

# PICKER PQ Series CT

## 單切片系統

電腦斷層掃描儀醫療暴露品質保證作業

非年度品質控管建議執执行程序書



適用機型：

PICKER PQ Series

PQS/PQ2000/PQ5000/PQ6000

友信行股份有限公司

UNISON CO. LTD

前言：

本程序書乃依據「輻射醫療暴露品質保證標準」規範電腦斷層掃描儀之非年度品保項目，所撰寫出的參考範本，詳列出各項目的目的、建議實施頻率、測試所需設備、測試步驟、和效能判定準則與修正措施。本程序書部份測試使用美國放射學院的電腦斷層認證假體，或PICKER 提供的原廠假體，可應用於放射診斷科PICKER PQ Series 各型號的電腦斷層掃描儀。

如有跨類別(診斷、治療、核醫)使用之電腦斷層掃描儀，其各類別之每日品保項目，必須於各類別之當日檢查前執行。

基準值係指(1)本法施行後、(2)更換會影響品保結果之相關零件後或(3)新機接收後所建立之基準值。

## 每日品保測試 **Daily Quality Assurance**

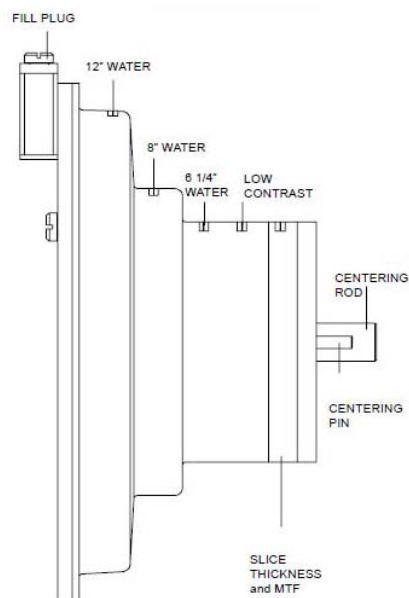
### 一、目視檢查 **Visual inspection**

- 1 目的：以目視方式確認整個電腦斷層系統的安全性。
- 2 測試所需設備：無。
- 3 測試步驟：
  - 3.1 目視定位（機架）雷射燈功能是否正常。
  - 3.2 目視所有指示燈功能及操作電腦功能是否正常，包含輻射使用中、儀表面板...等。
  - 3.3 測試指示病人的揚聲器功能是否正常。
  - 3.4 目視監控病人的攝影機、監視器等功能是否正常。
  - 3.5 測試安全連鎖裝置功能是否正常。
- 4 效能判定準則：

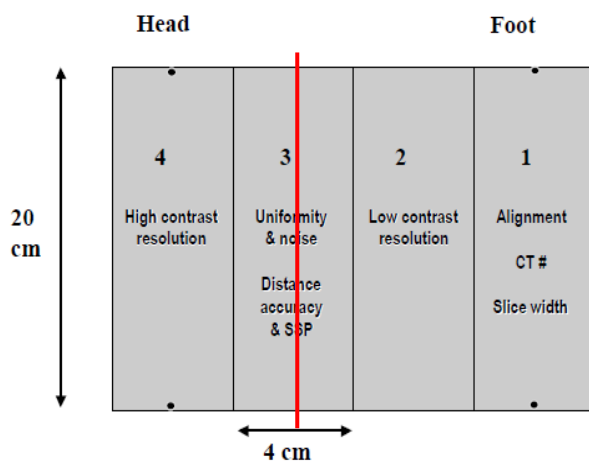
表列各項檢查功能都正常。

## 二、水假體影像CT值準確度及假影評估 Water CT number accuracy and artifact evaluation

- 1 目的：測定水CT值準確度與檢查是否有假影。
- 2 測試所需設備：電腦斷層設備廠商所提供假體或其他市售直徑約20公分至30公分之均質水(或等效水)假體。



圖一：PICKER 原廠假體



圖二：ACR CT 測試假體

### 3 測試步驟：

- 請使用常規成人腹部(MEDIUM ABDOMEN)掃描條件進行測試。

#### 3.1 安裝測試假體：

3.1.1 PICKER原廠假體：將PICKER原廠假體的固定架安裝於檢查床上，再將 PICKER原廠假體安裝在固定架上，移動檢查床使假體位於機架中心，並將12”WATER水假體層的中心標示與切面雷射對準（如圖一）。

3.1.2 ACR CT測試假體：將ACR CT測試假體與固定架安裝於檢查床上，移動檢查床使假體位於機架中心，將定位雷射對準Module 3直接掃描（如圖二）。

3.2 設定在窗寬為100，窗高為0 的條件下確認重組後影像是否有假影，使用面積約400 mm<sup>2</sup>之ROI在中心區域內測量平均CT 值。

### 4 效能判定準則與修正措施：

4.1 評估影像是否有假影(如：條狀、環狀假影等)。

4.2 水CT 值應在 $\pm 7$  HU 之內。

4.3 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

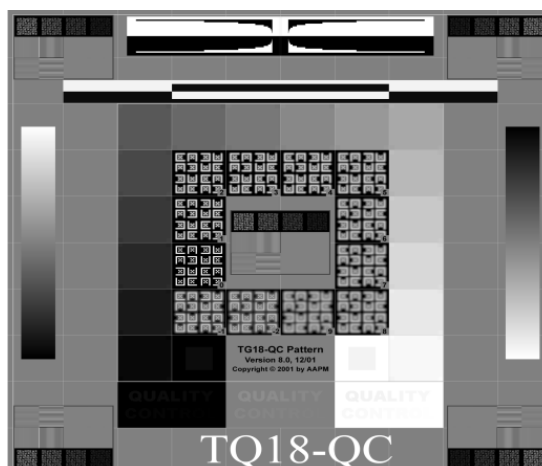
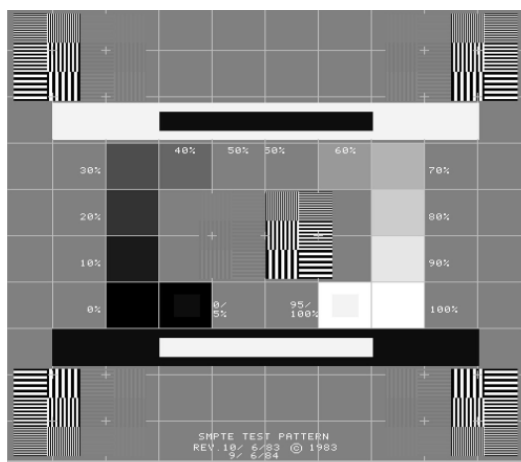
## 每月品保測試 Monthly Quality Assurance

### 一、擷像工作站影像顯示評估 Acquisition display devices evaluation

1 目的：確保擷像工作站之螢幕的品質符合標準

2 測試所需設備：

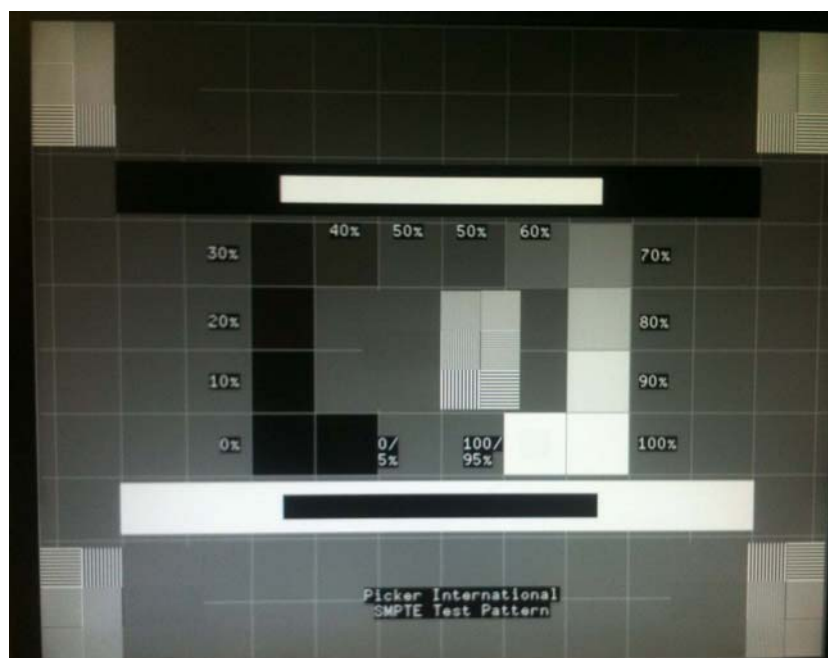
Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)測試圖 或The American Association of Physicists in Medicine(AAPM) TG18-QC(task group 18)測試圖。



3 測試步驟： 擷像工作站之SMPTE測試

3.1 進入工程師模式(REGULUS MODE),執行IQ>monitor,

3.2 選擇(5)SMPTE test pattern 顯示SMPTE圖像。



### 3.3 評估下列項目：

- A. 0%~5%及95%~100%之低對比方塊是否清楚可分辨。若不能辨識5%方塊，則在更暗的房間光線下再做一次此測試。
- B. 0%至100%十一個灰階方塊是否皆清楚可分辨。
- C. 用肉眼觀察螢幕的性能，是否找出可見的條紋假影、失真與陰影。
- D. 於四個角落及中間之高對比線對，不論是平行與垂直方向，是否皆能分辨從最寬至最窄的線對。

### 4 效能判定準則（SMPTE測試）：

影像顯示器（Image display monitors）評估須符合SMPTE或AAPM TG18-QC圖像測試合格標準。

- 4.1 0%~5%及95%~100%之低對比方塊需清楚可分辨。
- 4.2 0%~100%十一個灰階方塊皆應清楚可分辨。
- 4.3 不應有明顯可見的條紋假影、失真、與陰影。
- 4.4 於四個角落及中間之高對比線對，不論是平行與垂直方向，應皆能分辨。

印片機測試(Hard copy display units)：臨床需列印影像方需執行此測試

- 1 目的：確保雷射印片機之灰階值恆定且在標準範圍之內，且和出片控制檯螢幕一致。
- 2 測試所需設備：SMPTE或TG-18測試圖
- 3 測試步驟：
  - 3.1 將測試圖顯示在出片之控制檯螢幕，並依廠商建議設定其窗寬/窗高。
  - 3.2 將此測試圖以臨床最常使用之最大格式經由印片機輸出(如：四分割等)。
  - 3.3 將此輸出片放置於看片箱上，先觀察是否有假影，測試方式請參閱顯示器測試。
- 4 效能判定準則與修正措施：

印片機(Hard copy display units)測試需符合合格標準：

  - 4.1 0%~5%及95%~100%之低對比方塊清楚可分辨。
  - 4.2 輸出片之灰階度顯示需與控制檯螢幕中之影像灰階顯示一致。
  - 4.3 不應有明顯假影。
  - 4.4 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則先依廠商建議流程重新校正印片機。若自行校正後仍無法解決問題，則需進一步請工程師處理。若無法於短時間內找到問題來源並解決，需召開醫療曝露品質保證會議或與科內醫師討論此印片機是否可繼續用於臨床出片。



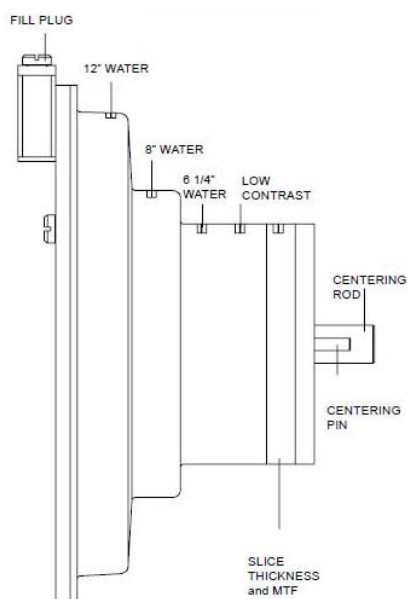
## 二、水假體影像均勻度及雜訊評估 Evaluation of water phantom image uniformity and noise

### 1 目的：

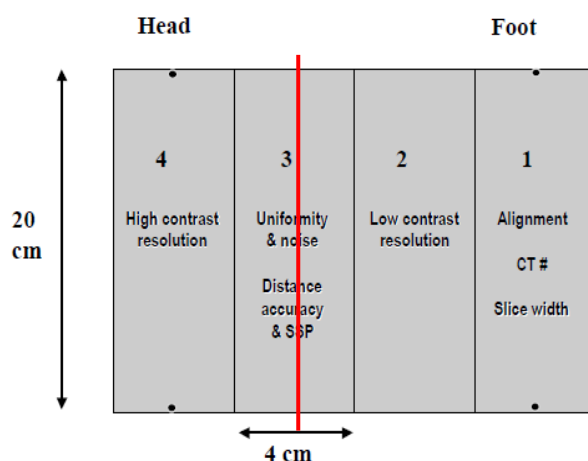
1.1 確保均質水假體中，不同位置之CT值均勻度。

1.2 評估不同掃描參數下，影像雜訊之變化。

2 測試所需設備：電腦斷層設備廠商所提供假體或其他市售直徑約20公分至30公分之均質水(或等效水)假體。



圖一：PICKER 原廠假體



圖二：ACR CT 測試假體



### 3 測試步驟：

- 請使用常規成人腹部(MEDIUM ABDOMEN)掃描條件進行測試。

#### 3.1 安裝測試假體：

3.1.1 PICKER原廠假體：將PICKER原廠假體的固定架安裝於檢查床上，再將PICKER原廠假體安裝在固定架上，移動檢查床使假體位於機架中心，並將12”水假體層的中心標示與切面雷射對準（如圖一）。

3.1.2 ACR CT測試假體：將ACR CT假體與固定架安裝於檢查床上，移動檢查床使假體位於機架中心，並將雷射對準Module 3直接掃描（如圖二）。

#### 3.2 影像均勻度：

3.2.1 將取得影像進行評估，分別放置約400 mm<sup>2</sup>之ROI於假體影像中央、三點鐘、六點鐘、九點鐘及十二點鐘之位置。每次測試每個ROI位置需相同。

建議方法：開啟Grid功能，ROI邊緣為由水假體邊緣向內約2 cm處。

3.2.2 比較週邊4個位置ROI所測得各自的平均CT值與中間ROI的平均CT值之差異。

3.3 影像雜訊：放置ROI約400 mm<sup>2</sup>於所得假體影像正中央，測量其標準差以做為雜訊之評估。

### 4 效能判定準則與修正措施：

4.1 水的CT 值應介於-7 ~ +7 HU。

4.2 影像不均勻度，邊緣的四個ROI之平均CT值與中間ROI之平均CT值間的差異皆小於5 HU。

4.3 雜訊值與其基準值之差異為20 %以下。

4.4 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，應先執行電腦斷層掃描儀較詳細之校正程序。若經校正後仍不符準則，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

參考資料：

1. 蔡惠予、陳建全、黃怡璇、劉鶴齡，X光電腦斷層系統之物理測試彙整建議：中華民國醫學物理學會電腦斷層工作群報告。中華放射醫誌 2009; 34: 173-184。
2. CT 程序書與表格\_放射師學會 V2.pdf：中華民國醫事放射學會
3. 放射診斷組電腦斷層品保定稿版.pdf：中華民國醫事放射學會
4. 診斷用CT-年度程序書（參考）.doc：作者：蔡惠予、黃怡璇、陳建全、劉鶴齡。修訂日期：2011/6/16。版本：1b。

# PICKER PQ Series CT

## 單切片系統

電腦斷層掃描儀醫療暴露品質保證作業  
年度品質控管建議執执行程序書



適用機型：

PICKER PQ SERIES

PQS/PQ2000/PQ5000/PQ6000

友信行股份有限公司

UNISON CO. LTD

## 目錄：

前言 .....	3
一、系統安全評估 System safety evaluation .....	3
二、檢查床與機架之對位 Alignment of table to gantry .....	4
三、切片位置準確性 Slice positioning accuracy .....	5
定位雷射的準確性 .....	5
定位投影影像對位切片位置的準確性 .....	6
檢查床移動的準確性 Table movement accuracy .....	7
四、切片厚度準確性 Slice thickness accuracy .....	8
五、高對比（空間）解析度 High contrast (Spatial) resolution .....	9
六、低對比偵測度 Low contrast resolution .....	11
七、CT 值準確性與線性度 CT number accuracy and linearity .....	13
八、水假體影像評估 Evaluation of water phantom image uniformity, noise, artifact, and CT number .....	14
九、劑量評估 Dosimetry .....	16
十、輻射寬度 Radiation width .....	20
十一、擷像工作站評估 Acquisition display devices evaluation .....	21
擷像工作站之 SMPTE 測試 .....	21
印片機測試 Hard copy display units .....	22
參考文獻 .....	23

前言：

本程序書乃依據「輻射醫療暴露品質保證標準」規範電腦斷層掃描儀之年度品保項目，所撰寫出的參考範本，詳列出各項目的目的、測試所需設備、測試步驟、和效能判定準則與修正措施。本程序書部份測試使用美國放射學院的電腦斷層認證假體，或PICKER提供的原廠假體，可應用於放射診斷科PICKER PQS/PQ2000/PQ5000/PQ6000 各機型的電腦斷層掃描儀。

若診斷用電腦斷層掃描儀用於放射治療模擬定位業務，除應符合本程序書品保項目外，另需符合CT品保法規附表十第三項、第六項、第七項、第八項、第九項、第十項、第十二項、第十四項及第十八項品保項目，第五項於每次搬動(平板形)檢查床後執行；若僅為提供電腦斷層影像無模擬定位功能，則免執行CT品保法規附表十之品保作業。即取診斷用CT與CT-SIM之QA項目聯集。

基準值係指(1)本法施行後、(2)更換會影響品保結果之相關零件後或(3)新機接收後所建立之基準值。

### 一、系統安全評估 System safety evaluation

- 1 目的：以目視方式確認整個電腦斷層系統的安全性。
- 2 測試所需設備：無。
- 3 測試步驟：
  - 3.1 確認整個電腦斷層掃描儀在機械方面是穩定的。
  - 3.2 確認所有可動的部分都能平穩動作，沒有過度摩擦，在整個動作範圍內沒有任何阻礙。
  - 3.3 確認在正常操作下，病患或工作人員不會接觸到銳利、粗糙邊緣，或受到危害，例如觸電的危害。
- 4 效能判定準則：

表列各項檢查功能都正常。

## 二、檢查床與機架之對位 Alignment of table to gantry

- 1 目的：確認檢查床的長軸與掃描儀旋轉面的左右中心對齊。
- 2 測試所需設備：  
膠帶，捲尺
- 3 測試步驟：
  - 3.1 在檢查床左右中心附近貼上膠帶，以捲尺決定中心位置並在膠帶上作記號。
  - 3.2 將檢查床貼膠帶處移至機架內。
  - 3.3 用捲尺在機架內橫向最長距離處決定左右中心位置，並在檢查床上作記號。
  - 3.4 測量上述兩個記號間的距離。
- 4 效能判定準則：
  - 4.1 機架的中心線應在檢查床中心線的  $\pm 5$  mm以內。
  - 4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

### 三、切片位置準確性 Slice positioning accuracy

定位雷射的準確性

定位投影影像對位切片位置的準確性

檢查床移動的準確性

定位雷射的準確性

1 目的：確認切片定位雷射的準確性。

2 測試所需設備：

電腦斷層品保自顯底片（Gafchromic XR-CT）或其它可以顯現出電腦斷層射束範圍的設備。

3 測試步驟：

定位雷射的準確性

3.1 將可以顯現出電腦斷層射束範圍的設備平放於檢查床上，置於掃描儀旋轉中心的高度(必要時可以紙箱或保麗龍塊墊高)。

3.2 將臨床使用的定位雷射打開，使雷射線對準電腦斷層品保自顯底片（Gafchromic XR-CT）上的刻度線。

3.3 使用最細的準直儀寬度，測試時請使用axial scan，調整適當之管電壓及管電流時間乘積。

3.4 測量射束的中心線與刻度線（代表雷射位置）之距離。

4 效能判定準則：

4.1 切片定位雷射的誤差：射束中心線與刻度線之雷射位置的誤差應在 2 mm以下。

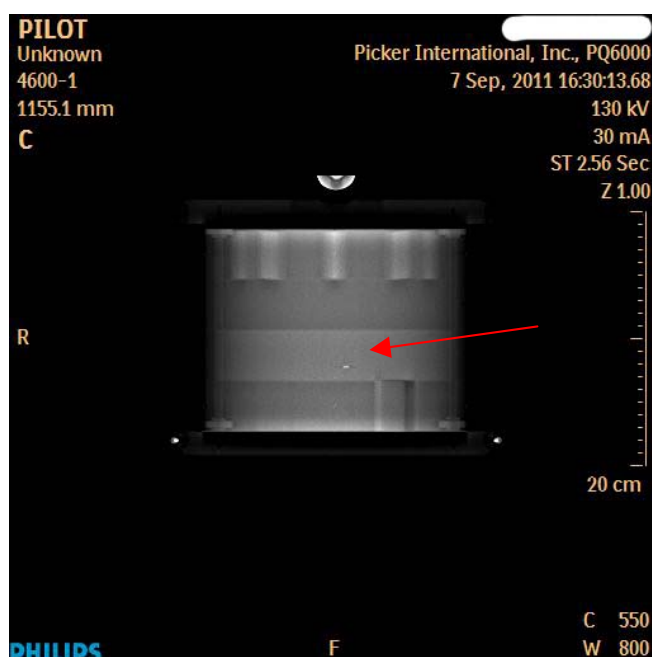
4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。



## 定位投影影像對位切片位置的準確性

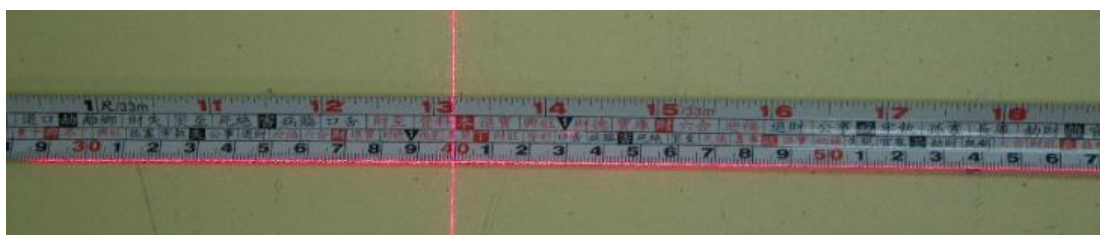
- 1 目的：使用定位投影影像對位切片位置的準確性。
- 2 測試所需設備：
 

美國放射學院的電腦斷層認證假體（ACR CT測試假體）。
- 3 測試步驟：
  - 3.1 將Table在Module 1(Foot)定位歸零，定位投影影像掃描範圍須包含 -40 ~ 160 mm處。
  - 3.2 將ACR CT測試假體置於檢查床上，定位雷射對準假體的切片位置指示物後，進行假體定位投影影像掃描，確認切片位置指示物出現在影像中。
  - 3.3 將切片位置定於該指示物上，以最窄的切片厚度進行單次軸狀掃描。
  - 3.4 於得到的影像中找出可以看到全部指示物的影像。
  - 3.5 記錄該影像的切片位置，其影像切片位置即為誤差值。
- 4 效能判定準則：
  - 4.1 定位投影影像對位切片位置的誤差為 2 mm以下。
  - 4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。



## 檢查床移動的準確性 Table Movement Accuracy

- 1 目的：檢查床進出切片方向移動的準確性。
- 2 測試所需設備：
  - 2.1 迴紋針或其它適當之標示物。
  - 2.2 至少50 公分長之直尺或捲尺，精確度至公釐。
- 3 測試步驟：
  - 3.1 放置可模擬病人體重（約70 至80 公斤）之物體於檢查床上或一自願者躺臥於檢查床上。
  - 3.2 將尺放置平行於檢查床長軸，確認雷射光源及位置在測試過程中為穩定，且其寬度在2 mm之內，將內切面雷射線對準尺的刻度，如下圖。



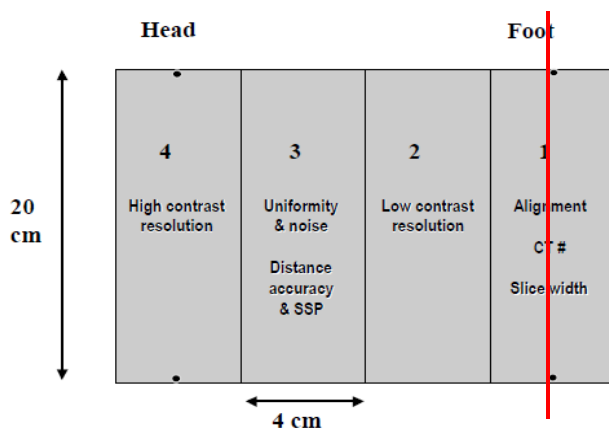
- 3.3 將檢查床歸零，讀出內切面雷射線於尺上的刻度。
  - 3.4 將檢查床向機架方向移動300 mm，紀錄移動距離與掃描儀顯示值。將檢查床移回原刻度處，紀錄掃描儀顯示值與誤差。
  - 3.5 重覆步驟 3.4，但分三次移動，移動總距離為300 mm，再移回原刻度處。
  - 3.6 於相反方向重覆步驟 3.4 至 3.5 。
- 4 效能判定準則：
  - 4.1 檢查床進出移動的準確性，連續移動與分次移動之誤差分別為 2 mm以下。
  - 4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

#### 四、切片厚度準確性 Slice thickness accuracy

1 目的：測量切片的實際厚度。

2 測試所需設備：

ACR CT測試假體或儀器廠商提供之類似設備。



圖一；ACR 測試假體

3 測試步驟：

➤ 請使用常規成人腹部(MEDIUM ABDOMEN)掃描條件進行測試。

3.1 使用ACR CT測試假體，將定位雷射對準ACR測試假體層

Module 1(Slice width) 正中央區段(如圖一)，設定適當組像範圍(FOV 210)，執行掃描。

3.2 影像中ACR CT測試假體的上下左右小鋼珠都要能看見。將所得的影像設定最佳之窗寬/窗高進行判讀，建議為400 / 0，必要時可將影像放大判讀。判讀上下二組時，每條短線或長線為0.5 mm，若上下二組不同厚度時，則紀錄其平均值。

3.3 以特定厚度進行測試：

同上述步驟，但將切面厚度改為高解析度肺部掃描時使用的厚度及3、5及7 毫米(若於前項 3.1 中已有相同厚度，則不需重覆掃描)。若無法達到前述的設定值，則選取最接近的設定值進行測試。

4 效能判定準則與修正措施：

4.1 誤差應在 1.5 mm以下。

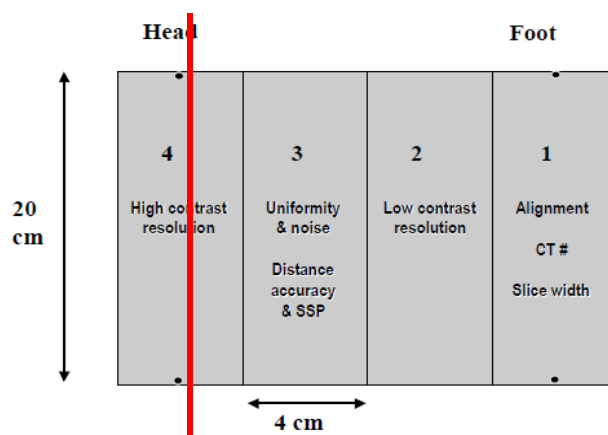
4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

## 五、高對比（空間）解析度 High contrast (Spatial) resolution

1 目的：測定電腦斷層掃描儀之空間解析度。

2 測試所需設備：

ACR CT測試假體或儀器廠商提供之類似設備。



圖一；ACR 測試假體

3 測試步驟：

➤ 請使用常規成人腹部掃描條件進行測試。

3.1 使用ACR CT測試假體，將定位雷射對準Module 4 (High contrast resolution)，設定適當組像範圍(FOV 210)，執行掃描（如圖一）。

3.2 若常規成人腹部掃描是以軸狀掃描模式(MEDIUM ABDOMEN)，則直接掃描空間解析度測試模組正中央區段。

3.3 若常規成人腹部掃描是以螺旋掃描模式(SPIRAL ABDOMEN)，則將掃描起點與終點分別設定在高對比物體分辨力測試模版前、後位置，應確保可在重組的影像中得到該模版正中央區段的假體影像。

3.4 使用ACR CT測試假體，將模版正中央區段的影像設定最佳之窗寬/窗高進行判讀，建議為100 / 1100，但以影像最清楚判讀為準，必要時可將影像放大判讀。若臨床有將影像以底片方式輸出，則另將測試之影像以底片輸出後進行判讀。

3.5 同上述步驟，更改為高解析度成人肺部掃描條件(H/R LUNG)再次測試，紀錄測試結果。

4 效能判定準則：

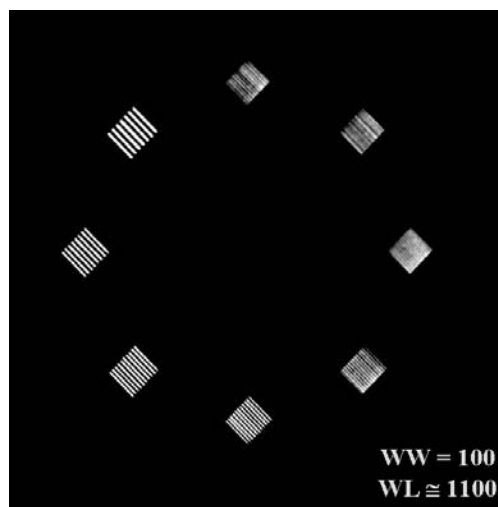
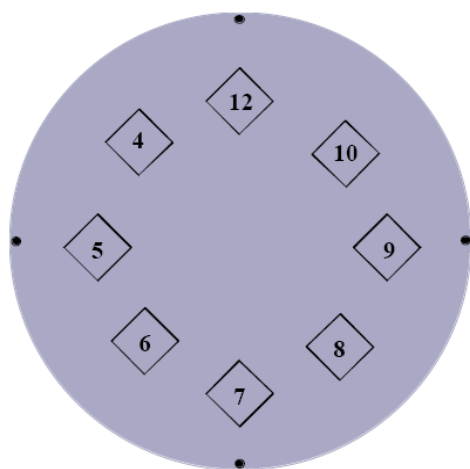
4.1 使用ACR CT測試假體：

4.1.1 常規成人腹部掃描模式應可清楚分辨5 lp/cm以上（含）之區塊。

4.1.2 高解析度肺部掃描模式應可清楚分辨6 lp/cm以上（含）之區塊。

4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

參考影像：

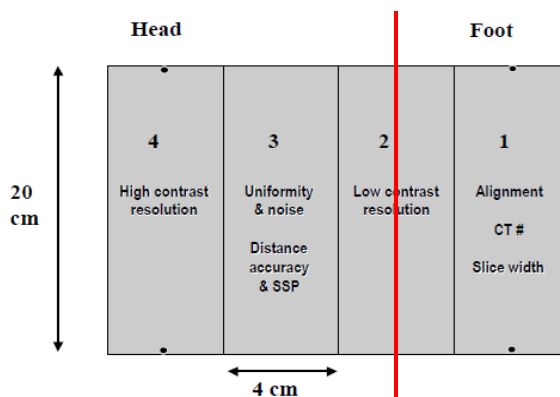


## 六、低對比偵測度 Low contrast resolution

1 目的：測定電腦斷層掃描儀對低對比物體之分辨力。

2 測試所需設備：

美國放射學院電腦斷層認證假體(0.6%，6HU)或儀器廠商提供之類似設備，其內含有低對比物體(小於等於1%，10 HU) 分辨力測試模版製成之測試假體。



圖一:ACR 測試假體

3 測試步驟：

➤ 請使用常規成人腹部掃描條件進行測試。

3.1 使用ACR CT測試假體，將定位雷射對準Module 2(Low contrast resolution)，設定適當組像範圍，直接掃描（如圖一）。將假體正中央區段的影像設定最佳之窗寬/窗高進行判讀，建議為100 / 100。紀錄最小可見之低對比物直徑，影像中相同直徑之4個低對比物須可辨識。

3.2 若常規成人腹部掃描是以軸狀掃描模式(MEDIUM ABDOMEN)，則直接掃描包含有低對比物體分辨力測試模版處正中央區段之假體影像。

3.3 若常規成人腹部掃描是以螺旋掃描模式(SPIRAL ABDOMEN)，則將掃描起點與終點分別設定在低對比物體分辨力測試模版前、後位置，應確保可在重組的影像中得到該模版正中央區段的假體影像。

3.4 同上述步驟，但改變為常規成人頭部(TABLE TOP BRAIN)掃描模式再次進行測試。

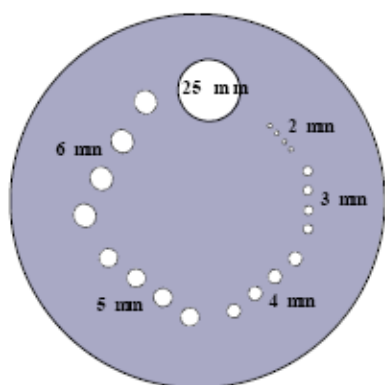
3.5 判讀時應與過去的判讀環境保持相同，如環境燈光、判讀距離、影像分割模式下，必要時可將影像放大判讀。若臨床有將影像以底片方式輸出，則另將測試之影像以底片輸出後進行判讀。

4 效能判定準則：

4.1 常規成人腹部與常規成人頭部掃描模式下，最小可見之低對比物直徑與基準值相較，其直徑增加不可超過1 mm。

4.2 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

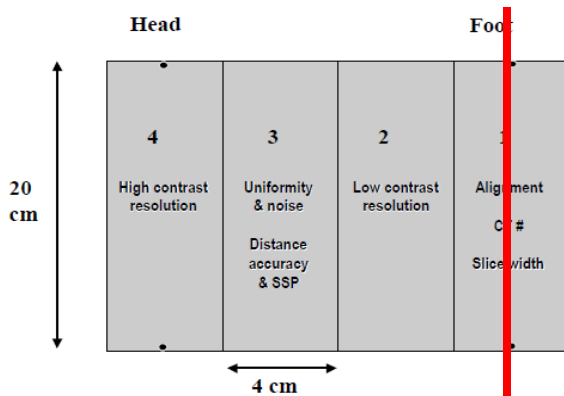
參考影像：



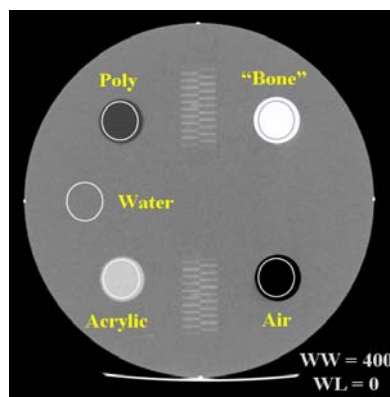


## 七、CT值準確性與線性度 CT number accuracy and linearity

- 1 目的：測定CT值準確性與線性度。
- 2 測試所需設備：  
ACR CT測試假體或儀器廠商提供之類似設備。



圖一：ACR 測試假體



圖二：ACR CT 測試影

- 3 測試步驟：
  - 請使用常規成人腹部(MEDIUM ABDOMEN)掃描條件進行測試。
  - 3.1 使用ACR CT測試假體，將定位雷射對準Module 1 (CT#)，設定適當組像範圍(FOV 210)，直接掃描（如圖一）。
  - 3.2 在模組正中央區段的影像中，使用涵蓋CT值測試物80% 面積之ROI（約200 mm<sup>2</sup>）之圓型區域，在各特定物質內測量其平均CT值（如圖二）。
- 4 效能判定準則與修正措施：
  - 4.1 判定準則乃依據美國放射學院於2011/03/30公告的數值。
  - 4.2 各測試物的CT值應符合下列之範圍：

所有物體之CT值應在下列範圍之內：		CT值(HU) 範圍
材料種類	英文名稱	
空氣	Air	-1005 ~ -970
聚乙烯	Polyethylene	-107 ~ -84
水	Water	-7 ~ +7
壓克力	Acrylic	+110 ~ +135
骨頭	Bone	+850 ~ +970

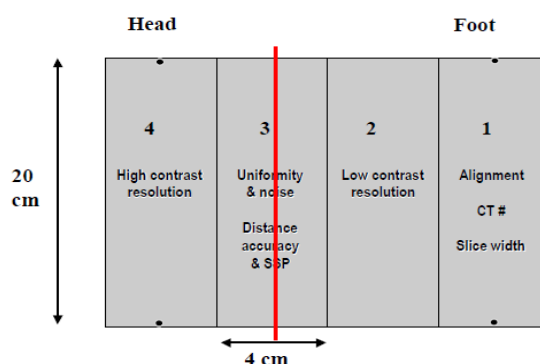
## 八、水假體影像評估 Evaluation of water phantom image uniformity, noise, artifact, and CT number

### 1 目的：

- 1.1 在不同掃描與組像參數下，評估水的CT 值準確度及雜訊之變化。
- 1.2 確保於均質水假體中，不同位置之CT 值的均勻度。

### 2 測試所需設備：

直徑約20公分至30公分之均質水（或等效水）假體，例如美國放射學院電腦斷層認證假體或電腦斷層掃描儀廠商所提供之假體。



圖一：ACR CT 測試假體

### 3 測試步驟：

➤ 請使用常規成人腹部掃描條件進行測試。

- 3.1 使用ACR CT測試假體將ACR CT假體與固定架安裝於檢查床上，移動檢查床，將定位雷射對準Module 3(Uniformity & noise)，設定適當組像範圍(FOV 210)（如圖一）。
- 3.2 使用常規成人腹部螺旋掃描模式(SPIRAL ABDOMEN)，則將掃描起點與終點分別設定在均質水假體測試模版前、後位置，執行掃描，應確保可在重組的影像中得到該模版正中央區段的假體影像。
- 3.3 將掃描模式改為軸狀掃描，其他參數則維持固定不變，重覆步驟3.2。若步驟3.2為軸狀掃描，則此步驟省略。
- 3.4 修改其他臨床使用之管電壓峰值，設定常規成人腹部掃描條件，重覆步驟3.3。
- 3.5 將步驟3.3，以常規成人腹部掃描模式的影像，以其他臨床使用之影像重建法（Algorithm），進行組像。若臨床無此應用則免測。
- 3.6 對於步驟 3.2、3.3、3.4、3.5 的影像，選取中間影像評估，放置ROI（約400 mm<sup>2</sup>）於所得假體影像正中央，測量其平均值與標準差。

- 3.7 對於步驟3.2 的影像，評估影像均勻度：選取中間影像評估，於影像上分別放置ROI（約400 mm<sup>2</sup>）於中央、三點鐘、六點鐘、九點鐘及十二點鐘之位置，測量平均值。每次測試每個ROI位置需相同，建議方法：開啟Grid功能，ROI邊緣為由水假體邊緣向內約2 cm處。
- 3.8 對於步驟 3.2 的影像，評估水的CT 值與假影：在全部影像上的正中央放置 ROI（約400 mm<sup>2</sup>），調整窗寬為100，窗高為0，評估所有的影像是否有存在假影，並確定水的CT 值介於標準之中。

#### 4 效能判定準則：

- 4.1 水的CT 值應介於-7 ~ +7 HU。
- 4.2 雜訊值與其基準值之差異為20%以下。
- 4.3 影像均勻度：邊緣的四個ROI 之平均CT 值與中間ROI 之平均CT 值間的差異皆小於5 HU。
- 4.4 影像中不應存在任何明顯之假影。

## 九、劑量評估 Dosimetry

### 1 目的：

- 1.1 確保曝露與管電流時間乘積的線性度。
- 1.2 評估曝露的再現性。
- 1.3 評估電腦斷層劑量指標、和代表性檢查的病人劑量。
- 1.4 評估體積電腦斷層劑量指標與螢幕顯示值差異。

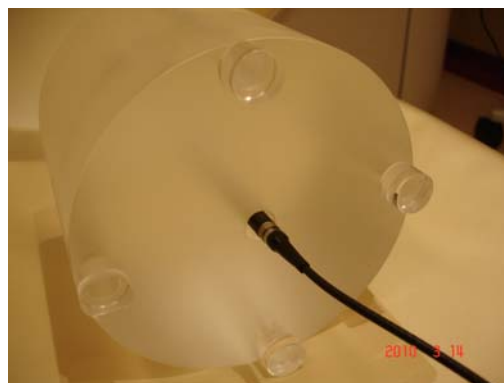
### 2 測試所需設備：

- 2.1 已校正的電腦斷層專用之筆型游離腔，其靈敏長度為10 公分。
- 2.2 已校正的電量計。
- 2.3 電腦斷層劑量假體：

電腦斷層劑量假體一組，含一個頭部假體與一個軀幹假體。假體的材料為壓克力，製成15 公分高的圓柱型，以直徑16 公分的圓柱代表成人頭部與小孩腹部假體，直徑32 公分的圓柱代表成人腹部假體。假體含有五個圓柱型的洞（可置入筆型游離腔），一個在圓中心，四個在表面（表面下1 公分處）且各分隔90 度。

### 3 管電流之線性度測試步驟：

- 3.1 將頭部假體（直徑16 公分）放置於頭架上（或臨床使用狀況），使假體的中心置於電腦斷層掃描儀之旋轉中軸，並確認軸狀、冠狀與矢狀方向皆正確對齊。
- 3.2 將筆型游離腔與電量計正確連接後，將筆型游離腔插入頭部假體中間的洞，並確認周圍的四個洞（上下左右的洞）都有插入壓克力棒。注意：如右圖，放入pencil chamber時，chamber中心線位置應與內雷射定位線一致。
- 3.3 使用常規成人頭部檢查（ADULT BRAIN）的掃描參數，若常規成人頭部掃描是以螺旋掃描模式(spiral scan mode)，則將掃描模式改為軸狀掃描模式(axial scan mode)，改選用最寬的射束寬度，其他參數則維持固定不變，且檢查床不移動，對頭部假體進行軸狀掃描。
- 3.4 在可選擇的管電流範圍內，改變管電流並測量曝露或空氣克馬。記錄管電壓、管電流（mA）、曝露時間（秒）、管電流時間乘積（mAs）、與測量值。
- 3.5 針對其他臨床使用的管電壓，重覆步驟 3.4，並記錄管電流與測量值。如無則免測試。



- 4 再現性、電腦斷層劑量指標、代表性檢查的病人劑量測試步驟：
  - 4.1 開始實際測量前，記錄代表性檢查之掃描參數：代表性檢查包括常規成人頭部檢查、常規成人腹部檢查、與常規小孩腹部檢查（針對5 歲體型或18 公斤的小孩）。
  - 4.2 掃描參數包括掃描方式是軸狀式或螺旋式掃描、管電壓、管電流、X 光旋轉一圈的曝露時間、掃描長度等，針對軸狀掃描，另須記錄檢查床每圈移動距離，針對螺旋掃描，應記錄檢查床前進速度( $I$ ) 或螺距(pitch) 。
  - 4.3 將頭部假體放置於頭架上（或臨床使用狀況），使假體的中心置於電腦斷層掃描儀之旋轉中軸，並確認軸狀、冠狀與矢狀方向皆正確對齊。
  - 4.4 使用常規成人頭部檢查的掃描參數。若常規檢查是使用螺旋掃描，則測量劑量時應改為軸狀掃描，但其他參數應維持相同，檢查床不移動。  
注意：電腦斷層劑量指標（CTDI）之測量必須使用軸狀掃描。
  - 4.5 將筆型游離腔與電量計正確連接後，將筆型游離腔插入假體中間的洞，並確認周圍的四個洞（上下左右的洞）都有插入壓克力棒。進行軸狀掃描並記錄測量值，重覆測量三次。  
注意：放入pencil chamber時，chamber中心線位置與內雷射定位線一致。
  - 4.6 將筆型游離腔依序插入頭部假體上下左右的洞，分別進行測量並記錄之。測量時，應確認除了測量點外的其他四個洞都有插入壓克力棒。
  - 4.7 將軀幹假體放置於檢查床上（如右圖），使假體的中心置於電腦斷層掃描儀之旋轉中軸，並確認軸狀、冠狀與矢狀方向皆正確對齊。
  - 4.8 使用常規成人腹部檢查的掃描參數，若常規檢查是使用螺旋掃描，則測量劑量時應改為軸狀掃描，但其他參數應維持相同，檢查床不移動。
  - 4.9 重覆步驟 4.5 與 4.6 。
  - 4.10 將頭部假體放置於檢查床上，使假體的中心置於電腦斷層掃描儀之旋轉中軸，並確認軸狀、冠狀與矢狀方向皆正確對齊。
  - 4.11 使用常規小孩腹部檢查（針對5 歲或約18 公斤的小孩）的掃描參數，若常規檢查是使用螺旋掃描，則測量劑量時應改為軸狀掃描，但其他參數應維持相同，檢查床不移動。
  - 4.12 重覆步驟 4.5 與 4.6 。



## 5 資料分析與詮釋

### 5.1 管電流之線性度：

針對臨床使用的管電壓，計算每單位管電流時間乘積之劑量值或曝露值（mGy/mAs 或mR/mAs），然後計算其平均值、標準差與變異係數（標準差除以平均值）。

### 5.2 再現性、電腦斷層劑量指標、代表性檢查的病人劑量

#### 5.2.1 再現性

計算三次測量值之平均值、標準差及變異係數（標準差除以平均值），以評估再現性。

#### 5.2.2 電腦斷層劑量指標（ $CTDI_{100}$ ）

以平均測量值（M）計算電腦斷層劑量指標（ $CTDI_{100}$ ），公式如下：

$$CTDI_{100} = \frac{f \cdot C \cdot M \cdot l}{N \cdot T} \quad (1)$$

其中：

- $f$  為劑量單位轉換因子，將測量值轉換為空氣劑量，因此若測量曝露，而測量值的單位為R，則  $f=8.7$  mGy/R；若測量空氣克馬，而測量值的單位為mGy，則  $f=1$  mGy/mGy。
- $C$  為筆型游離腔的校正因子。
- $l$  為筆型游離腔的靈敏長度，通常為100 公釐。
- $N \cdot T$  為偵檢器組置。單切片系統則為掃描寬度。

待計算完中軸的電腦斷層劑量指標（ $CTDI_{100,C}$ ）與表面的電腦斷層劑量指標（ $CTDI_{100,P}$ ）後，可代入下列公式計算加權電腦斷層劑量指標（ $CTDI_w$ ）：

$$CTDI_w = \frac{1}{3} \cdot CTDI_{100,C} + \frac{2}{3} \cdot CTDI_{100,P} \quad (2)$$

### 5.3 代表性檢查的病人劑量

#### 5.3.1 體積電腦斷層劑量指標

體積電腦斷層劑量指標（ $CTDI_{vol}$ ）須根據臨床掃描條件計算之。對於螺旋掃描，應先得臨床掃描的螺距(Pitch)設定。

此狀況下的體積電腦斷層劑量指標之計算公式如下：

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{Pitch} \quad (3)$$

對於軸狀掃描， $I$  為X光旋轉一圈的檢查床移動距離，體積電腦斷層劑量指標之計算公式如下：

$$CTDI_{vol} = CTDI_w \cdot \frac{N \cdot T}{I} \quad (4)$$



### 5.3.2 劑量長度乘積

劑量長度乘積 (DLP) 為體積電腦斷層劑量指標乘與掃描長度 ( $L$ ) 之乘積：

$$DLP = CTDI_{vol} * L \quad (5)$$

掃描長度依據檢查部位而不同，針對成人頭部檢查可假設為17.5 公分，針對成人腹部檢查可假設為25 公分，針對5歲小孩腹部檢查檢查可假設為15 公分。

### 5.3.3 有效劑量( $E$ )

可將劑量長度乘積 (DLP) 乘以轉換係數( $k$ ) 而得之：

$$E = DLP * k \quad (6)$$

轉換係數依據檢查部位而不同，針對成人頭部（大腦） 檢查為0.0021 mSv/mGy-cm，針對成人腹部檢查為0.015 mSv/mGy-cm，針對5歲小孩腹部檢查檢查為0.020 mSv/mGy-cm。

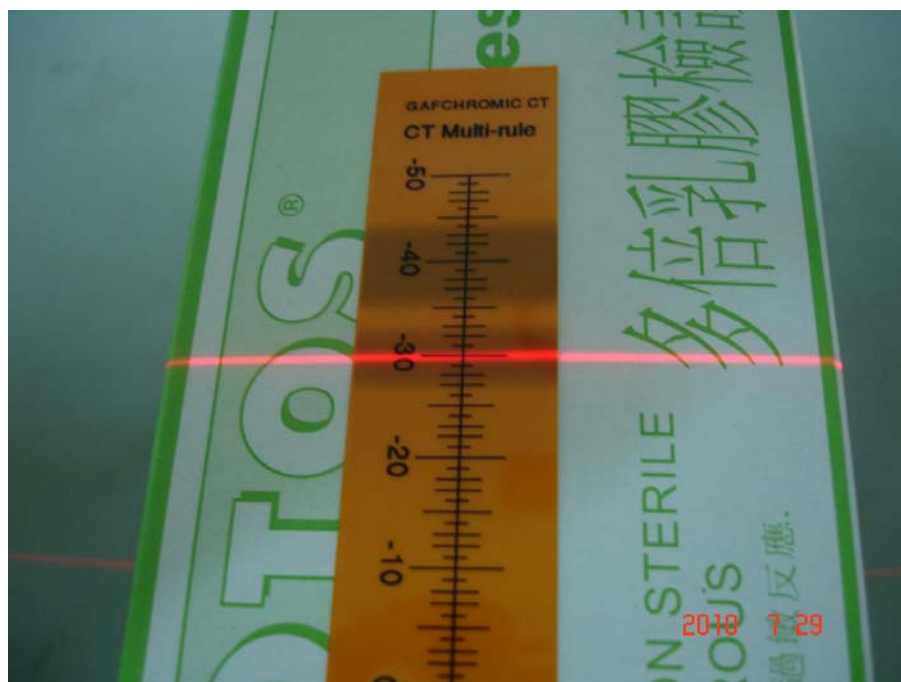
## 6 效能判定準則：

- 6.1 管電流線性度每單位管電流時間乘積之劑量值 (mGy/mAs) 或暴露值 (mR/mAs) 之變異係數，不可超過0.05。
- 6.2 劑量值 (mGy) 或暴露值 (mR) 再現性之變異係數，為0.05以下。
- 6.3 體積電腦斷層劑量指標 (volume computed tomography dose index,  $CTDI_{vol}$ )，需符合下列限值。當 $CTDI_{vol}$  超過限值時，應檢討訂定檢查掃描參數，合理抑低劑量。
  - 6.3.1 成人頭部掃描條件下不超過八十毫格雷(mGy)
  - 6.3.2 成人腹部掃描條件下不超過三十毫格雷(mGy)
  - 6.3.3 小兒腹部(五歲或約十八公斤) 掃描條件下不超過二十五毫格雷(mGy)
- 6.4 體積電腦斷層劑量指標 ( $CTDI_{vol}$ ) 與其基準值差異為百分之二十以下。
- 6.5 量測結果，成人頭部與成人腹部的體積電腦斷層劑量指標 ( $CTDI_{vol}$ ) 與螢幕顯示值差異為百分之二十以下。
- 6.6 若無螢幕顯示體積電腦斷層劑量指標 ( $CTDI_{vol}$ )，則免測試。



## 十、輻射寬度 Radiation width

- 1 目的：評估射束準直儀寬度設定的準確性。
- 2 測試所需設備：  
電腦斷層品保自顯底片（Gafchromic XR-CT）。
- 3 測試步驟：
  - 3.1 將電腦斷層品保自顯底片（Gafchromic XR-CT）平放於檢查床上，置於掃描儀旋轉中心的高度（必要時可以紙箱或保麗龍塊墊高）。



- 3.2 使用適當之管電壓及管電流時間乘積進行曝露。測試時請使用axial scan。
  - 3.3 所有臨床使用的輻射寬度皆需測試。
- 4 效能判定準則：
 

測量值與基準值之差異為20 % 或1毫米（mm）以下。

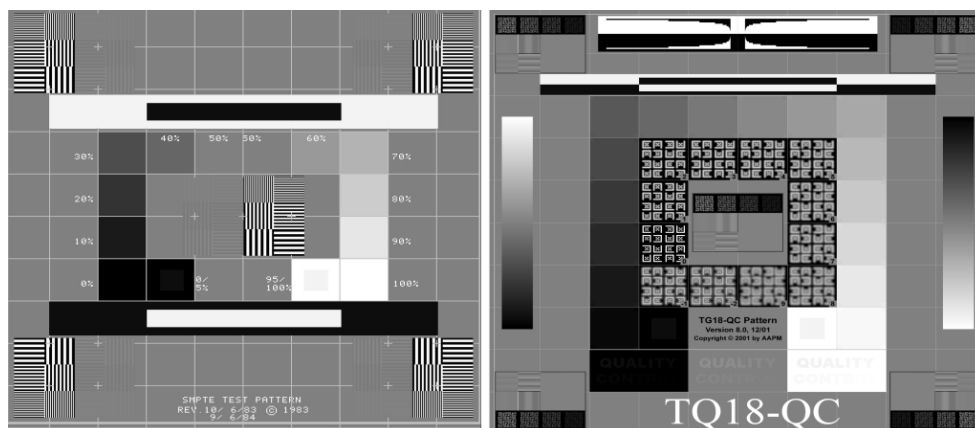
## 十一、 擷像工作站評估 Acquisition display devices evaluation

擷像工作站之SMPTE測試：

1 目的：確保擷像工作站之螢幕的品質符合標準

2 測試所需設備：

2.1 Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)測試圖或The American Association of Physicists in Medicine(AAPM) TG18-QC(task group 18)測試圖。

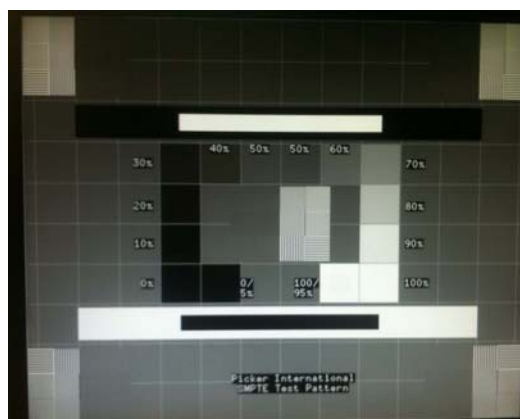


2.2 光度計

3 測試步驟：

3.1 進入工程師模式(Regulus MODE),執行IQ>monitor,

3.2 選擇(5)SMPTE test pattern 。



3.3 以光度測量計測量100 %及0 %灰階方塊之亮度值(或開啟全白與全黑的圖片，使螢幕呈現全白及全黑之狀態)，以分別表示此螢幕之最大及最小亮度。並進而計算最大亮度值，最大亮度與最小亮度之比值。

4 效能判定準則（SMPTE測試）：

螢幕顯示器（Image Display Monitors）之螢幕亮度：

4.1 最大亮度為100 燭光/平方公尺（cd/m<sup>2</sup>）以上。

4.2 最大亮度與最小亮度之比值為100以上。

印片機測試 Hard copy display units：臨床需列印影像方需執行此測試

- 1 目的：確保印片機輸出影像之光密度值在標準範圍之內。
- 2 測試所需設備：
  - 2.1 SMPTE或TG-18測試圖
  - 2.2 光密度計
- 3 測試步驟：
  - 3.1 將測試圖顯示在出片之控制檯螢幕，並依廠商建議設定其窗寬/窗高。
  - 3.2 將此測試圖以臨床最常使用之最大格式經由印片機輸出(如：四分割等)。
  - 3.3 使用光密度計測量最左上方分割之SMPTE影像中，0 %、10 %、40 %及90 %灰階之光密度值。
- 4 效能判定準則與修正措施：
  - 4.1 以SMPTE測試圖像測試，所測量出之光密度值及變動範圍如下：
    - 4.1.1 0 %灰階： $2.45 \pm 0.15$
    - 4.1.2 10 %灰階： $2.10 \pm 0.15$
    - 4.1.3 40 %灰階： $1.15 \pm 0.15$
    - 4.1.4 90 %灰階： $0.30 \pm 0.08$
  - 4.2 各階光密度值為參考值，此標準可依各醫院之診療需求訂定。變動範圍亦可更改，但應小於上述建議之變動範圍。
  - 4.3 測試後若發現結果不符效能判定準則，先重覆本測試，重覆測試後若發現問題仍存在，則先依廠商建議流程重新校正印片機。若自行校正後仍無法解決問題，則需進一步請工程師處理。若無法於短時間內找到問題來源並解決，需召開醫療曝露品質保證會議或與科內醫師討論此印片機是否可繼續用於臨床出片。

**參考文獻：**

1. 蔡惠予、陳建全、黃怡璇、劉鶴齡，X光電腦斷層系統之物理測試彙整建議：中華民國醫學物理學會電腦斷層工作群報告。中華放射醫誌 2009 ; 34: 173-184。
2. CT程序書與表格\_放射師學會V2.pdf：中華民國醫事放射學會。
3. 放射診斷組電腦斷層品保定稿版.pdf：中華民國醫事放射學會。
4. 診斷用CT-年度程序書（參考）.doc：作者：蔡惠予、黃怡璇、陳建全、劉鶴齡。修訂日期：2011/6/16。版本：1b。