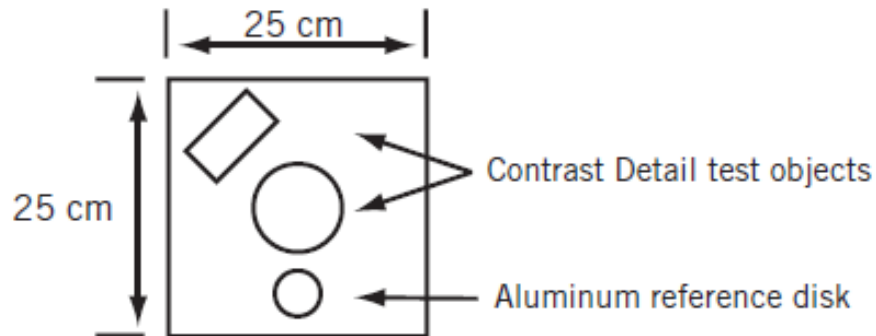
$\rightarrow 5 \times 1.414 = 7.07\ \text{line-pairs / mm}$



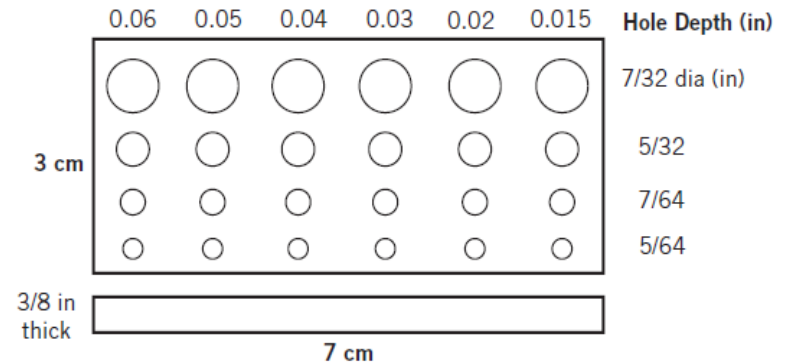
ACR R/F QA Phantom



Test Plate Object



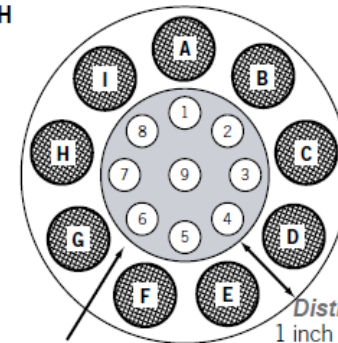
CONTRAST-DETAIL TEST OBJECT



HIGH CONTRAST MESH
LINES PER INCH

- A-80
- B-12
- C-16
- D-20
- E-24
- F-30
- G-40
- H-50
- I-60

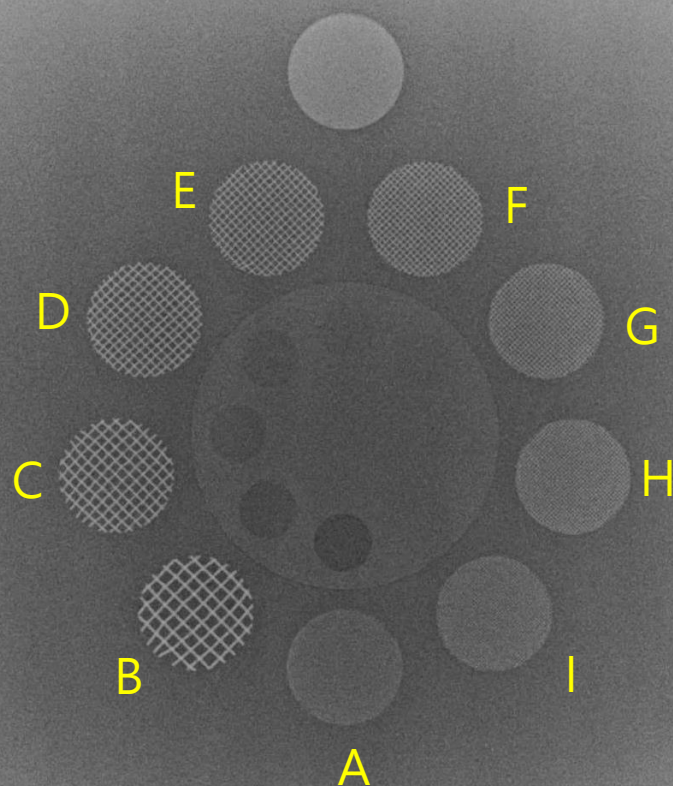
Mesher arranged in
incremental order
Lines angled at 45°



LOW CONTRAST HOLES
IN ALUMINUM DISK
HOLE DEPTHS

- 1 - 0.068
- 2 - 0.049
- 3 - 0.035
- 4 - 0.025
- 5 - 0.018
- 6 - 0.0126
- 7 - 0.0091
- 8 - 0.0063
- 9 - 0.0040

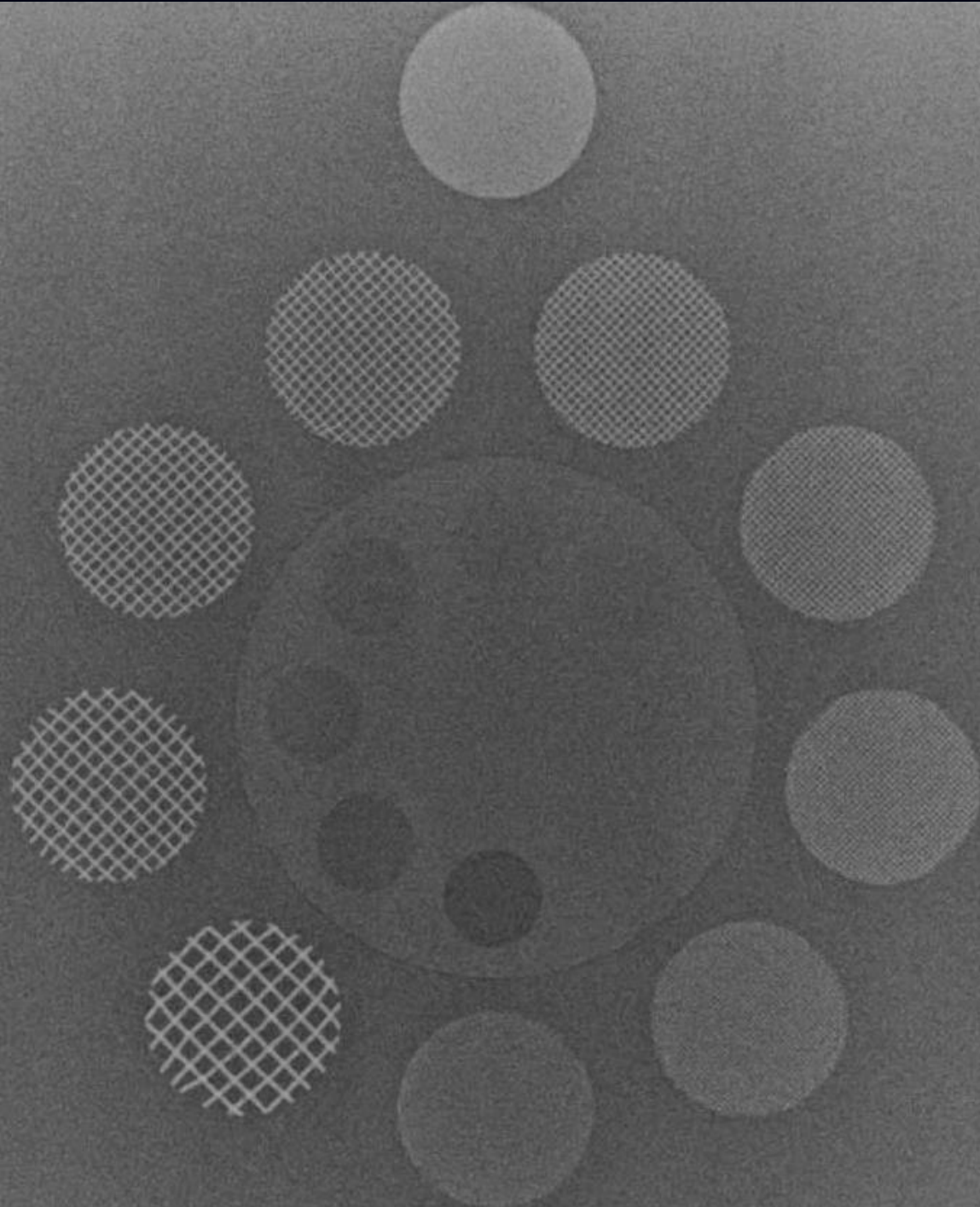
Distributed by: 1 inch Gap
Hole Diameter = 0.375"



	lp/inch	lp/mm
A	80	3.15
B	12	0.47
C	16	0.63
D	20	0.79
E	24	0.94
F	30	1.18
G	40	1.57
H	50	1.97
I	60	2.36

註一：第四項 空間解析度：使用假體之偵測範圍至少為每毫米零點五線對(0.5 lp/mm)至每毫米五線對(5 lp/mm)。

使用線對假體以四十五度角放置於影像接收器中央，以標準六英吋視野測量可清楚分辨每毫米二線對(2 lp/mm)以上



五、低對比度偵測度

Low Contrast Performance

[每半年]

■ 測試目的

- 測試設備分辨低對比物或構造之能力。

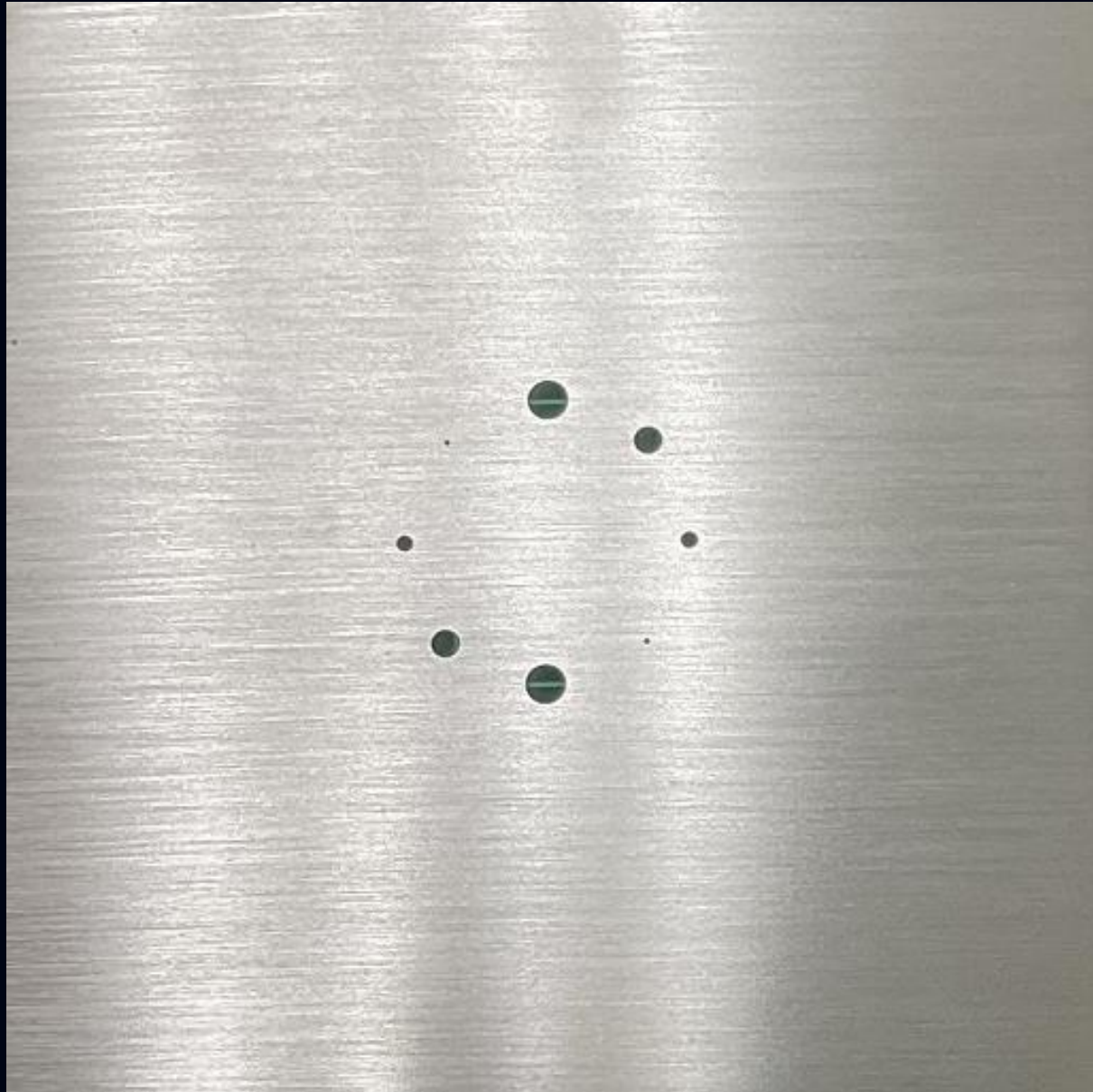
■ 測試儀器

1. 具兩組直徑為1、3、5和7mm圓孔、厚度1.0mm、純度99%鋁片測試物。
2. 衰減物厚度為19mm、純度99%鋁板2片。

■ 以透視模式執行



Contrast Test Phantom

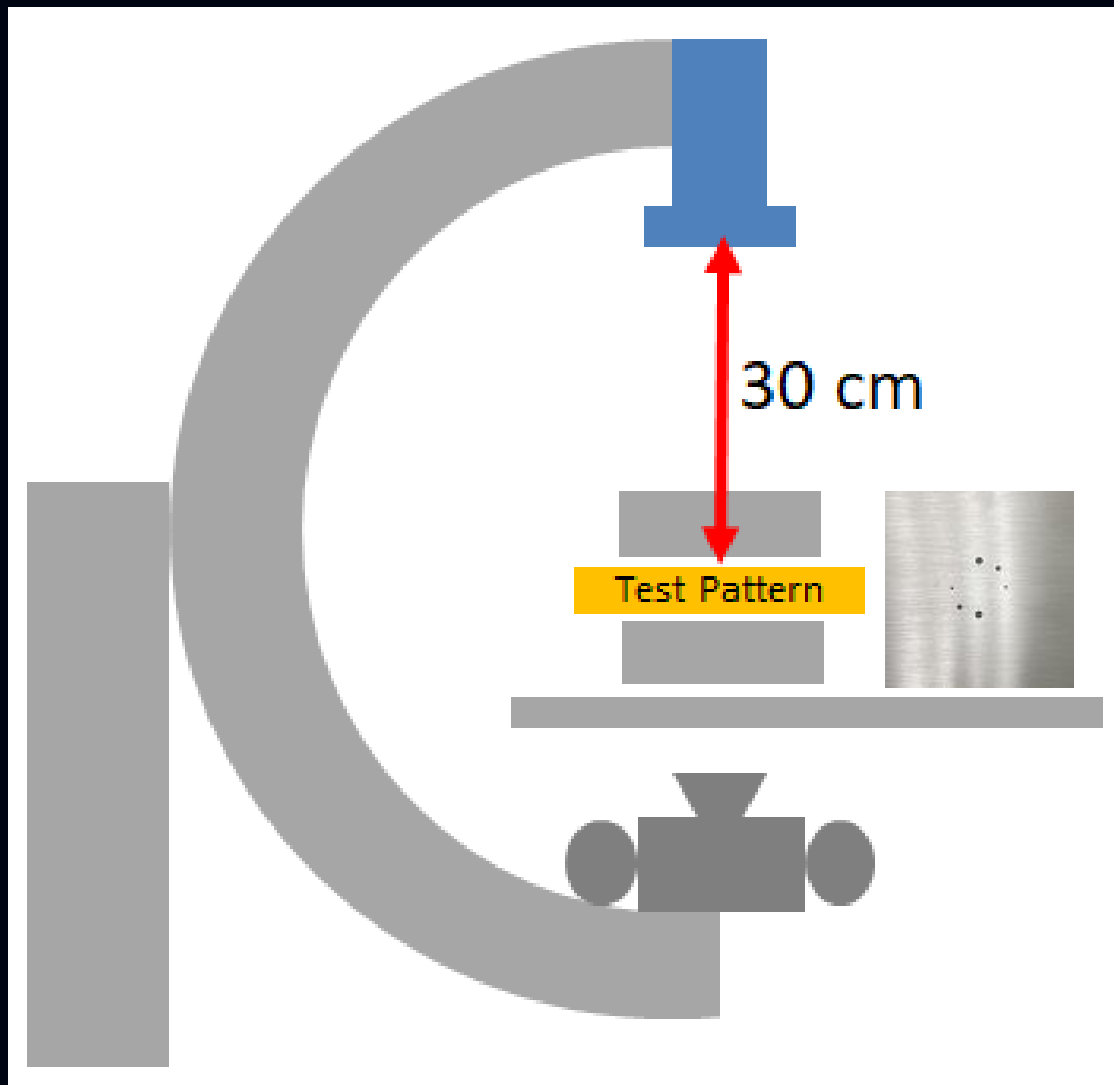


五、低對比度偵測度

操作程序：

1. 將圓孔測試鋁片夾放於兩片鋁板中，調整距離使圓孔測試鋁片距離影像接收裝置表面 30cm，並確認兩塊鋁板可完全覆蓋照野。
2. 測試參數使用自動亮度控制。
3. 以標準 6 inch FOV 透視模式進行測試。
4. 記錄同時可看到兩組完整圓孔之圓孔直徑，並記錄管電壓及管電流顯示值。
5. 若設備具多組螢幕，應以臨床檢查時最常使用的螢幕進行判讀。
6. 以臨床最常使用之螢幕像素顯示大小與影像設定進行影像判讀。

五、低對比度偵測度





Examination Room



Live



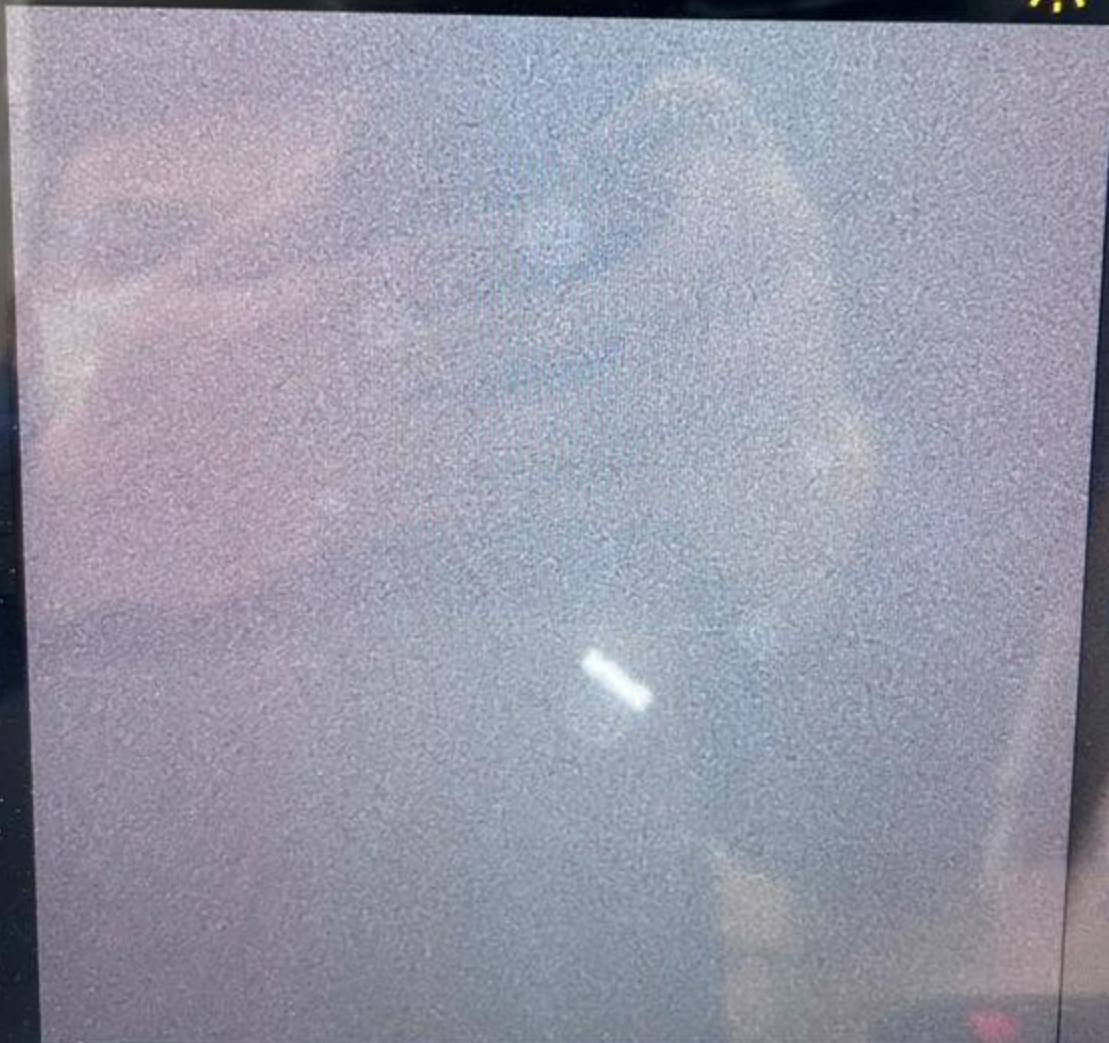
TEST

ID 722226-575-202301130524270487

DOB



Image 48
2023-01-16,



7 mm

1 mm

5 mm

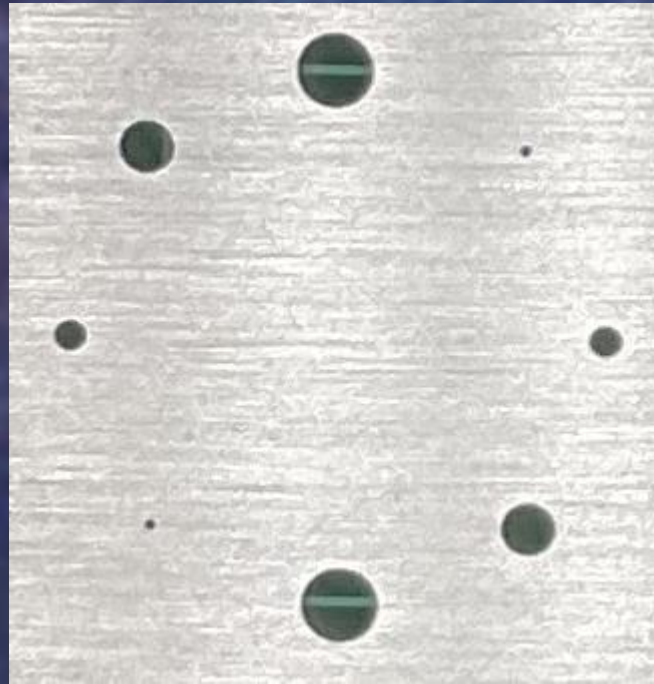
3 mm

3 mm

1 mm

5 mm

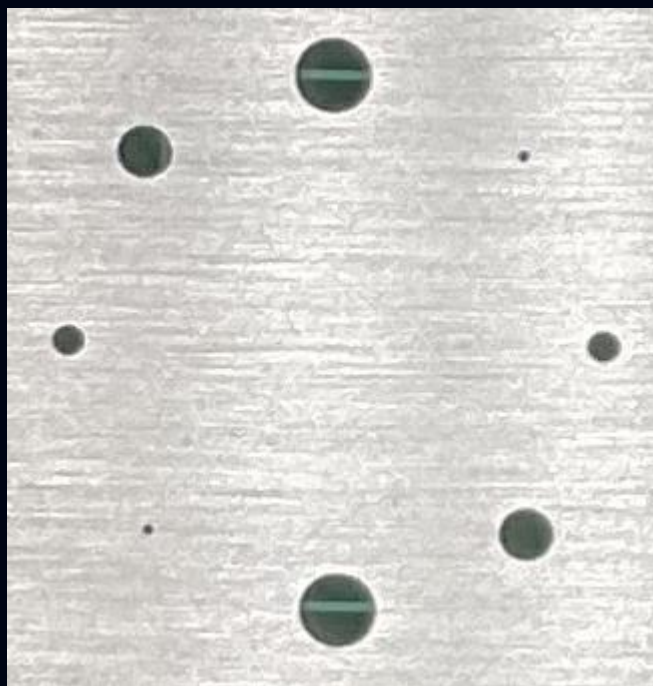
7 mm



五、低對比度偵測度

■ 判定準則

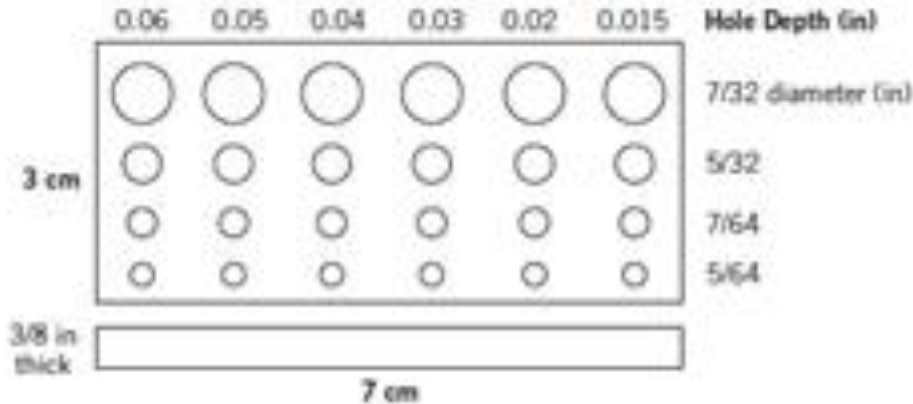
- 標準6 inch FOV測量可清楚分辨直徑**3mm**以下測試物。



正管球	
測試使用模式	透視模式：例如 Cardiac
畫面更新率 (fps)	30 fps
影像設定像素值	Pixel size：例如 0.1 mm/pixel
螢幕位置	例：檢查室或操作台 操作台
FOV (inch 或 cm)	6 inches
管電壓 (kV)	65
管電流 (mA)	5.4
最小可辨識孔徑 (mm)	3
側管球	☐ 無側管球
測試使用模式	
畫面更新率 (fps)	
影像設定像素值	
螢幕位置	例：檢查室或操作台
FOV (inch 或 cm)	
管電壓 (kV)	
管電流 (mA)	
最小可辨識孔徑 (mm)	
備註	

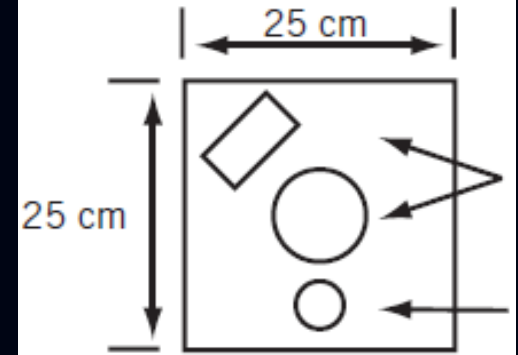
ACR RF QA Phantom

CONTRAST-DETAIL TEST OBJECT



5.6 mm
4.0 mm
2.8 mm
2.0 mm

Test Plate Object

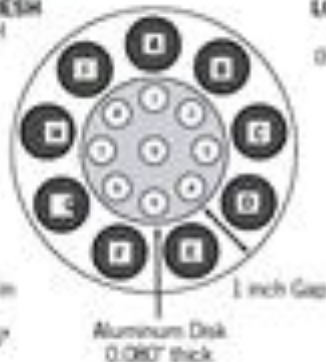


TEST OBJECT PLATE DETAILS (903-01)

HIGH CONTRAST MESH
LINES PER INCH

A-80
B-12
C-16
D-20
E-24
F-30
G-40
H-50
I-60

Meshes arranged in
incremental order
Lines angled at 45°



LOW CONTRAST HOLES
IN ALUMINUM DISK
(Hole Diameter - 0.375")

HOLE DEPTHS

1 - 0.068
2 - 0.049
3 - 0.035
4 - 0.025
5 - 0.018
6 - 0.0126
7 - 0.0091
8 - 0.0063
9 - 0.0040

標準六英吋視野測量
可清楚分辨直徑三毫
米以下測試物



ACR R/F phantom

六、影像顯示器評估

Image Display Monitors Evaluation

[每半年]

■ 測試目的

- 確保操作台及檢查室內之影像顯示器品質符合標準。

■ 測試儀器

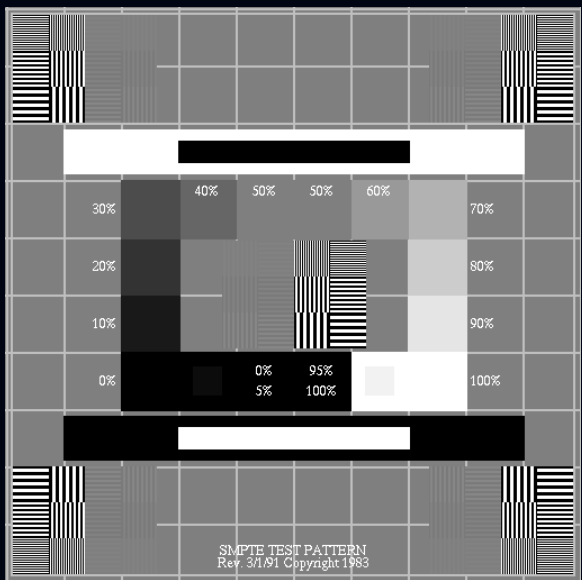
1. 亮度測量計。
2. SMPTE或AAPM TG18測試圖像。

- 若設備具多個影像示器，應以臨床檢查室內、外各擇一最常使用之影像示器進行判讀。

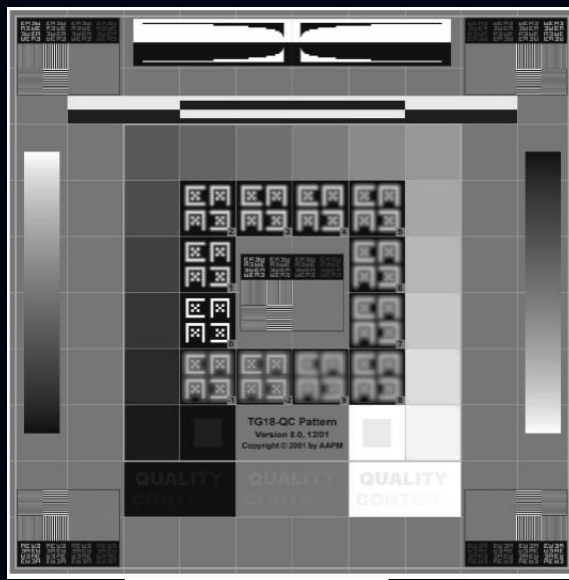
六、影像顯示器評估



六、影像顯示器評估



SMPTE



TG 18 QC



■ 包含：

- SMPTE 或 AAPM TG 18 QC 測試物評估
- 亮度反應

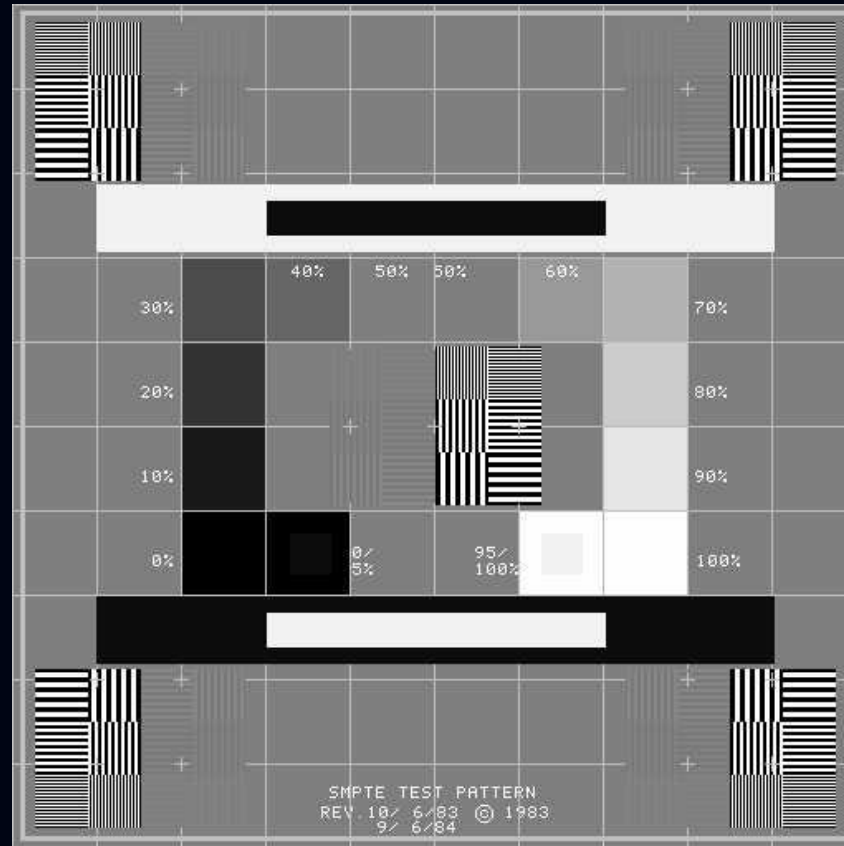
六、影像顯示器評估

操作程序：

1. 將 SMPTE 或 TG-18 測試圖像顯示在最常用於臨床診療之影像顯示器，並依廠商建議設定其窗寬與窗高。
2. 肉眼評估下列項目：
 - 2.1 分辨 0%-5% 及 95%-100% 之低對比方塊。
 - 2.2 分辨 0%-100% 所有灰階方塊。
 - 2.3 觀察螢幕性能，找出可見條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足 (loss of bit depth) 現象。
 - 2.4 於四個角落及中間之高對比線對，分辨平行與垂直方向最寬至最窄線對。
 - 2.5 分辨所有測試圖像之黑白交界處 (black-white transition)。
3. 以亮度測量計測量下列數值：

亮度反應測試：0%-100% 灰階方塊之亮度值 (或者開啟全白或全黑圖片，使螢幕呈現全白與全黑狀態)，記錄螢幕最大與最小亮度數值。
4. 若使用美國醫學物理學會 (American Association of Physicists in Medicine, AAPM) TG18 測試圖像，相關測試步驟請參考 AAPM 第 3 號線上報告。
5. 若設備具多個影像示器，應以臨床檢查室內、外各擇一最常使用之影像示器進行判讀。
6. 以臨床最常使用之螢幕像素顯示大小與影像設定進行測試。

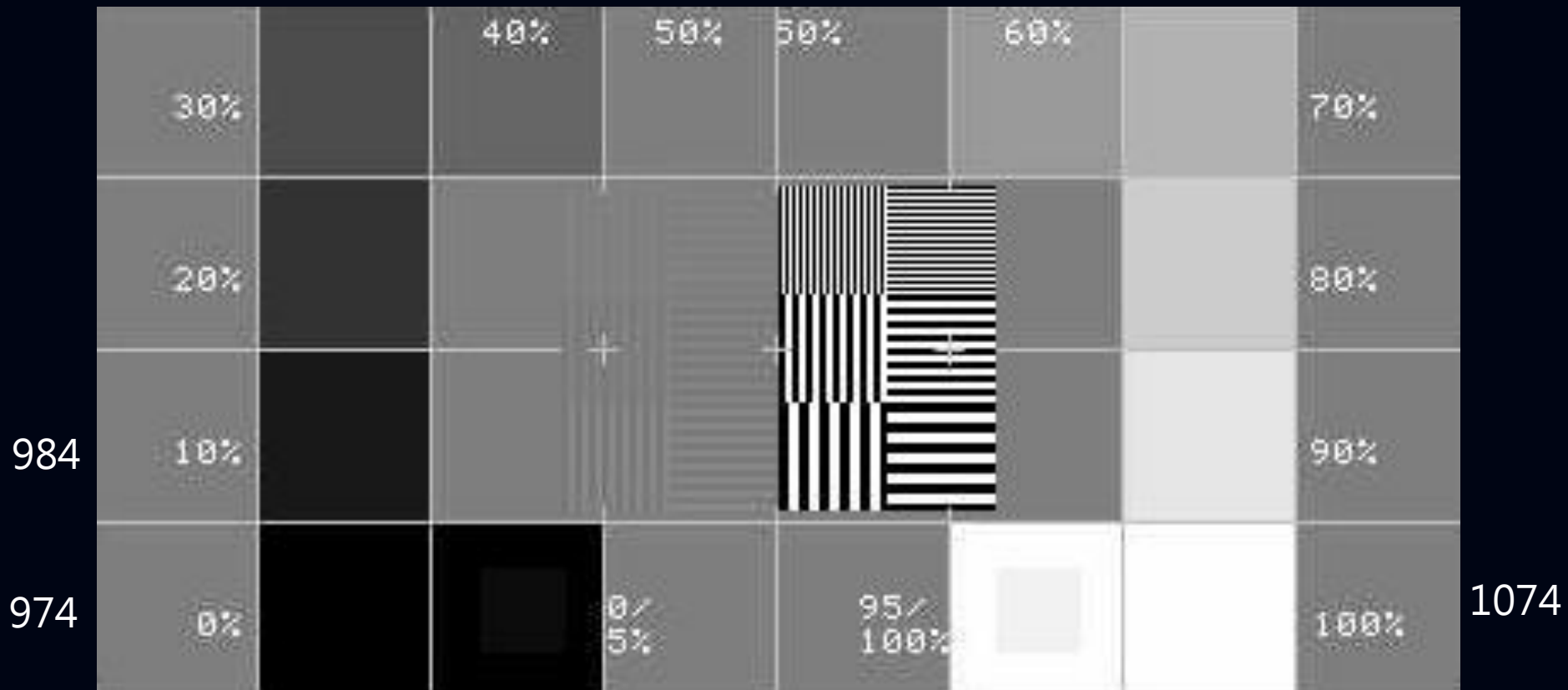
(一) 符合SMPTE或AAPM TG18-QC圖像測試合格標準



SMPTE圖像測試合格標準：

- (一) 0%-5%及95%-100%之低對比方塊需清楚可辨
- (二) 0%-100%所有灰階方塊皆清楚可分辨
- (三) 無明顯可見條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足現象
- (四) 四個角落及中間之平行與垂直高對比線對，皆清楚可分辨
- (五) 所有黑白交界處邊緣皆明顯可分辨，無邊園區分不清之情形

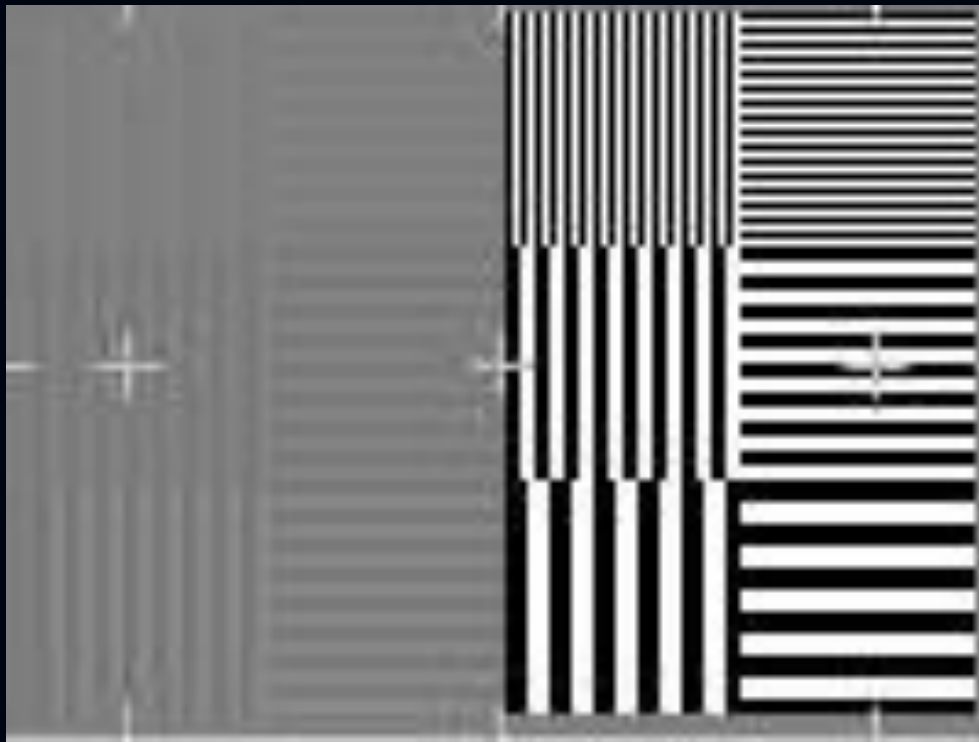
1024



Display settings:

window center (or "level") = **1024**,
window width = **100**

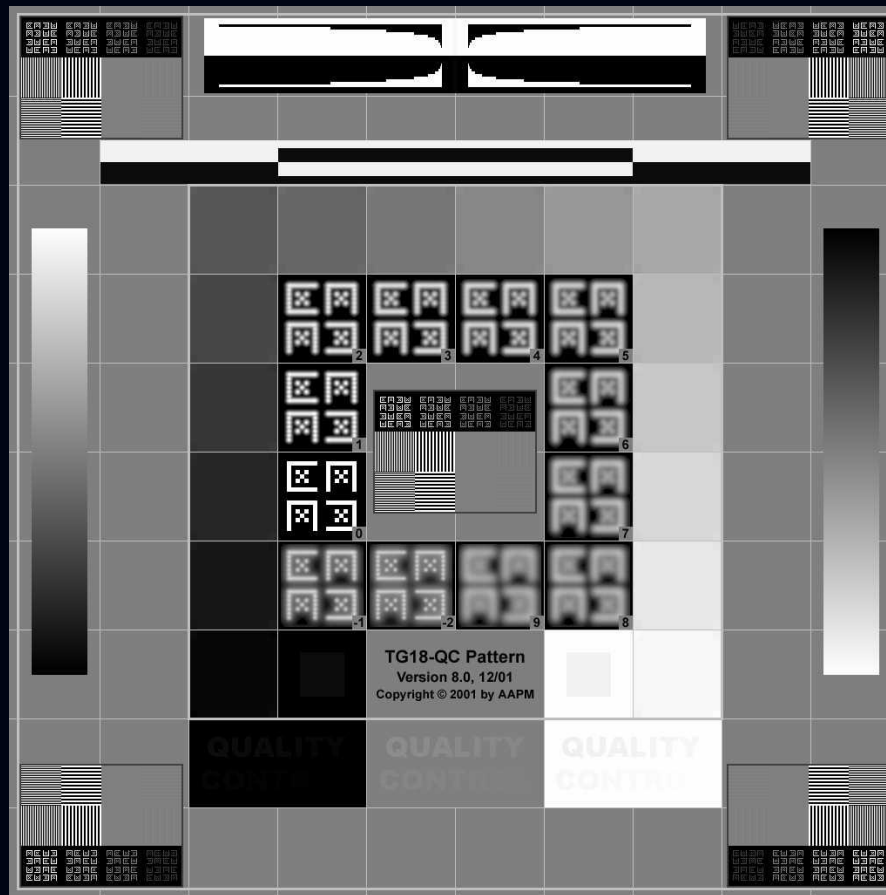
1074-974 = 100 (window width)



979-974 = 5, $5/100 = 5\%$



Display settings: window center(level) = 1024, window width = 100



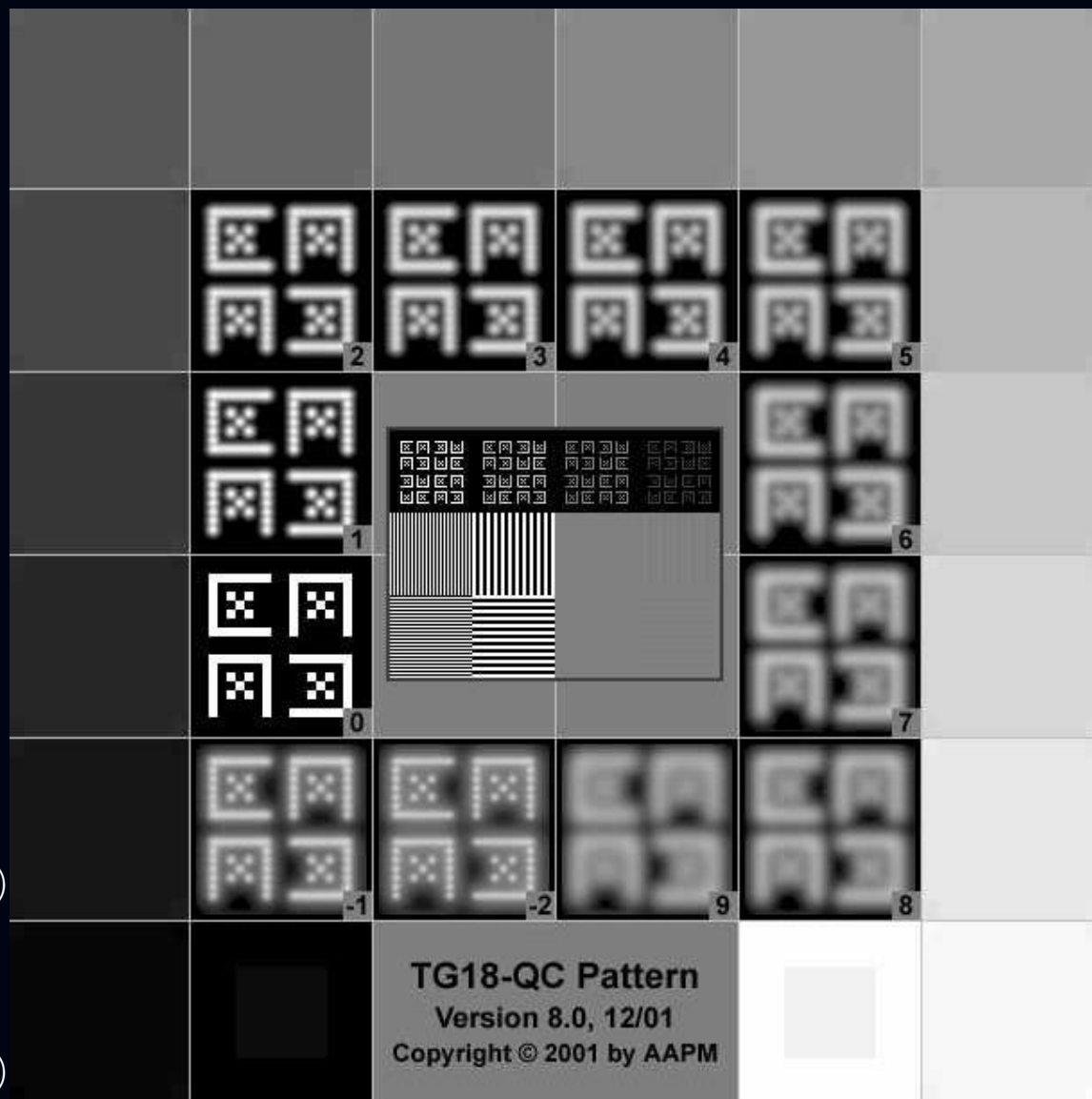
AAPM TG18-QC圖像測試合格標準：

- (一) 0%-5%及95%-100%之低對比方塊需清楚可辨
- (二) 十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可辨
- (三) 低對比度文字清楚可分辨
- (四) 無任何非均勻亮度區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順
- (五) 測試影像邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲
- (六) 測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置
- (七) 中心及角落Cx測試物之給分界於0-4之間
- (八) 中央與角落之高對比線對皆清晰可見

640
(5/32, 15.625%)

384
(3/32, 9.375%)

128
(1/32, 3.125%)

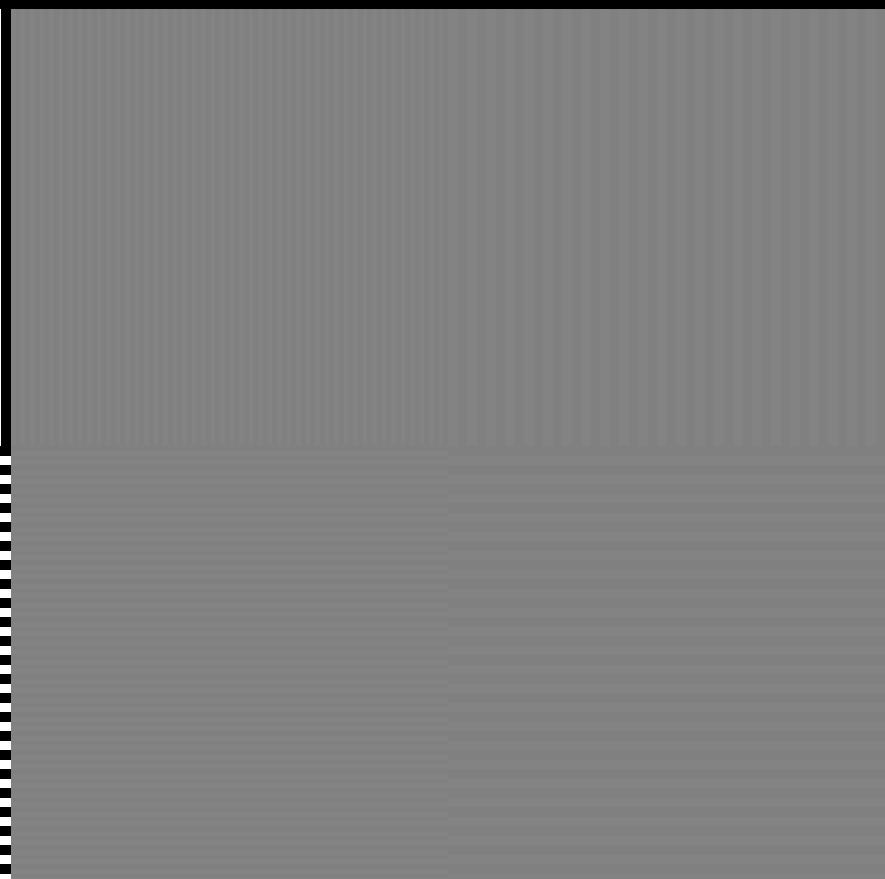
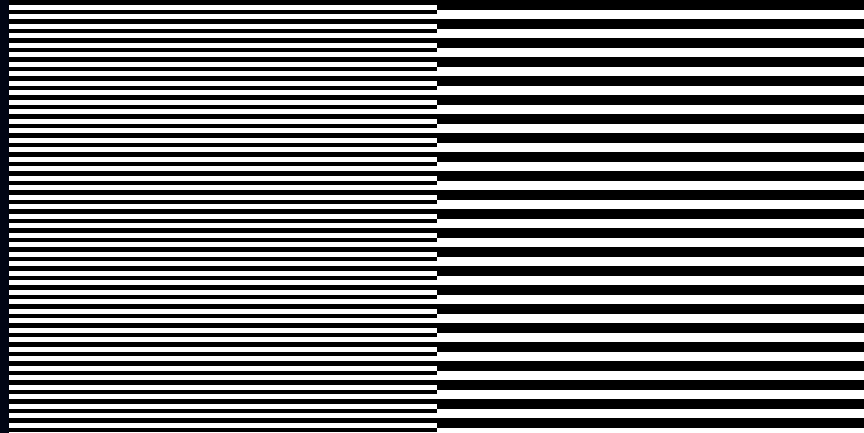
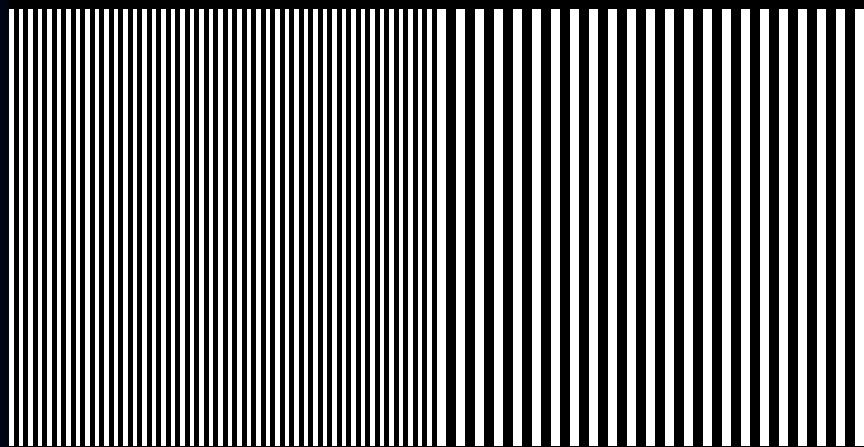
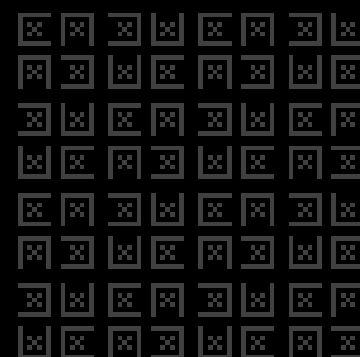
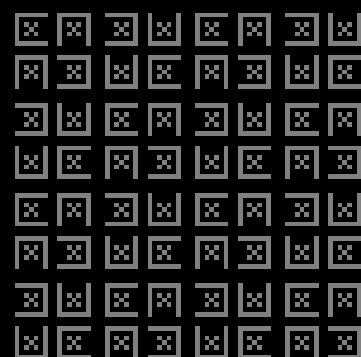
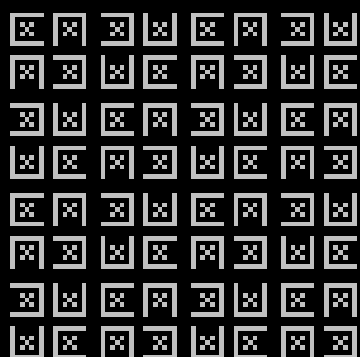
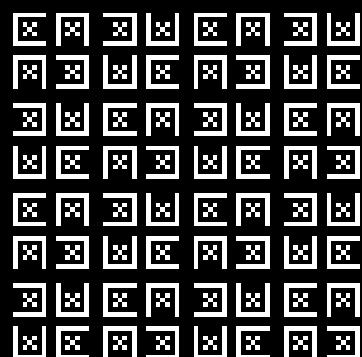


3712

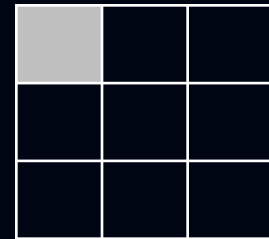
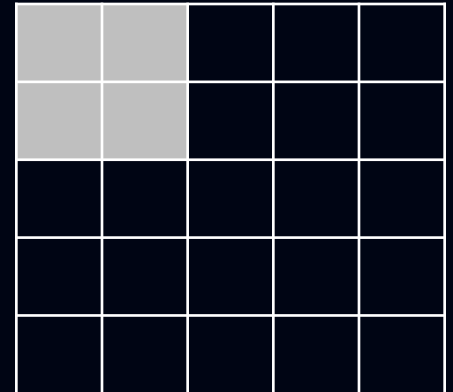
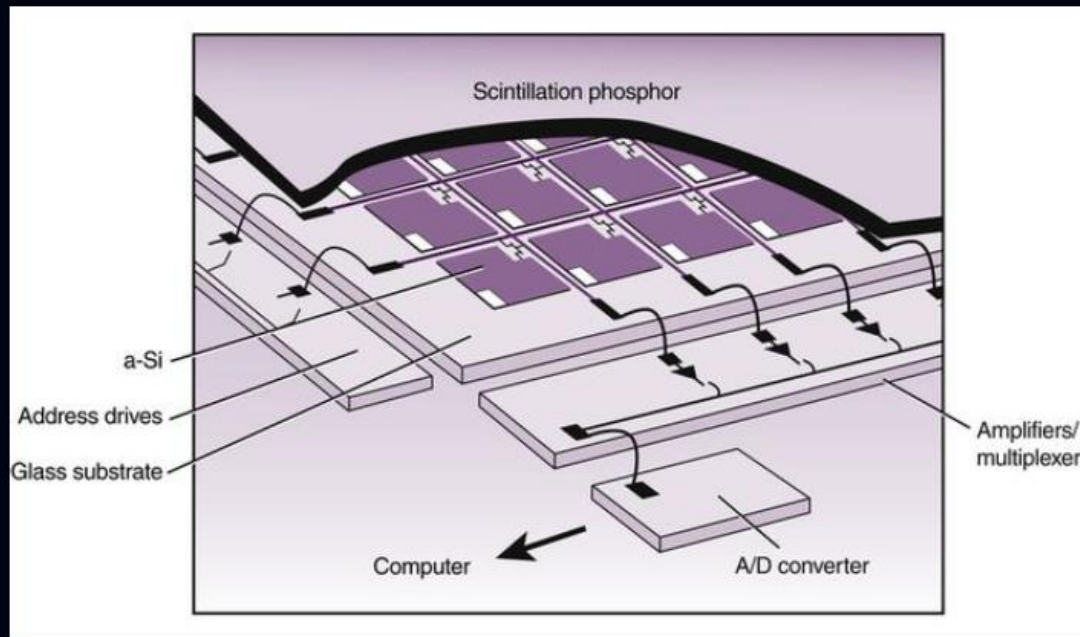
3968
(31/32, 96.875%)

Display settings: window center(level) = **2048**, window width = **4096**

每一階層相差 256 pv, 6.25%



影像→螢幕顯示的縮放比

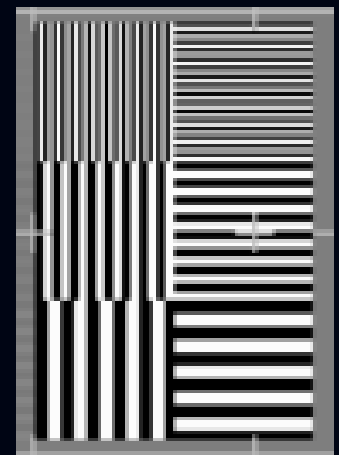
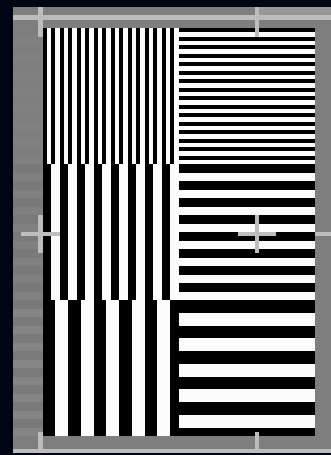
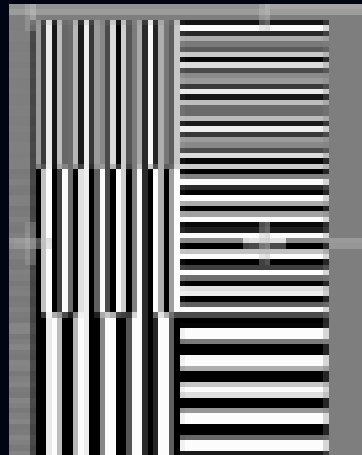
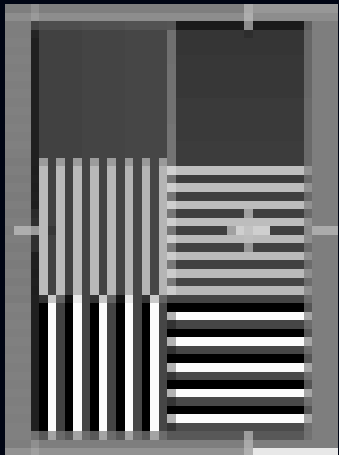


50%

86%

100%

126%



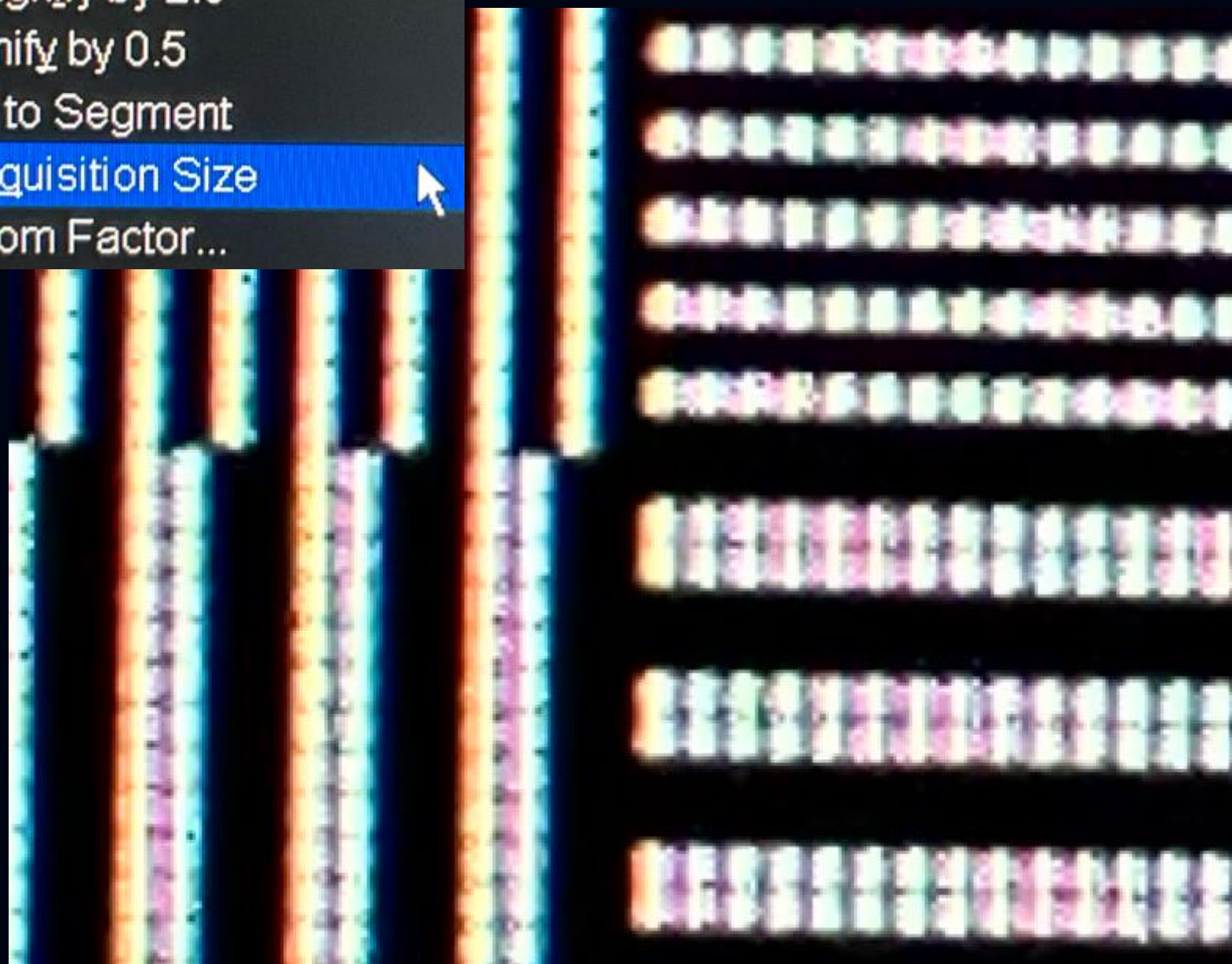
Magnify by 2.0

Minify by 0.5

Fit to Segment

Acquisition Size

Zoom Factor...

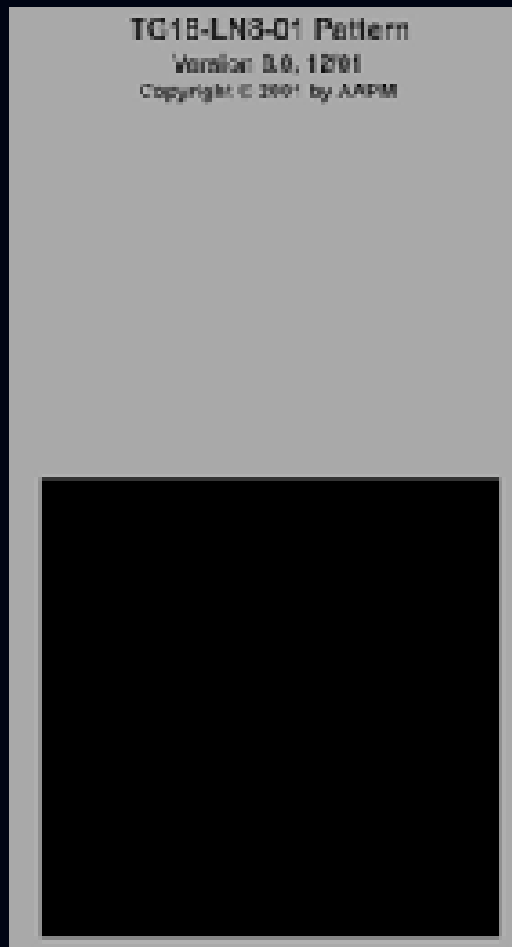
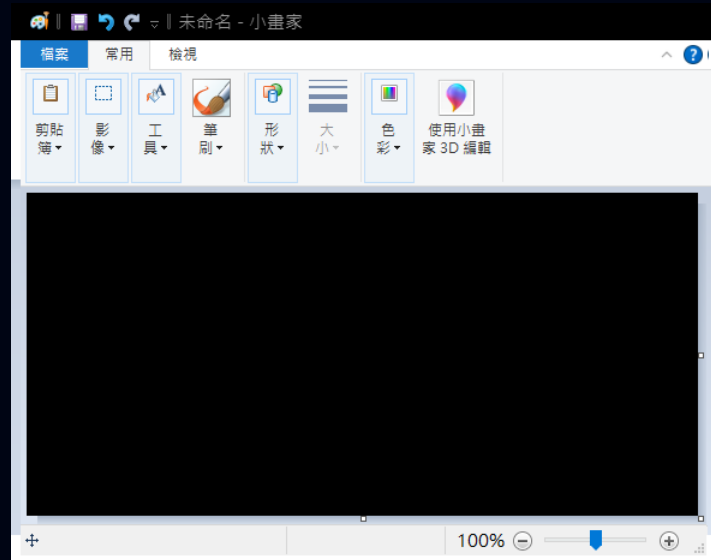
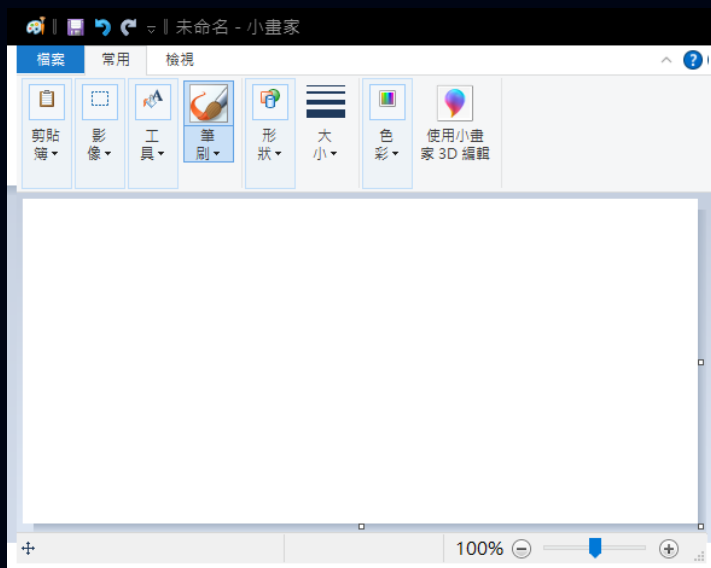


六、影像顯示器評估

(二) 最大亮度應為每平方公尺一百燭光以上，且最大亮度與最小亮度之比值應為一百以上



測試影像



TG 18-LN8-01



TG 18-LN8-18

檢查室內影像顯示器	
測試圖像 ☐ SMPTE	結果
1. 0%-5%及 95%-100%之低對比方塊須清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
2. 0%至 100%的所有灰階方塊皆應清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
3. 無明顯可見的條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足的現象。	☐ 符合 ☐ 未符合
4. 四個角落及中間之平行與垂直高對比線對，皆清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
5. 所有黑白交界處邊緣應明顯可分辨，不應有邊緣區分不清之情形。	☐ 符合 ☐ 未符合
測試圖像 ☐ TG-18 測試圖像	結果
1. 0% - 5%及 95% - 100%之低對比方塊清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
2. 十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
3. 低對比度文字清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
4. 無任何非均勻亮度區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順。	☐ 符合 ☐ 未符合
5. 測試影像邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲。	☐ 符合 ☐ 未符合
6. 測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置。	☐ 符合 ☐ 未符合
7. 中心及角落 Cx 測試物之給分介於 0-4 之間。	☐ 符合 ☐ 未符合
8. 中央與角落之高對比線對皆可清楚分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
影像顯示器亮度反應測試	測量值
最大亮度 (cd/m ²)	
最小亮度 (cd/m ²)	
最大亮度與最小亮度之比值	

檢查室外影像顯示器	
測試圖像 ☐ SMPTE	結果
6. 0%-5%及 95%-100%之低對比方塊須清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
7. 0%至 100%的所有灰階方塊皆應清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
8. 無明顯可見的條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足的現象。	☐ 符合 ☐ 未符合
9. 四個角落及中間之平行與垂直高對比線對，皆清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
10.所有黑白交界處邊緣應明顯可分辨，不應有邊緣區分不清之情形。	☐ 符合 ☐ 未符合
測試圖像 ☐ TG-18 測試圖像	結果
9. 0% - 5%及 95% - 100%之低對比方塊清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
10.十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
11.低對比度文字清楚可分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
12.無任何非均勻亮度區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順。	☐ 符合 ☐ 未符合
13.測試影像邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲。	☐ 符合 ☐ 未符合
14.測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置。	☐ 符合 ☐ 未符合
15.中心及角落 Cx 測試物之給分介於 0-4 之間。	☐ 符合 ☐ 未符合
16.中央與角落之高對比線對皆可清楚分辨。	☐ 符合 ☐ 未符合
影像顯示器亮度反應測試	測量值
最大亮度 (cd/m ²)	
最小亮度 (cd/m ²)	
最大亮度與最小亮度之比值	
備註	

六、影像顯示器評估

擷像工作站影像顯示器

■ 判定準則

■ (一) 符合SMPTE或AAPM TG18-QC圖像測試合格標準

SMPTE圖像測試合格標準：

- (一) 0%-5%及95%-100%之低對比方塊需清楚可辨
- (二) 0%-100%所有灰階方塊皆清楚可分辨
- (三) 無明顯可見條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足現象
- (四) 四個角落及中間之平行與垂直高對比線對皆清楚可分辨
- (五) 所有黑白交界處邊緣皆明顯可分辨，無邊園區分不清之情形

AAPM TG18-QC圖像測試合格標準：

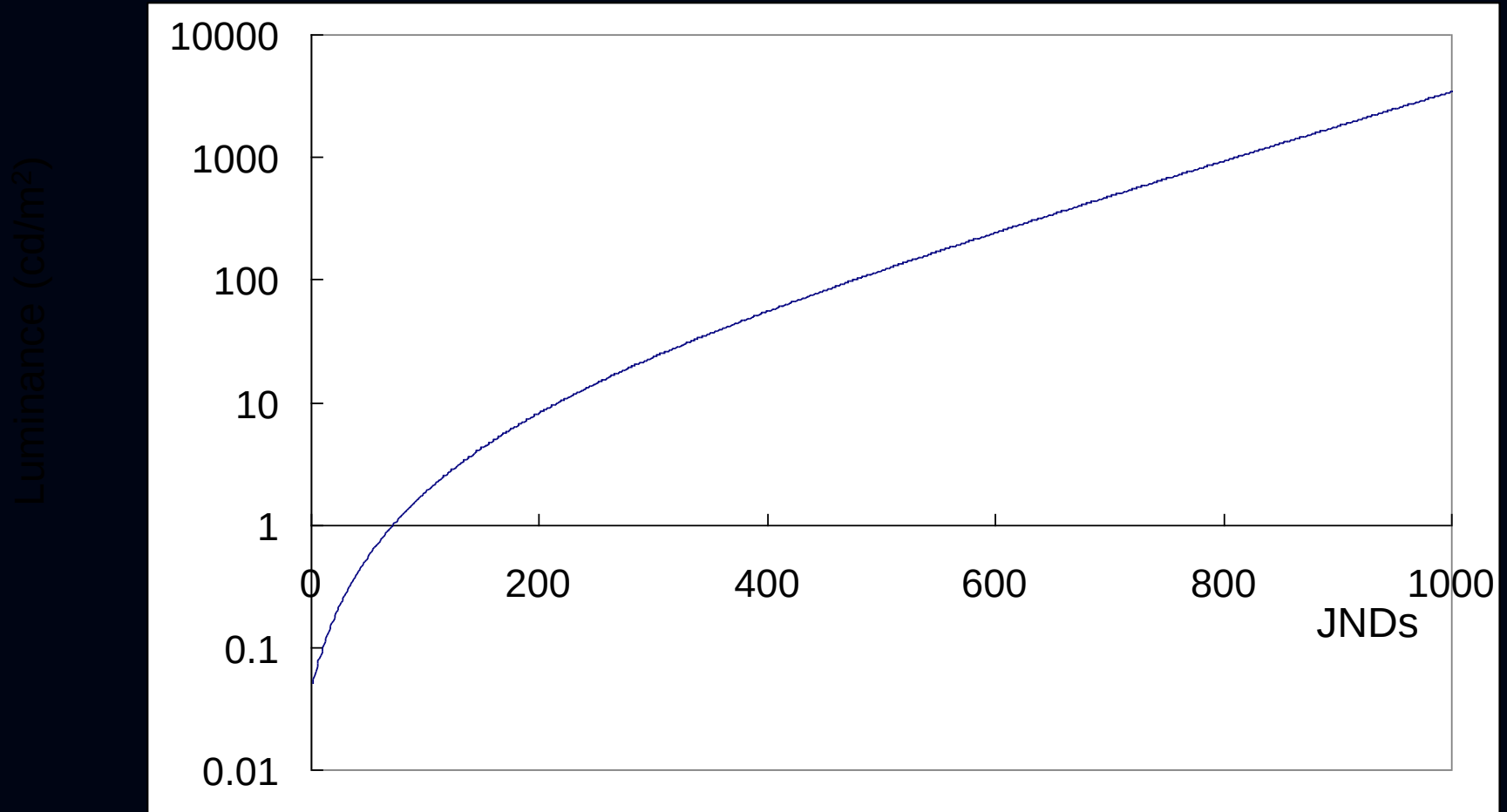
- (一) 0%-5%及95%-100%之低對比方塊需清楚可辨
- (二) 十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可辨
- (三) 低對比度文字清楚可分辨
- (四) 無任何非均勻亮度區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順
- (五) 測試影像邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲
- (六) 測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置
- (七) 中心及角落Cx測試物之給分界於0-4之間
- (八) 中央與角落之高對比線對皆清晰可見

■ (二) 最大亮度應為每平方公尺一百燭光以上，且最大亮度與最小亮度之比值應為一百以上

六、影像顯示器評估

亮度反應測試 (DICOM 3.14 GSDF Test)

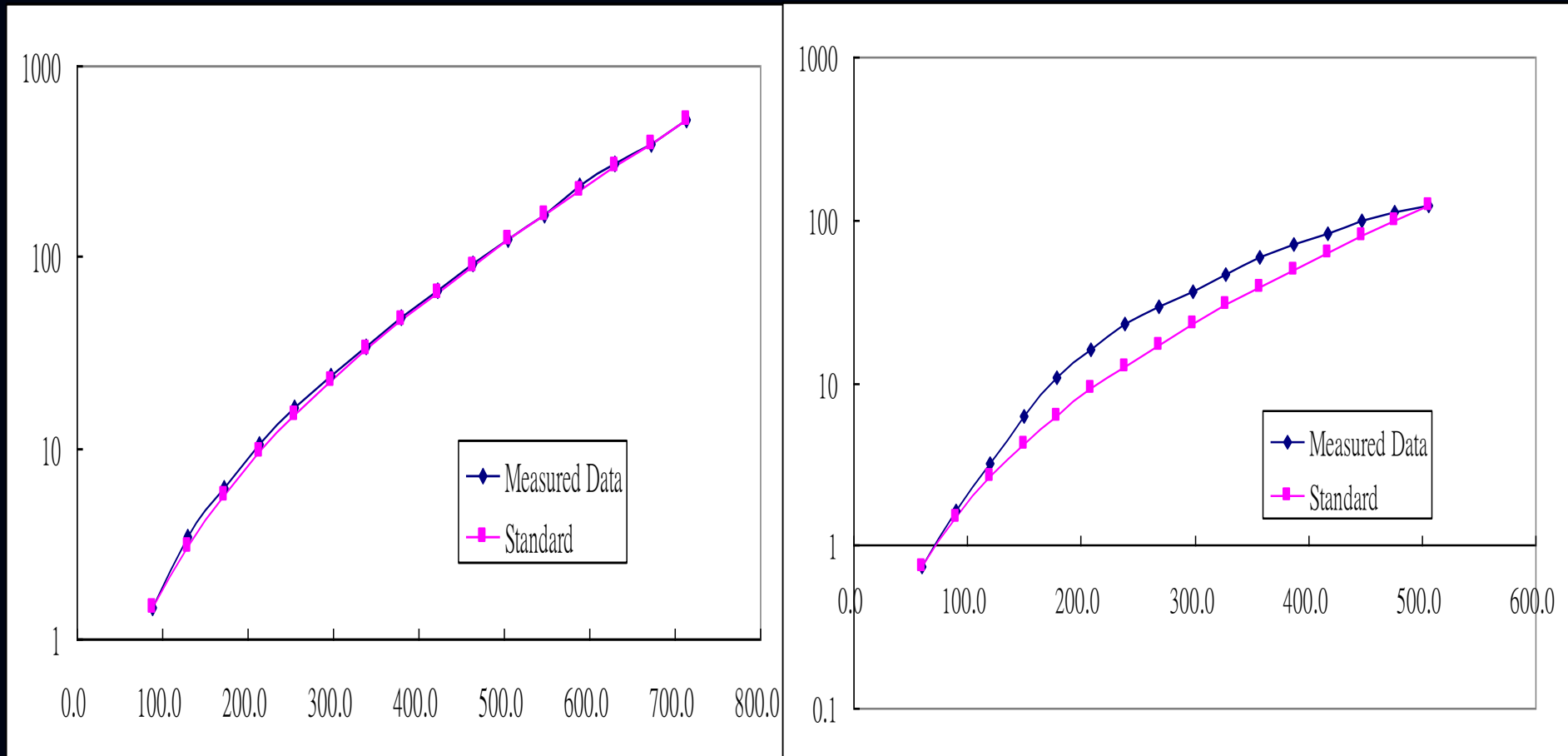
GSDF = Grayscale Standard Display Function



六、影像顯示器評估

亮度反應測試 (DICOM 3.14 GSDF Test)

GSDF = Grayscale Standard Display Function



核安會-心導管品保項目表

年度項目 - 每年

七	射束品質評估 (Beam Quality Evaluation) 透視+照像	每年	管電壓峰值為七十千伏特(kVp)，半值層為一點八毫米鋁當量(mmAl)以上，或管電壓峰值為八十千伏特(kVp)，半值層為二點九毫米鋁當量(mmAl)以上
八	輻射曝露率評估 (Exposure Rate Evaluation) 透視	每年	(一) 標準入射曝露率為每分鐘四侖琴以下
			(二) 最大曝露率為每分鐘十侖琴以下
九	參考點累積空氣克馬確認 (Cumulative Air Kerma Accuracy) 透視+照像	每年	參考點測量結果與螢幕顯示值差異為百分之三十五以下

測試工具

多功能固態輻射偵檢器



七、射束品質評估

Beam Quality Evaluation

■ 測試目的

- 確保射束半值層符合標準，以減低病人劑量。

■ 測試儀器

1. 劑量計（游離腔和電量計、固態偵檢器整合型量測儀器）須適用於診斷X光能量量測範圍，且校正日期符合規定。
2. 厚度為1mm或2mm、純度為99%以上鋁濾片數片。
3. 不同材質或厚度以產生臨床常見透視條件之衰減物或假體。

■ 需執行透視及照相模式

七、射束品質評估

Aluminum filters



或



操作程序：

透視模式測試

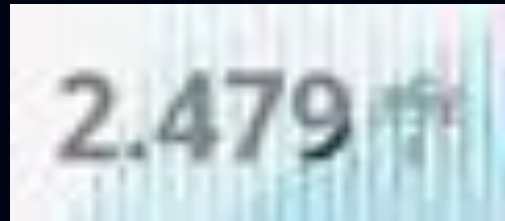
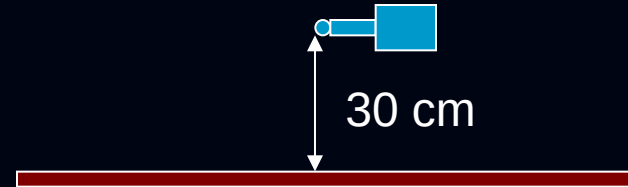
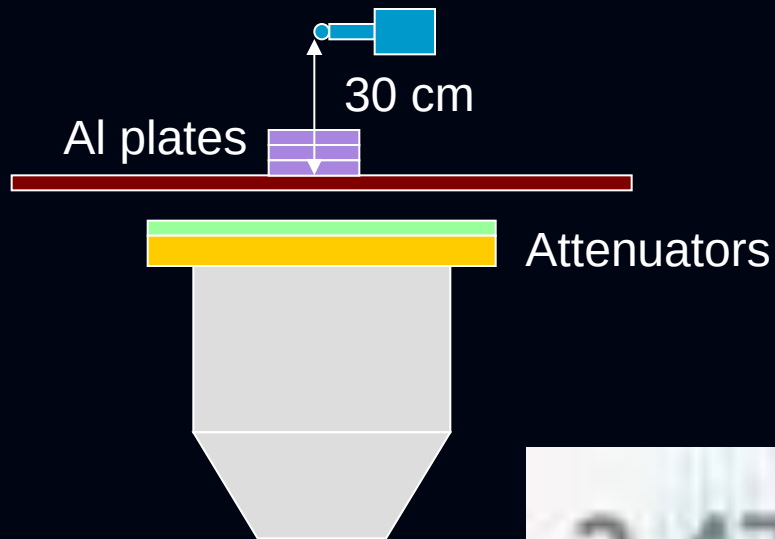
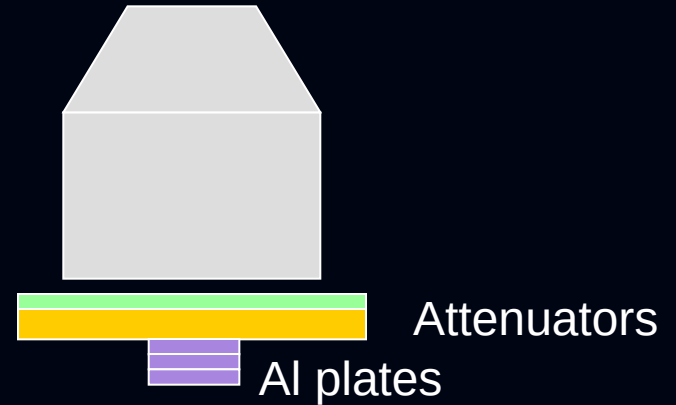
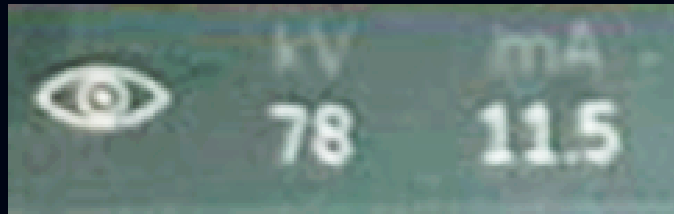
1. 將游離腔放置於 X 光管和影像接收裝置間，準直儀打開至恰可涵蓋劑量計大小。
2. 將可產生臨床常見透視條件之衰減物或假體置於游離腔與影像接收裝置間。
3. 將測量半值層所使用不同厚度之鋁濾放置於游離腔與影像接收裝置間。
4. 游離腔、衰減物及鋁濾片間應有適當距離，以減少散射影響。
5. 記錄測量所得曝露率與測試條件參數，包含管電壓值、管電流值、脈衝寬度、濾片厚度、畫面更新率等。
6. 將鋁濾片於原位置逐片抽出後放置於 X 光管和游離腔中間，測量其曝露率，請確認過程中管電壓、管電流值無明顯變化。
★ AEC 功能無法關閉，為維持管電壓值、管電流值參數，僅可調整鋁濾片擺放位置，切勿改變 X 光路徑衰減物之數量及材質 ★
7. 確認步驟 6 測得結果為步驟 3 測得曝露率之半。
8. 將所有鋁片回放至游離腔與影像接收裝置之間，重新量測曝露率，確認所得結果與步驟 3 相當。
9. 使用固態偵檢器整合型量測儀器，將不同材質厚度衰減物或假體置於 X 光球管與影像接收裝置間，毋需放置鋁片，依其指引手冊操作，記錄儀器所顯示之半值層及條件參數（管電壓、管電流、脈衝寬度、畫面更新率等）。

照相模式

1. 將游離腔放置於 X 光管和影像接收裝置間，準直儀打開至恰可涵蓋游離腔大小。
2. 手動設定管電壓值為 70 或 80 kVp，記錄管電壓值、管電流值及曝露時間。
3. 將游離腔放置於 X 光管和影像接收裝置間，進行單次曝露並記錄曝露量。
4. 於 X 光管與游離腔間逐片放入鋁濾片並進行測量，直到所測得曝露量恰高於步驟 3 一半，記錄管電流、曝露率及濾片厚度。
5. 抽出所有鋁濾片，確認所得曝露量結果與步驟 3 相當。
6. 使用固態偵檢器整合型量測儀器，將不同材質厚度衰減物或假體置於 X 光球管與影像接收裝置間，毋需放置鋁片，其指引手冊操作，記錄儀器所顯示之半值層及條件參數（管電壓、管電流）。

HVL Measurement

Fluoroscopic mode



Use "Dose Rate" (i.e: mR/min, mGy/s) for HVL calculation.

使用鋁片測試範例

Radiographic mode

(added filter: 0.1 mmCu+1mmAl)

kVp	mAs	LFS	
70	80		
mm Al	kVp	msec	mR
0.0	72.39	191.1	109
5.0	73.39	191	54.23
5.5	73.57	191	51.05

$$HVL = \frac{t_b \cdot \ln\left(\frac{E_a}{E_0/2}\right) - t_a \cdot \ln\left(\frac{E_b}{E_0/2}\right)}{\ln\left(\frac{E_a}{E_b}\right)}$$

4.96 mm Al HVL at 70 kVp

Fluoroscopic mode

kVp	mAs	LFS	
70	80		
mm Al	kVp	mA	mR/min
0.0	71	1.7	50
4.5	71	1.8	26.5
5.0	71	1.7	25

5.00 mm Al HVL at 70 kVp

七、射束品質評估

X-Ray Tube Voltage (kilovolt peak)		Minimum HVL (mm of aluminum)			
Designed Operating Range	Measured Operating Potential	Specified Dental Systems 1	I - Other X-Ray Systems 2	II - Other X-Ray Systems 3	
Below 51	30	1.5	0.3	30	0.3
	40	1.5	0.4	40	0.4
	50	1.5	0.5	50	0.5
51 to 70	51	1.5	1.2	51	1.3
	60	1.5	1.3	60	1.5
	70	1.5	1.5	70	1.8
Above 70	71	2.1	2.1	71	2.5
	80	2.3	2.3	80	2.9
	90	2.5	2.5	90	3.2
	100	2.7	2.7	100	3.6
	110	3.0	3.0	110	3.9
	120	3.2	3.2	120	4.3
	130	3.5	3.5	130	4.7
	140	3.8	3.8	140	5.0
	150	4.1	4.1	150	5.4

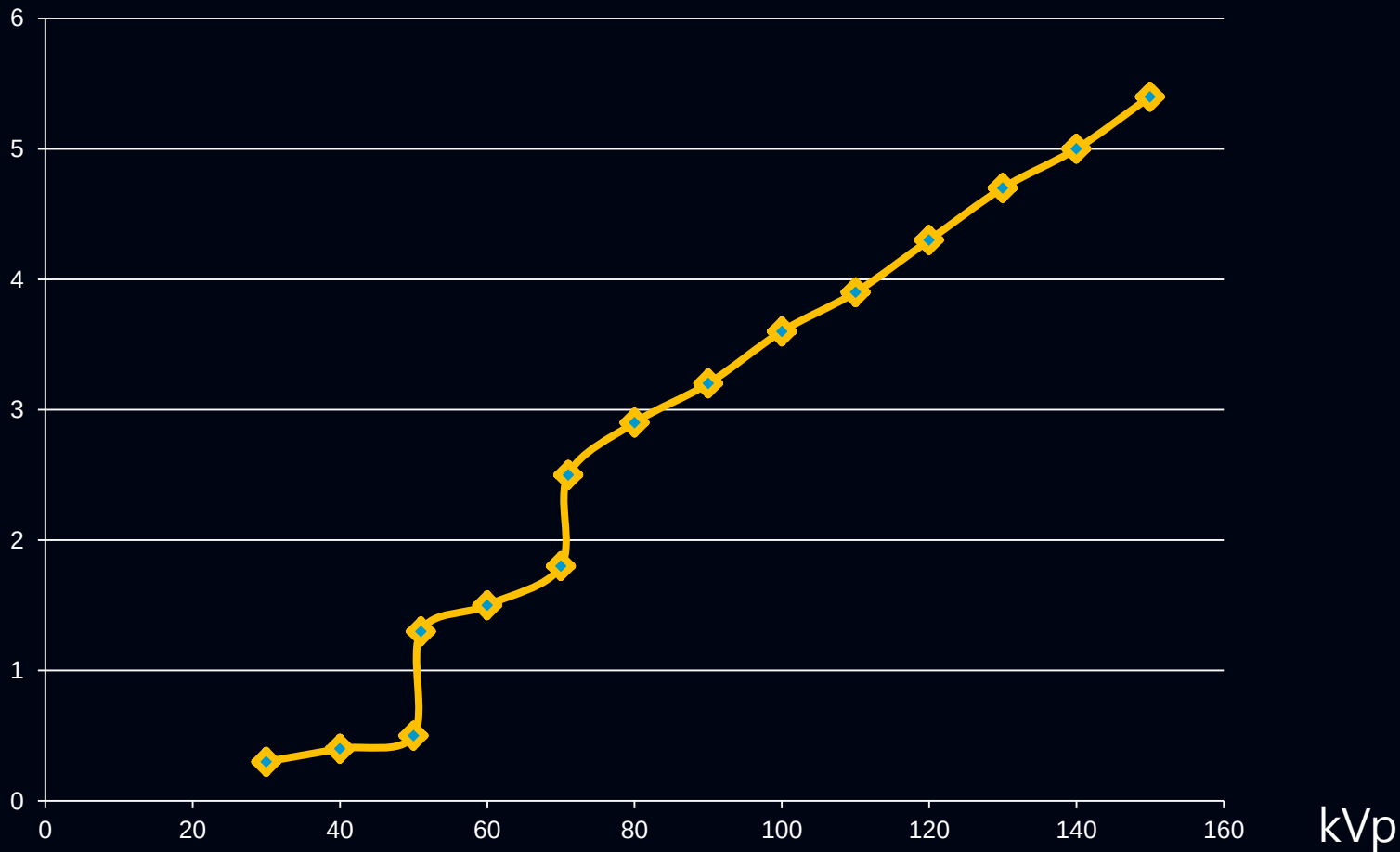
1 Dental x-ray systems designed for use with intraoral image receptors and manufactured after December 1, 1980.

2 Dental x-ray systems designed for use with intraoral image receptors and manufactured before or on December 1, 1980, and all other x-ray systems subject to this section and manufactured before June 10, 2006.

3 All x-ray systems, except dental x-ray systems designed for use with intraoral image receptors, subject to this section and manufactured on or after June 10, 2006.

管電壓與最小半值層

min. HVL



7. 射束品質評估

本項判定結果：☐合格 ☐不合格

透視模式	正管球	
	FOV (inch 或 cm)	6 inches
	管電壓 (kV)	65
	管電流 (mA)	5.3
	測試顯示值 (mm Al)	1.8
	側管球 ☐ 無側管球	
	FOV (inch 或 cm)	
	管電壓 (kV)	
	管電流 (mA)	
	測試顯示值 (mm Al)	
	備註	
照相模式	正管球	
	FOV (inch 或 cm)	6 inches
	管電壓 (kV)	75
	管電流 (mA) 值	12
	測試顯示值 (mm Al)	2.9
	側管球 ☐ 無側管球	
	FOV (inch 或 cm)	
	管電壓 (kV)	
	管電流 (mA) 值	
	測試顯示值 (mm Al)	
	備註	

七、射束品質評估

■ 判定準則

1. 70 kVp所量得半值層 (HVL) ≥ 1.8 mmAl
2. 80 kVp所量得半值層 (HVL) ≥ 2.9 mmAl
3. 以其他管電壓峰值進行測量須符合下表規定：

管電壓峰值 (kVp)	半值層結果 (mmAl)	管電壓峰值 (kVp)	半值層結果 (mmAl)	管電壓峰值 (kVp)	半值層結果 (mmAl)
30	0.3 以上	80	2.9 以上	130	4.7 以上
40	0.4 以上	90	3.2 以上	140	5.0 以上
50	0.5 以上	100	3.6 以上	150	5.4 以上
60	1.5 以上	110	3.9 以上		
70	1.8 以上	120	4.3 以上		

八、輻射曝露率評估

Exposure Rate Evaluation

■ 測試目的

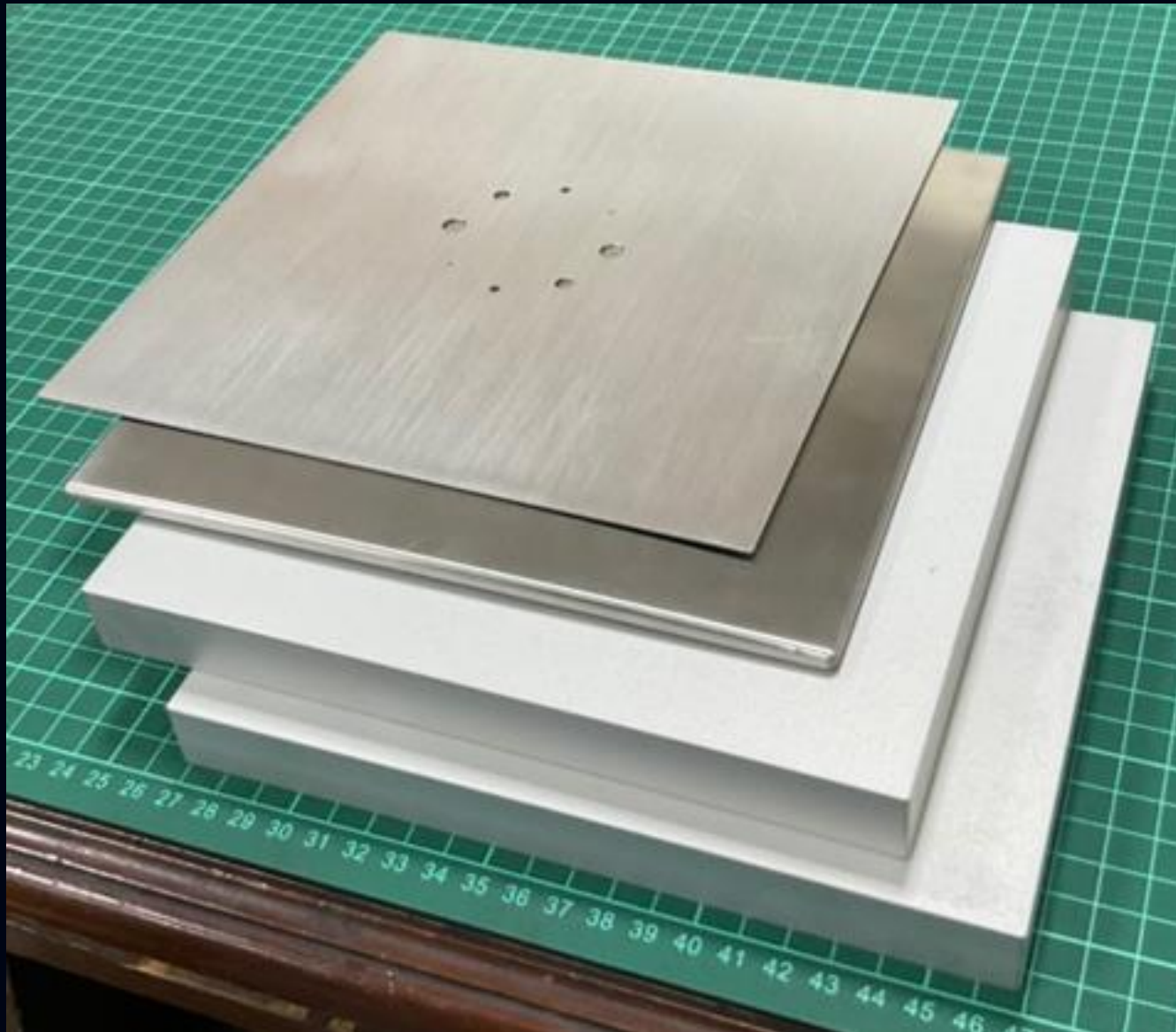
- 量測透視模式之標準成人體型假體入射曝露率及設備之最大曝露率。

■ 測試設備

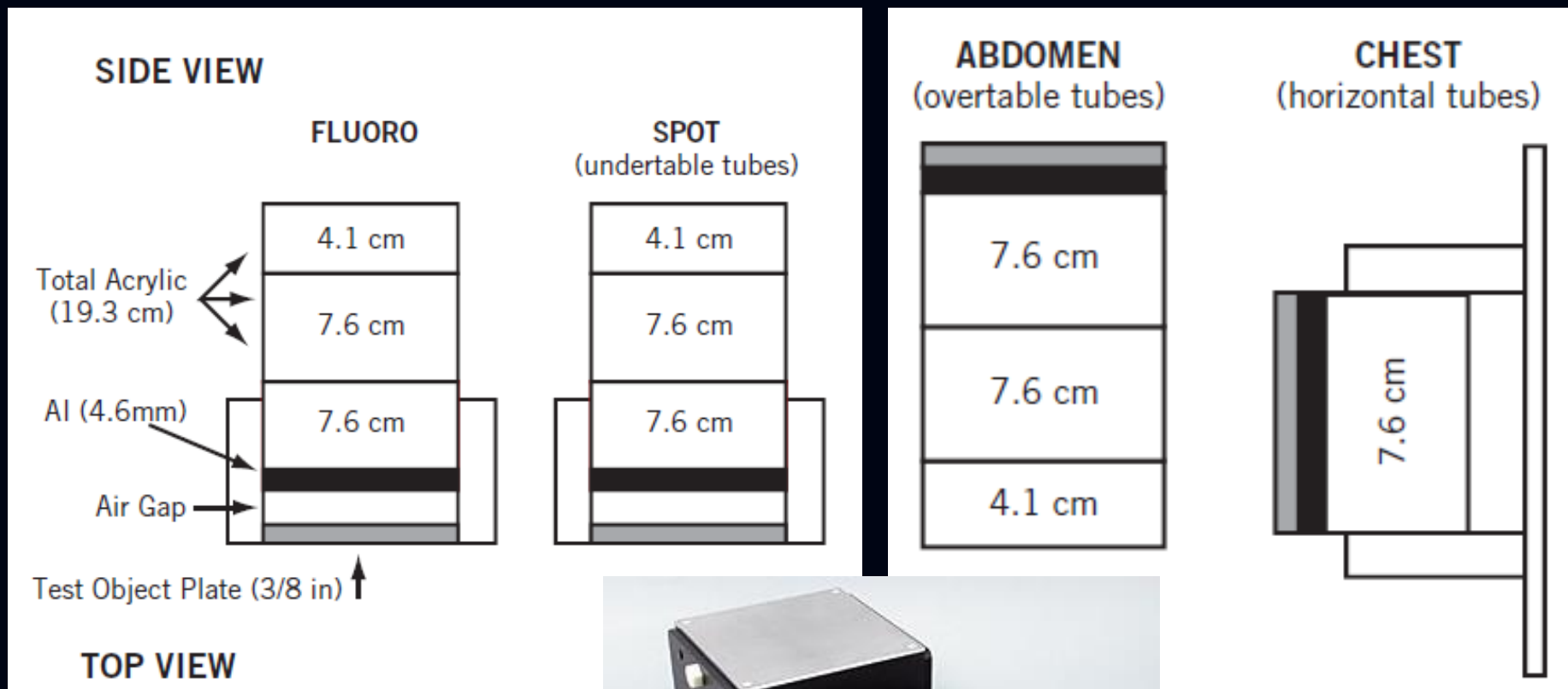
1. 劑量計（游離腔和電量計、固態偵檢器整合型量測儀器）須適用於診斷X光能量量測範圍，且校正日期符合規定。
2. 標準成人體型假體：38mm鋁板與0.5mm銅片組合。（代表75公斤典型成人體型）
3. 鉛片、鉛板或鉛衣數件。
4. 假體支撐物，使假體距離檢查床至少10cm。

■ 以透視模式執行

Attenuation Phantom



ACR R/F QA Phantom



註五：第八項所稱標準成人體型假體係指38毫米鋁板與0.5毫米銅片組合。

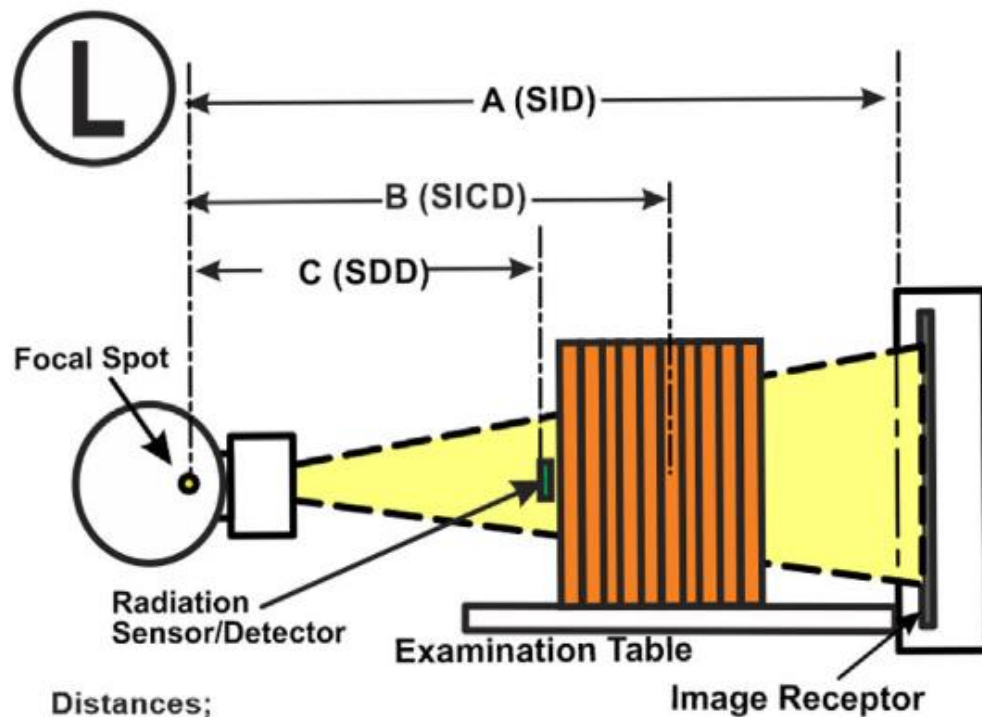


八、(一)標準入射曝露率

操作程序：

標準成人體型假體入射曝露率

1. 依據臨床常用的透視攝影模式放置鉛柵。 →影像接收裝置
2. 劑量計放置於距離影像接收裝置表面 30 cm 處。→AAPM rpt .272
3. 假體放置於劑量計與影像接收裝置間，確認假體與劑量計對準透視照野中心。
4. 以一般劑量模式及臨床常用 FOV，針對典型成人體型假體進行量測。
5. 記錄曝露率測量結果與所使用曝露條件（管電壓值、管電流值、脈衝寬度、畫面更新率等）

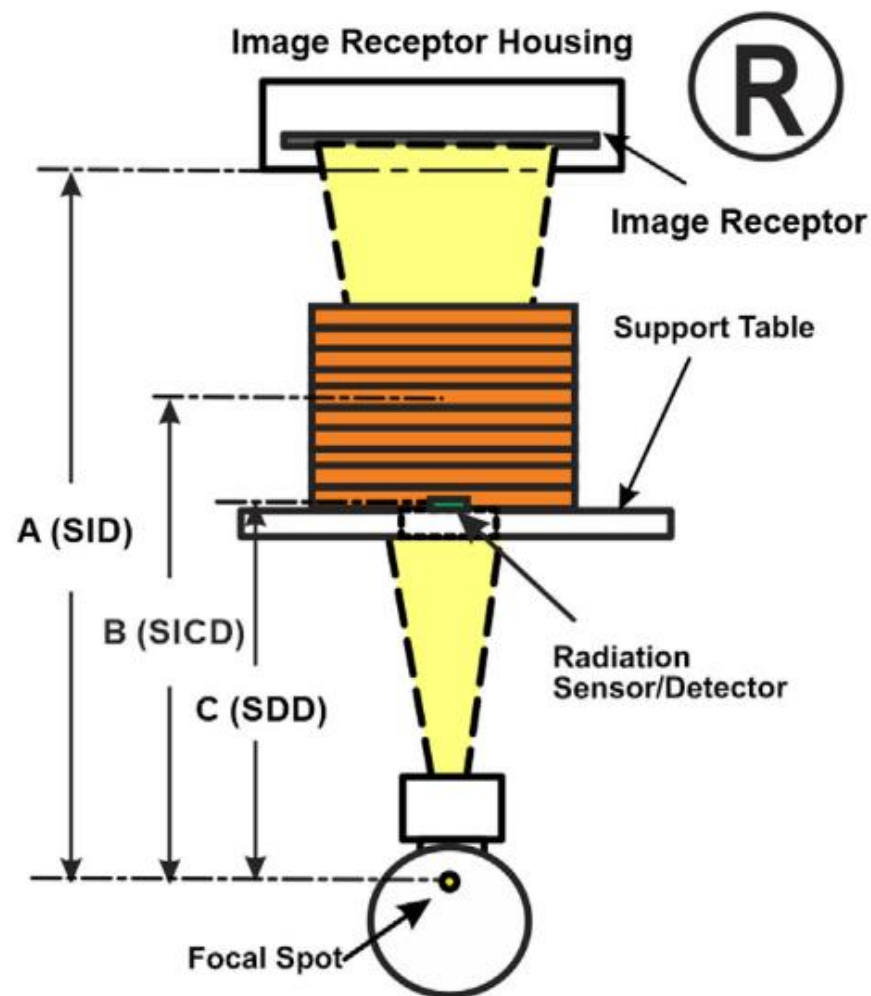


Distances;

A: Source-to-Image Receptor Distance. (SID)

B: Source-to-Iso Center Distance. (SICD)

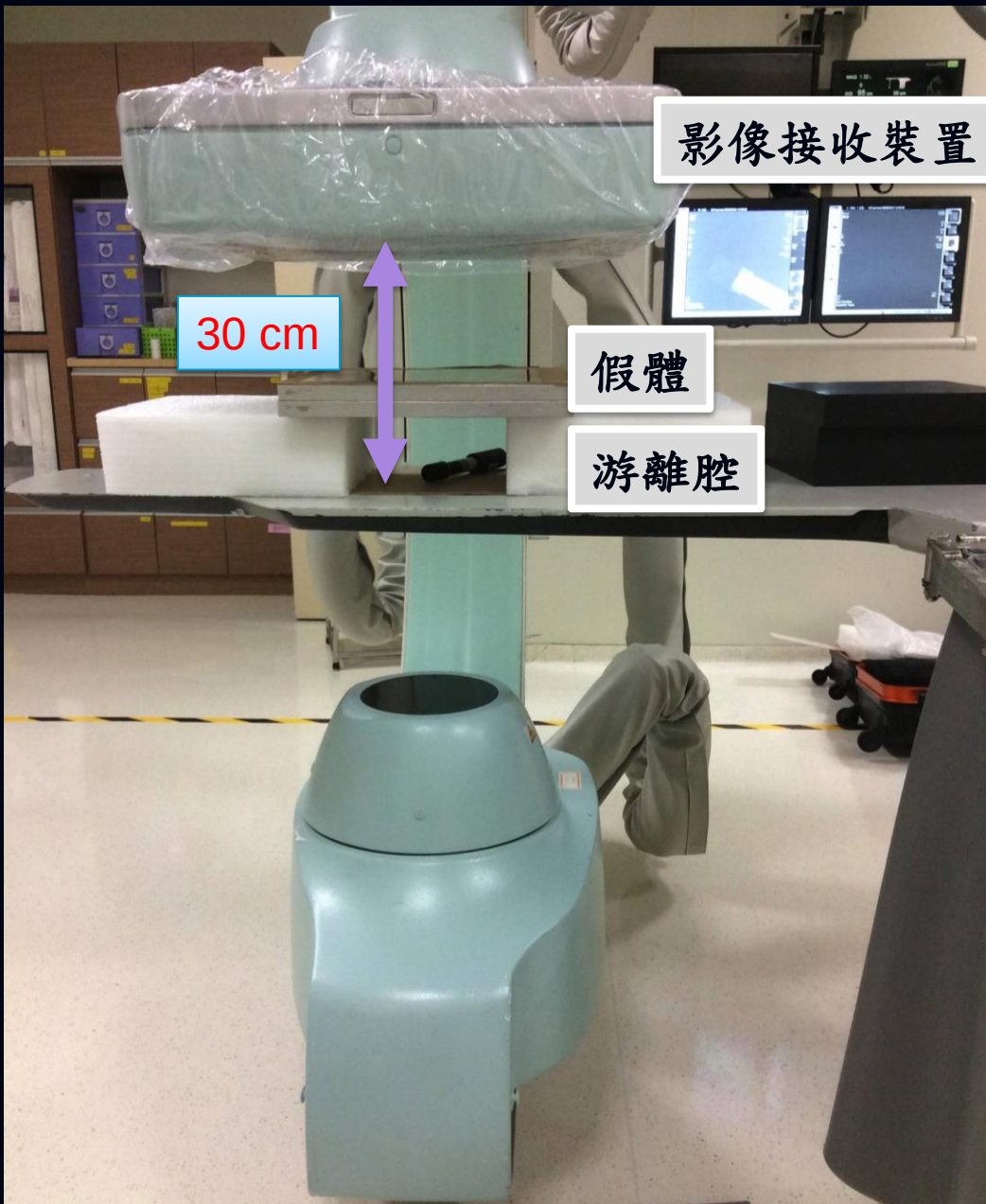
C: Source-to-Detector Distance (SDD) located at Patient Exposure Reference Point. (PERP)



八、輻射曝露率評估

- 八、(一)標準入射曝露(率)測量位置：
 - 針對X光管在檢查床下方的系統：放在檢查床上方1公分。
 - 針對X光管在檢查床上方的系統：放在檢查床上方30公分。
 - 針對C型臂 (C-arm)的系統：放在距離影像接收裝置表面30公分處。
 - 針對側向透視攝影系統：放在檢查床上方，置於離檢查床中線往X光管方向15公分處。

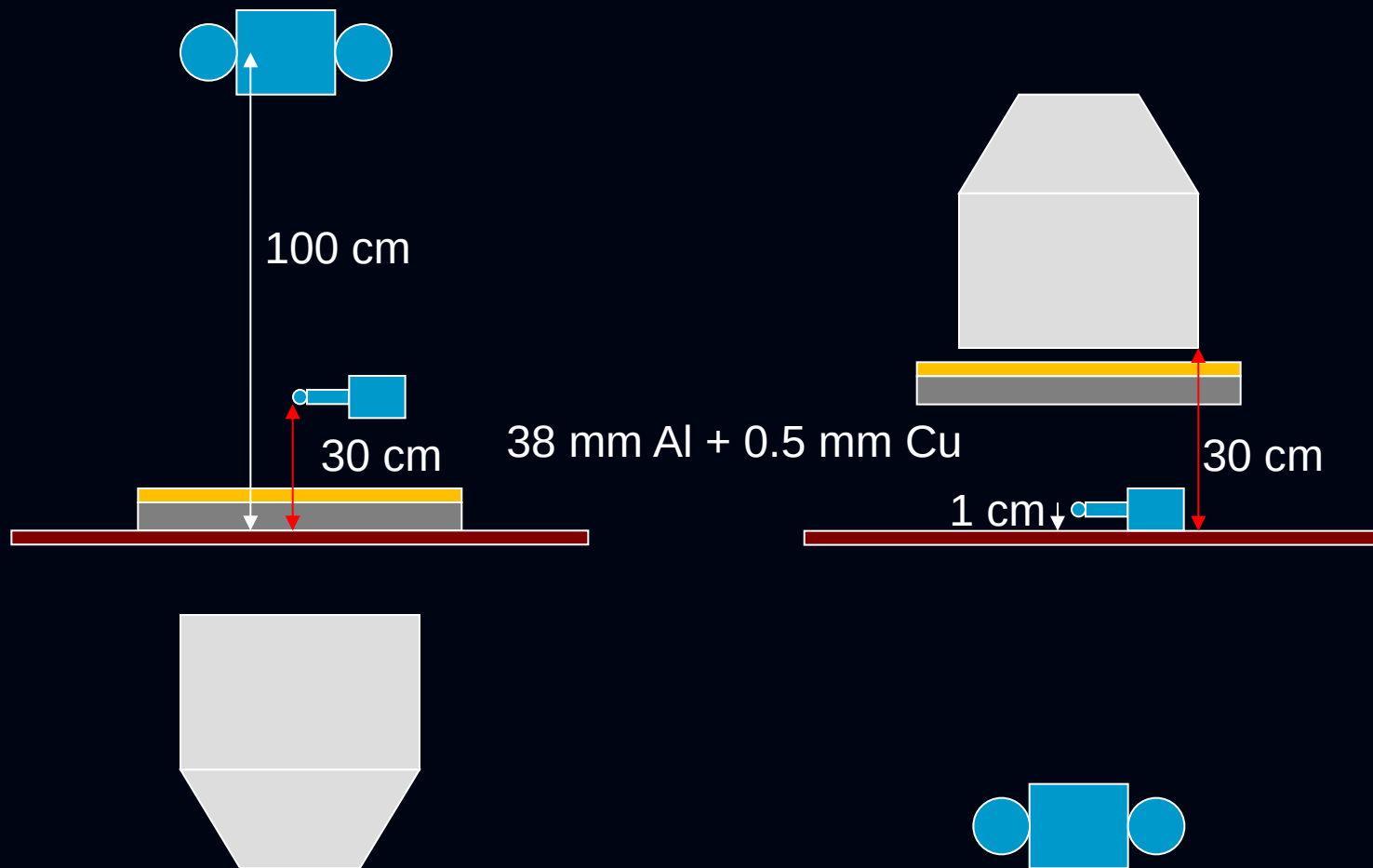
(一)標準入射曝露率



使用臨床上常用
程序之條件

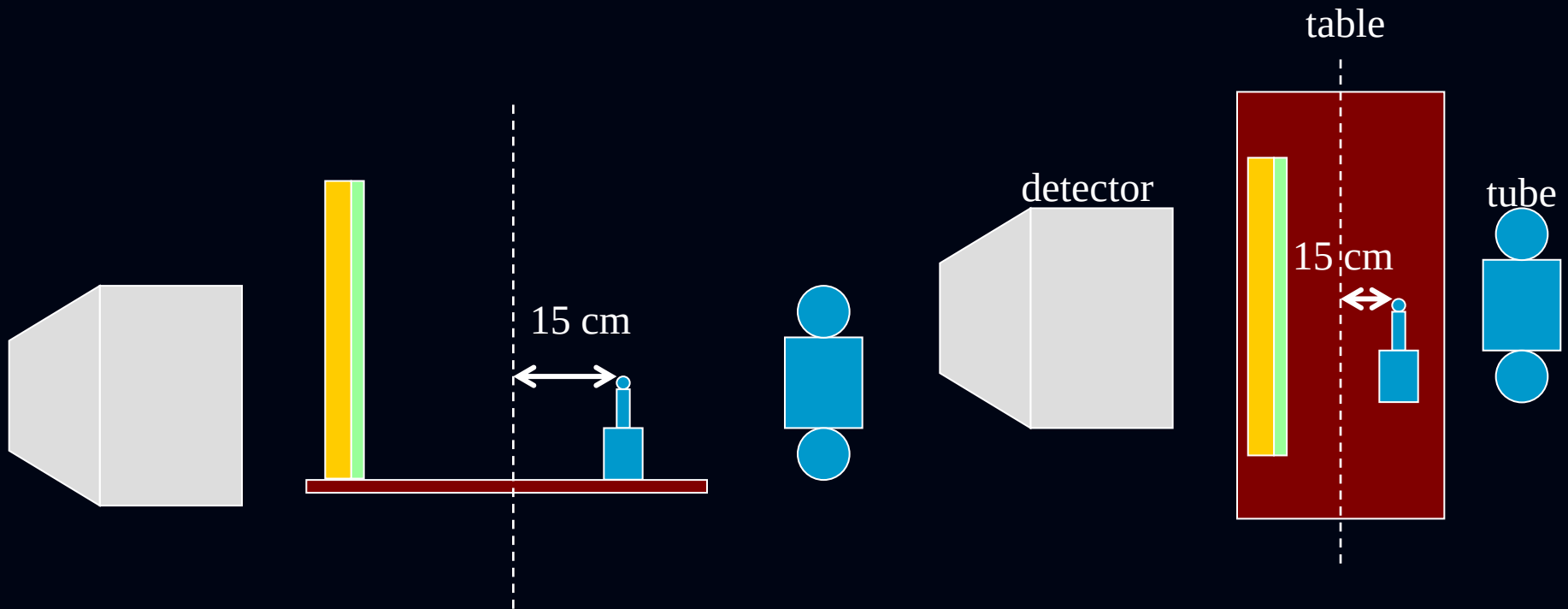
註五：第八項所稱標準成人體型假體係指38毫米鋁板與0.5毫米銅片組合。

(一)標準入射曝露率

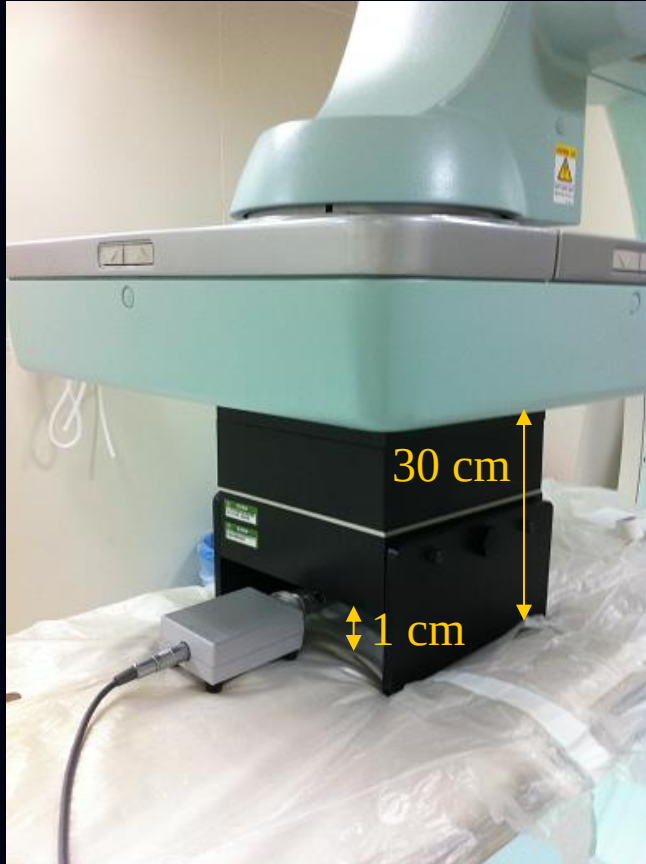


(一)標準入射曝露率

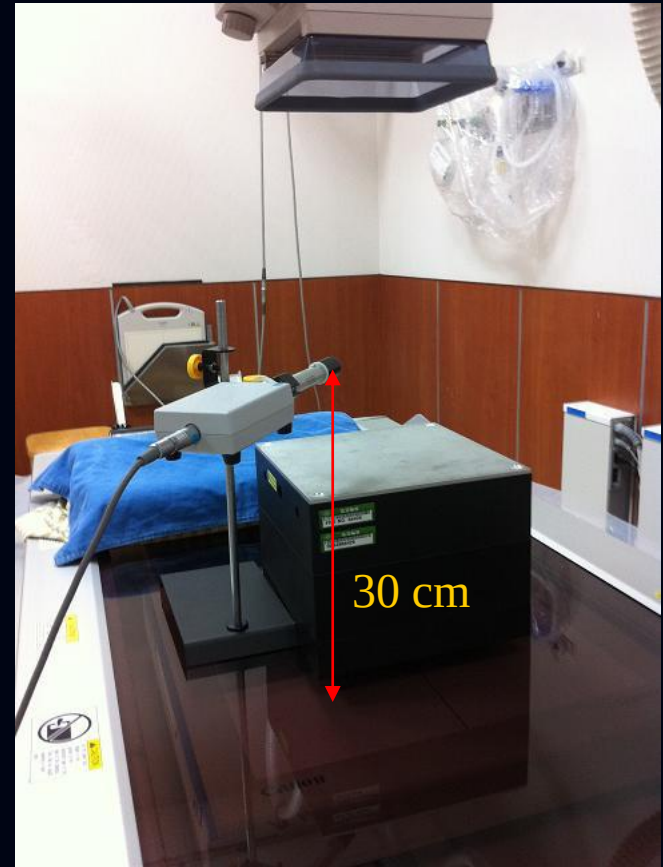
Lateral 方向



(一)標準入射曝露率



Under-table系統



Over-table系統

(一)標準入射曝露率



(一)標準入射曝露率為每分鐘四命琴(34.9 mGy)以下

標準成人體型假體之入射曝露率

正管球

衰減物或假體	鋁塊、銅片
FOV (inch 或 cm)	6 inches
畫面更新率 (fps)	30 fps
管電壓 (kV)	65
管電流 (mA)	5.3
入射曝露率 (R/min)	2.6

備註

側管球 ☐ 無側管球

衰減物或假體	
FOV (inch 或 cm)	
畫面更新率 (fps)	
管電壓 (kV)	
管電流 (mA)	
入射曝露率 (R/min)	

備註

(二)最大曝露率

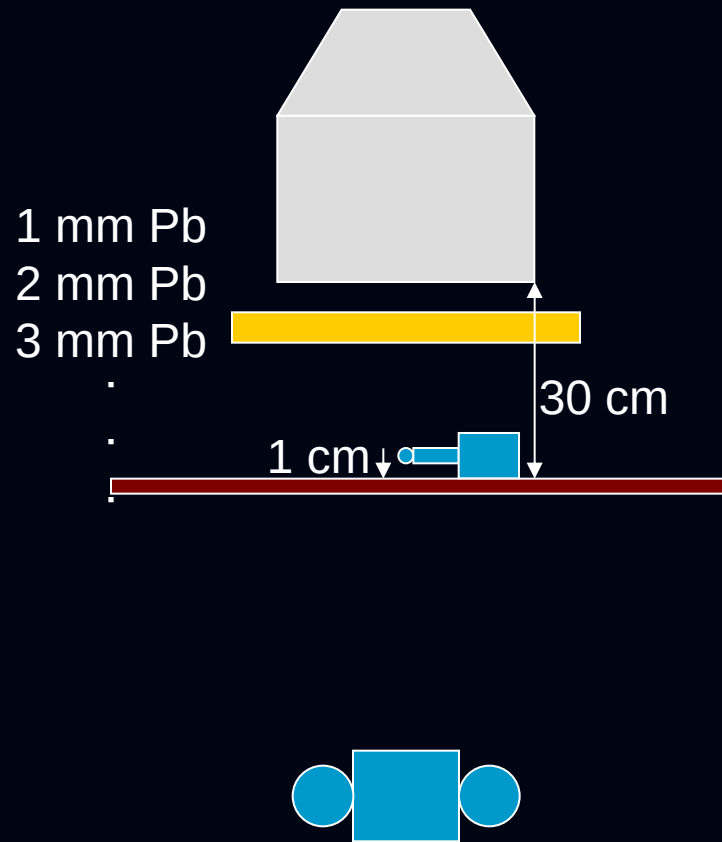
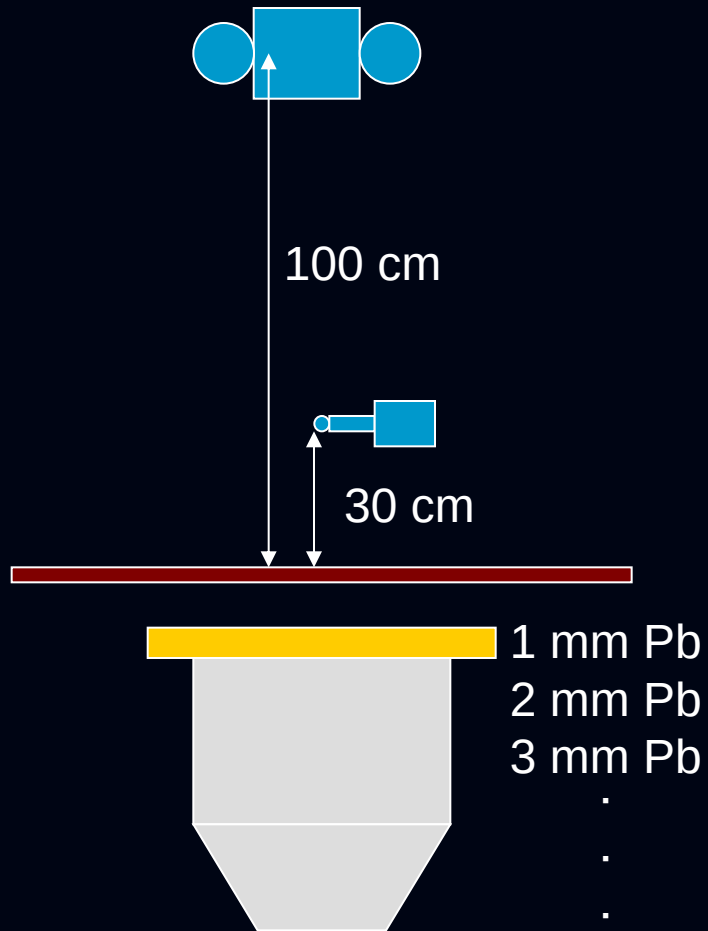
最大曝露率

1. 依據臨床常用的透視攝影模式放置鉛柵。
2. 將鉛衣或鉛片放置於劑量計與影像接收裝置之間。
3. 將 SID 縮到最短，使 X 光管與游離腔的距離最短。
4. 將劑量計對準透視視野中心，準直儀開至最大。
5. 以一般劑量模式及最大 FOV 進行量測。
6. 記錄最大曝露率測量結果與所使用曝露條件（管電壓值、管電流值、脈衝寬度、畫面更新率等）。

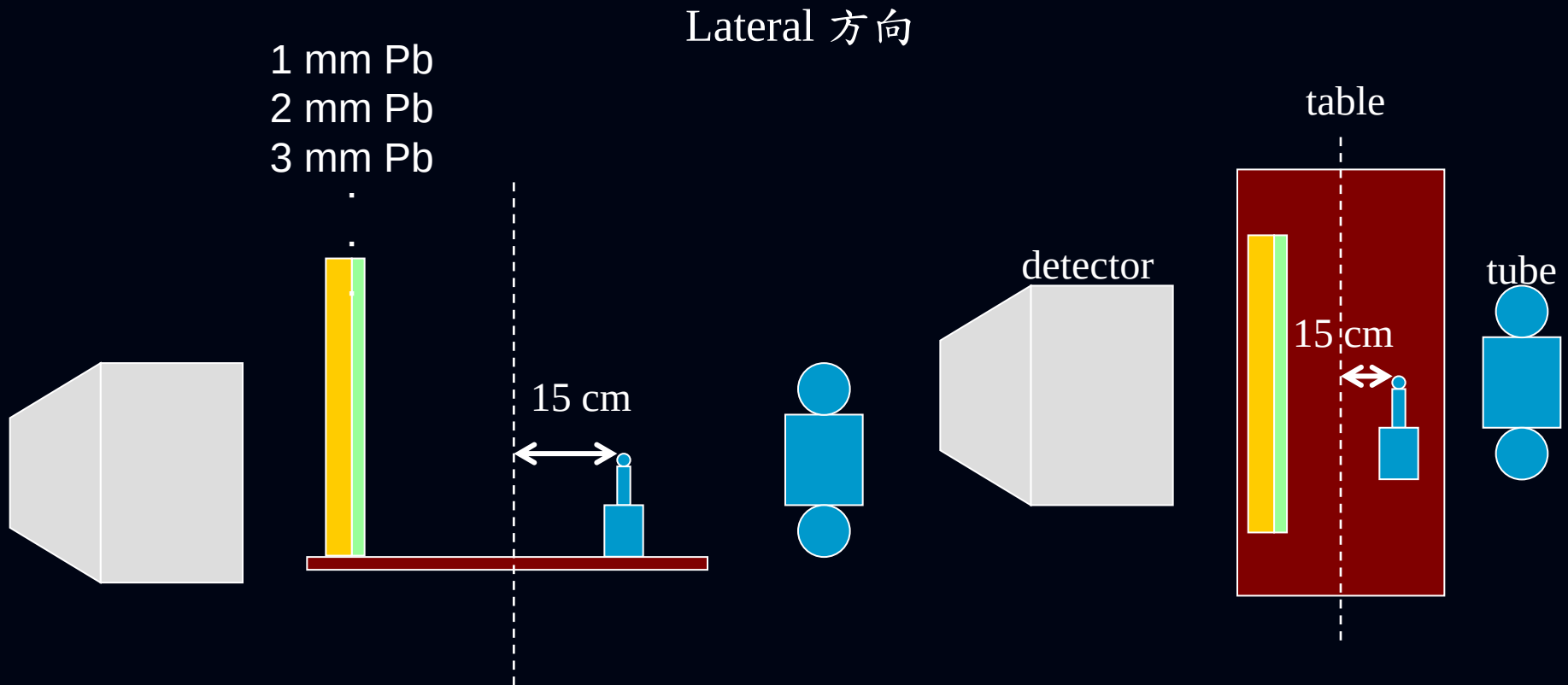


+ 增加鉛衣或鉛片厚度，直到曝露條件(kV、mA)不再增加。

(二)最大曝露率



(二)最大入射曝露率



最大曝露率

本設備最大輸出管電壓： 115 (kV)

正管球

衰減物或假體

鋁塊、銅片

FOV (inch 或 cm)

6 inches

畫面更新率 (fps)

30 fps

管電壓 (kV)

115

管電流 (mA)

12.5

最大曝露率 (R/min)

8.8

備註

側管球

☐ 無側管球

衰減物或假體

FOV (inch 或 cm)

畫面更新率 (fps)

管電壓 (kV)

管電流 (mA)

最大曝露率 (R/min)

備註

八、輻射曝露率評估

Exposure Rate Evaluation

■ 判定準則：

- (一)標準入射曝露率為每分鐘四倫琴(34.9 mGy)以下
- (二)最大曝露率為每分鐘十倫琴(87.3 mGy)以下

9.參考點累積空氣克馬之確認

■ 測試目的

- 確認設備參考點累積空氣克馬顯示值正確性。
- 設備參考點可能為下列之一：
 - (1) 符合美國食品藥物監督管理局（FDA）參考點定義：影像接收裝置之輸入端前方30 cm處。
 - (2) 符合國際電工委員會（IEC）之參考點定義：從旋轉中心（isocenter）往X光管方向15 cm處。
 - (3) 設備製造廠商定義之參考點。

■ 測試設備

1. 劑量計（游離腔和電量計、固態偵檢器整合型量測儀器）須適用於診斷X光能量量測範圍，且校正日期符合規定。
2. 不同材質或厚度以產生臨床常用透視條件之衰減物或假體。
3. 捲尺。

■ 需執行透視及照相模式

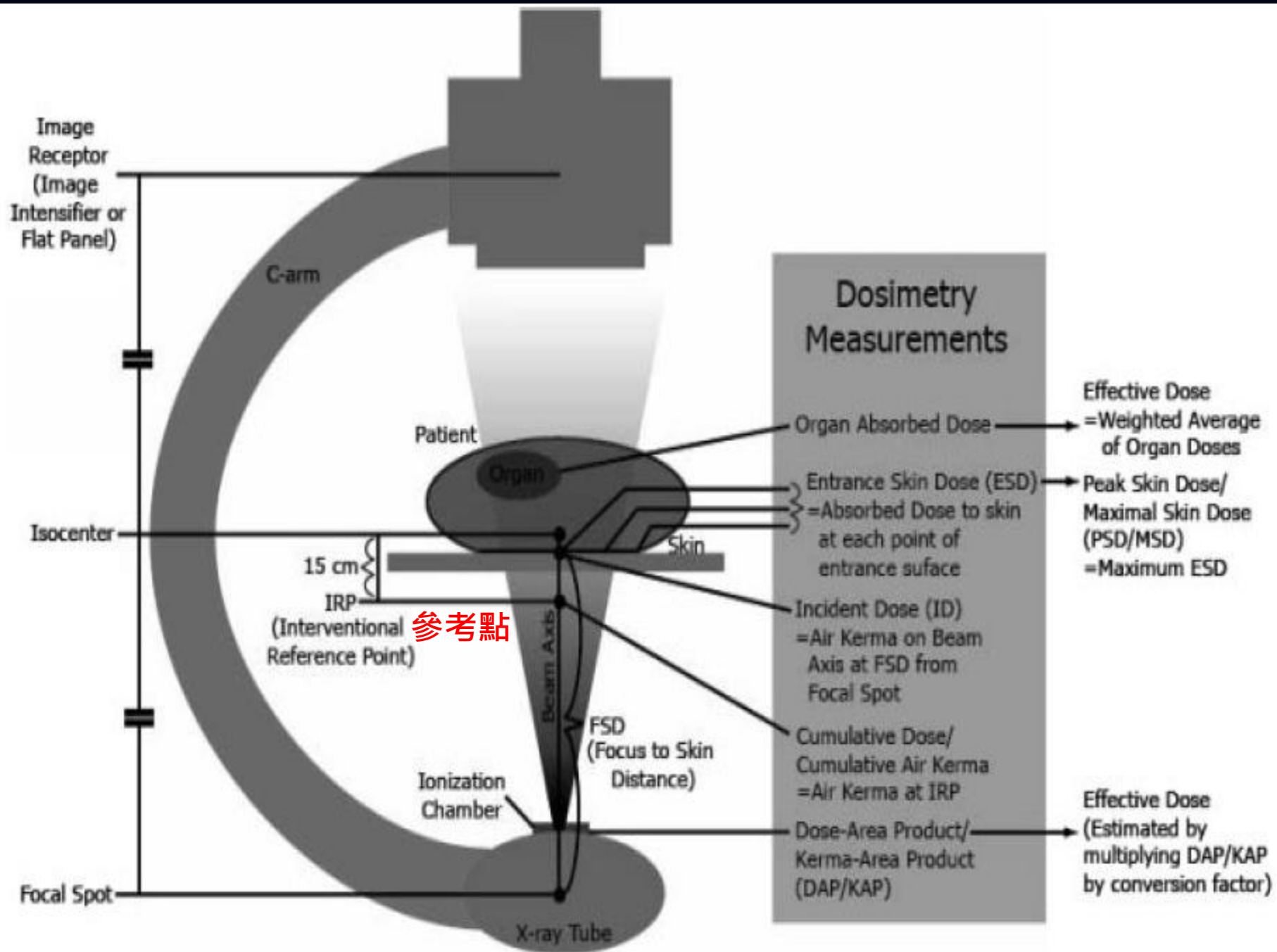
9. 參考點累積空氣克馬之確認

- Exp fr/s
 - Frame rate per second
- Fluo
 - Fluoroscopic mode
- Time
 - Fluoroscopy time
- AK mGy
 - Air Kerma
- DAP mGym²
 - Dose-Area Product

Exp fr/s	30
Fluo	Normal
Time	19:29
AK mGy	1484.90
DAP mGycm ²	184522

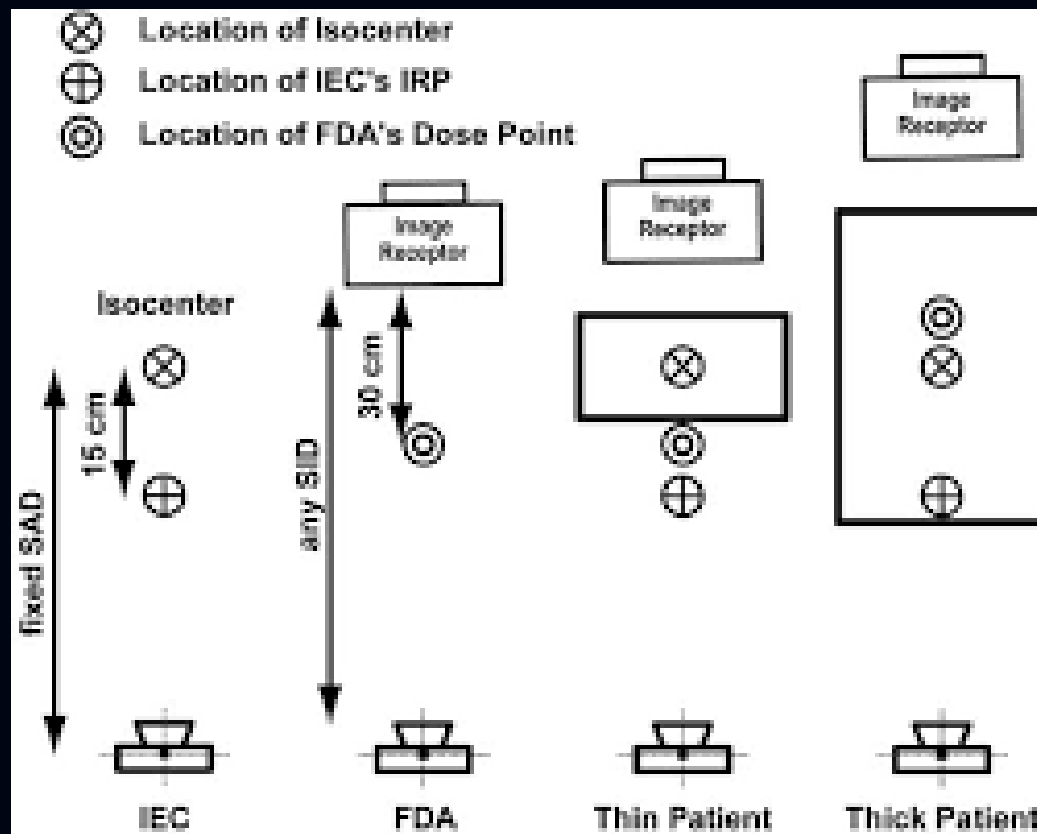
IRP : Interventional Reference Point
PERP : Patient Entrance Reference Point

Cumulative Air Kerma
= exposure at IRP/PERP



PERP of FDA and IEC

SAD :
Source-Axis Distance
(generally 100 cm)



IEC 60601-2-43 ("Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for interventional procedures")

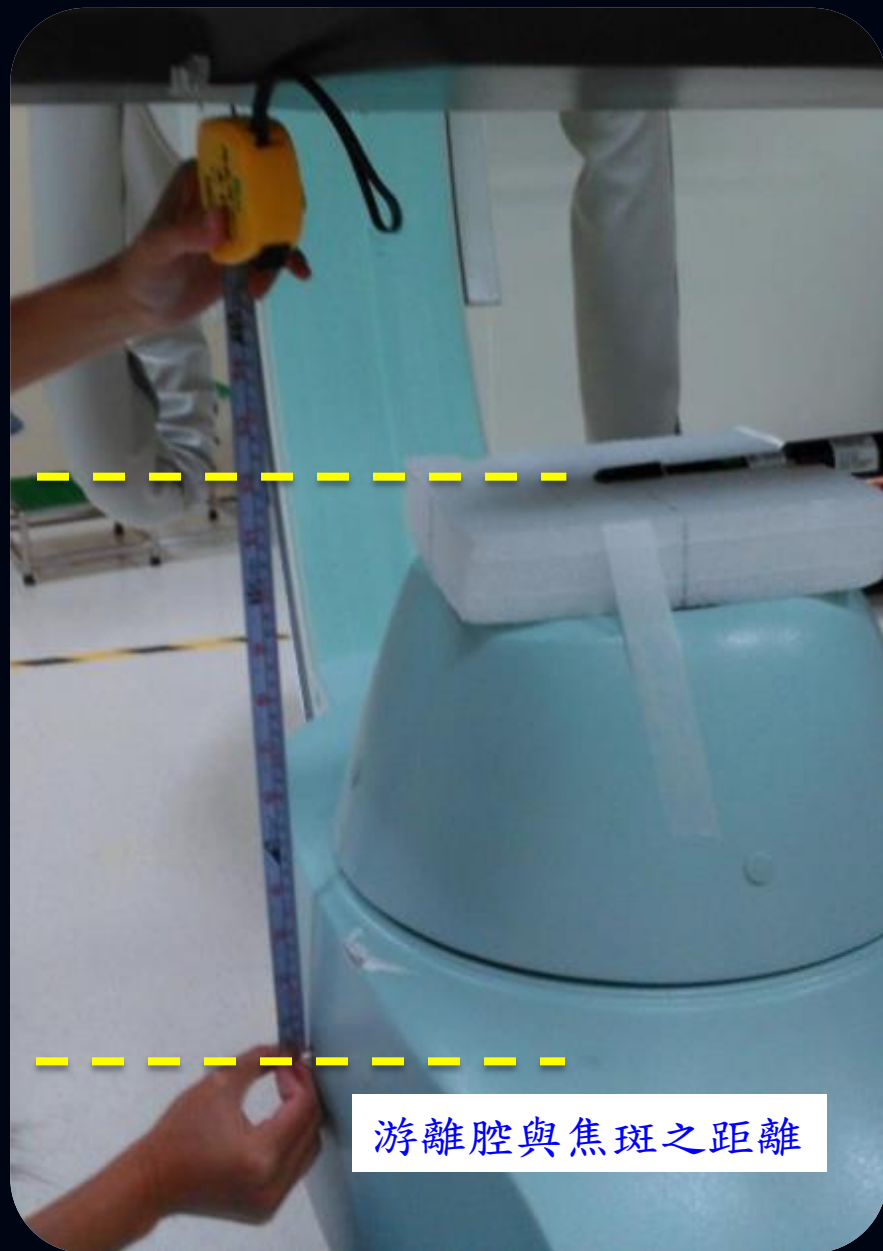
The cumulative air kerma is available on most interventional C-arm X-ray equipment since 2006, when it became mandated by the **FDA**.

透視模式測試

1. 將假體或衰減物放置於檢查床上，設定臨床最常使用的 SID。
2. 將劑量計置於設備製造廠商定義之參考點位置。倘若擺放不易，可將劑量計放置於 X 光管與影像接收裝置間，記錄劑量計與焦斑之距離，並依參考點校正方式決定測量點與檢查床相對位置。
3. 將劑量計對準透視照野中心，準直儀開至最大。
4. 使用臨床常用透視條件，透視適當時間，獲足夠累積輻射輸出（透視時間至少 3 秒以上且累積劑量可達 100 毫格雷或 10 侖琴），並記錄測量值與此透視期間之螢幕顯示值。
★若步驟 2 之劑量計非位於參考點位置，則將步驟 4 測量值根據平方反比關係推算參考點處累積空氣克馬值。★

照相模式測試

除改以照射模式輸出輻射進行測量外，所有步驟皆與透視模式相同。

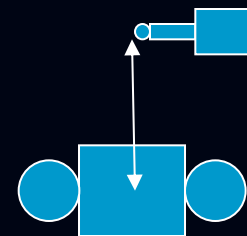
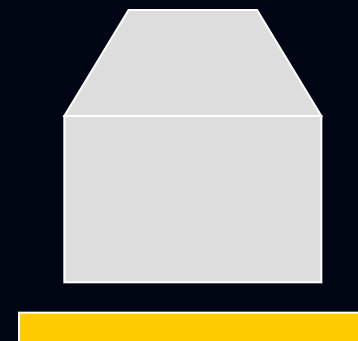


游離腔與焦斑之距離

參考點累積空氣克馬

- 依參考點校正方式決定測量點與檢查床相對位置。
- 根據平方反比關係推算參考點處的累積空氣克馬值

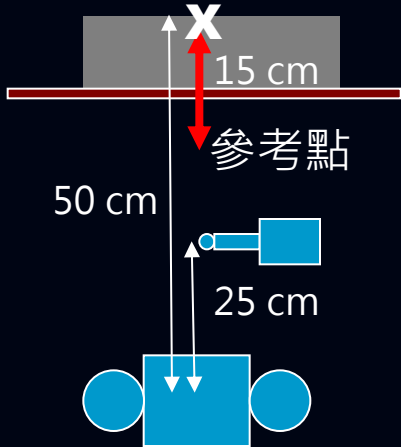
Vender	Model	Ref point (cm)
GE	Discovery IGS	67
Philips	Allura with Clarity	61.5
Siemens	Artis Q	63.5
Siemens	Artis Q.zen	60
Siemens	Artis Zee	63.5
Siemens	Artis Zeego	63.5
US FDA	ALL	30 (IR toward tube)



透視模式	正管球	
	管電壓 (kV)	65
	管電流 (mA)	5.2
	畫面更新率 (fps)	30
	參考點與焦斑之距離 (cm)	35
	劑量計與焦斑之距離 (cm)	35
	[劑量計與焦斑之距離 / 參考點與焦斑之距離] ²	1
	劑量計累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	1234
	參考點累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	1234
	螢幕顯示值 (R 或 mGy)	1100
	參考點測量值與顯示值差異 (%)	12.18%
	側管球	☐ 無側管球
	管電壓 (kV)	
	管電流 (mA)	
	畫面更新率 (fps)	
	參考點與焦斑之距離 (cm)	
	劑量計與焦斑之距離 (cm)	
	[劑量計與焦斑之距離 / 參考點與焦斑之距離] ²	
	劑量計累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	
	參考點累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	
	螢幕顯示值 (R 或 mGy)	
	參考點測量值與顯示值差異 (%)	
	備註	

照相模式	正管球	
	管電壓 (kV)	65
	管電流 (mA) mAs	38
	畫面更新率 (fps)	N/A
	參考點與焦斑之距離 (cm)	35
	劑量計與焦斑之距離 (cm)	25
	〔劑量計與焦斑之距離 / 參考點與焦斑之距離〕 ²	1.96
	劑量計累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	1.87
	參考點累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	0.95
	螢幕顯示值 (R 或 mGy)	1.21
	參考點測量值與顯示值差異 (%)	-21.49%
	側管球	☐ 無側管球
	管電壓 (kV)	
	管電流 (mA)	
	畫面更新率 (fps)	
	參考點與焦斑之距離 (cm)	
	劑量計與焦斑之距離 (cm)	
	〔劑量計與焦斑之距離 / 參考點與焦斑之距離〕 ²	
	劑量計累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	
	參考點累積空氣克馬值 (R 或 mGy)	
	螢幕顯示值 (R 或 mGy)	
	參考點測量值與顯示值差異 (%)	
	備註	

評估參考點累積空氣克馬



測得讀數：2500 mGy (@ 25 cm)

參考點-輻射源距離 = 50 - 15 = 35 cm

參考點輻射劑量 = $2500 \times \frac{25^2}{35^2} = 1275.51 \text{ mGy}$

Exp fr/s	30
Fluo	Normal
Time	19:29
AK mGy	1484.90
DAP mGycm ²	184522

參考點測量結果與螢幕顯示值差異

$$\frac{1484.9 - 1275.51}{1275.51} = 0.1642$$

= 16.42% **Passed**

判定準則：

參考點測量結果與螢幕顯示值差異
為百分之三十五以下

請多指教

本日實作課程計畫

- A(1、4、7)、B(2、5、8)、C(3、6、9)共3組