

電腦斷層模擬定位掃描儀(Computed tomography simulator)

醫療曝露品質保證操作程序書

(參考範本)

前言：

電腦斷層模擬定位掃描儀(Computed tomography simulator, CT-simulator)兼有執行病患定位 CT 及放射治療模擬攝影的功能。在品保的前提下，CT-simulator 的各項機械結構運動系統及光學定位系統的準確度必須至少等同於傳統模擬攝影機。此外，因為該系統提供治療計畫的 CT 影像，與放射診斷使用的電腦斷層攝影儀品質保證作業類似，也必須針對影像品質做出適當規範。

因此，CT-simulator 的使用，無論是 CT 影像或模擬定位，在實際治療病患時皆有重大的影響，整體表現也應該滿足在病患接受放射治療的過程中，其整體的空間位置不確定性要小於 $\pm 5 \text{ mm}$ 的基本要求。本程序書根據各項校驗程序，建立各校驗項目之基準值及容許偏差值；當校驗結果大於容許偏差值時，應遵循本作業操作程序採取必要之步驟進行調校，以確保放射治療的品質。校驗頻次區分為每日、每月及年度，其校驗項目及步驟分別敘述如后。

每日校驗

一、目視檢查(Visual inspection)

(一)目的：以目視方式確認整個電腦斷層系統的安全性。

(二)測試所需設備：無。

(三)測試步驟：

1. 目視定位(機架)雷射燈功能是否正常。
2. 目視所有指示燈及操作電腦功能是否正常，包含輻射使用中、儀表面板等。
3. 打開對講機，發出適當聲量之聲音，聆聽是否訊號正常，檢查室內、外皆需雙向測試。
4. 目視監控病人的攝影機、監視器等功能是否正常。
5. 將檢查室屏蔽門保持開啟狀態。檢視控制台上是否有警示燈號，表明無法啟動射束，並實質確認射束無法輸出。
6. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。

(四)效能判定準則：前述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)

(一)目的：確保水假體掃描影像 CT 值之準確度與是否有假影。

(二)測試所需設備：原廠假體或可執行相同功能之測試假體。

(三)測試步驟：

1. 將均質水假體固定於病患檢查床上，調整位置使假體位於機架中心，並將水層厚度一半對準切片位置。
2. 以常規成人腹部掃描條件進行測試：
 - (1) 設定適當的照野範圍以便將整個測試假體完整包含在內，其大小建議為假體直徑加 1 公分。
 - (2) 以常規成人腹部掃描臨床參數做為掃描模式。
 - (3) 將掃描模式改為軸狀掃描，其他參數則維持固定不變，重複步驟 2(2)。若步驟 2(2)為軸狀掃描，則此步驟省略。若掃描儀為多切片機型，但不能使用相同的偵檢器組置(N•T)進行軸狀掃描時，則在維持相同的 T 設定下，使用最大的 N 之偵檢器組置，進行軸狀掃描。
3. 窗寬(window width)為 100，窗高(window level)為 0 的條件下，檢查重組後每張影像是否有假影。
4. 對步驟 2(1)與 2(2) 的所有取得影像，評估水的 CT 值與假影：在全部影像上的正中央放置 ROI(約 400 平方毫米)，調整窗寬為 100，窗高為 0，

評估所有影像的是否有存在假影，並確定水的 CT 值介於標準之中。

5. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則：

1. 所有影像無明顯之假影(如：條狀、環狀假影等)。

2. 水的 CT 值介於-7 至 7 HU 之間。

三、雷射與影像切面之相對位置一致性

(Alignment of lasers with the center of imaging plane)

(一) 目的：

1. 確認左、右及天花板定位雷射（若以機架雷射執行本項，請自行修正本項程序）在水平及垂直方向的吻合度。

2. 依照臨床程序，確保定位雷射或機架雷射與影像切面相對位置一致。

(二) 測試所需設備：方格紙、原廠假體或可執行相同功能之測試假體。

(三) 測試步驟：

1. 以方格紙協助確認左、右及天花板定位雷射在水平及垂直方向的吻合度，中心軸位置偏差小於容許偏差值。

2. 取含有不大於二毫米孔洞（圖一）或不大於二毫米金屬標記之測試假體（圖二），將此假體置於定位雷射下，調整假體至水平位置，移動檢查床固定距離使機架雷射通過標記所在之平面。

3. 使用最小射束寬度，以適當管電壓及管電流乘積進行曝露，執行軸狀掃描。範圍以孔洞或金屬中心為準上下各3張。

4. 檢視正中間CT掃描影像是否可以清楚的從螢幕上辨識出標記物。

5. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。

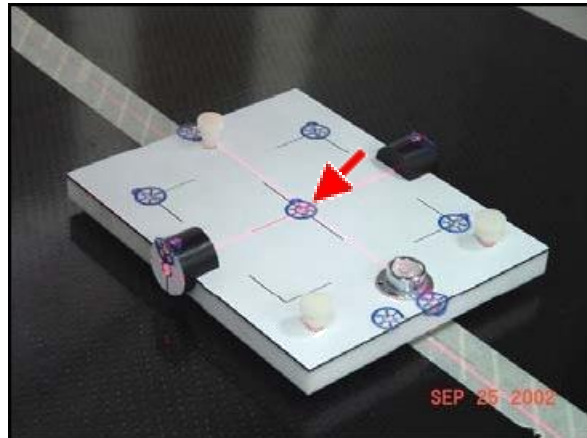
(四) 效能判定準則：

1. 三軸定位雷射中心軸位置偏差需在二毫米以下。

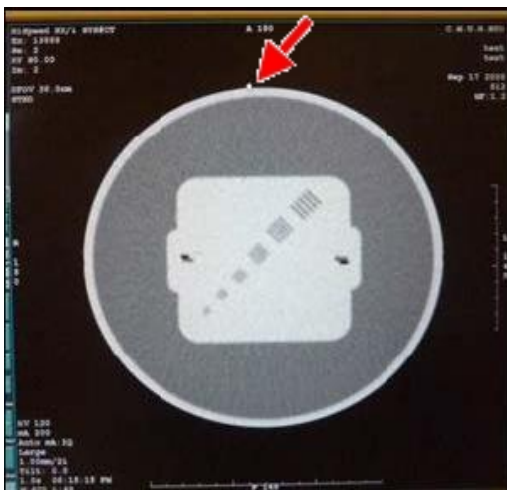
2. 影像上需可看到孔洞（圖三）或金屬記號（圖四）。



(圖一、原廠假體



圖二、測試假體



圖三、原廠假體CT影像



圖四、測試假體CT影像

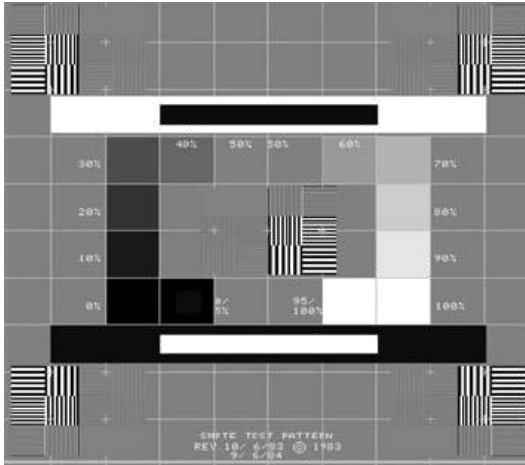
每月校驗

四、擷像工作站影像顯示器評估 (Acquisition display devices evaluation)

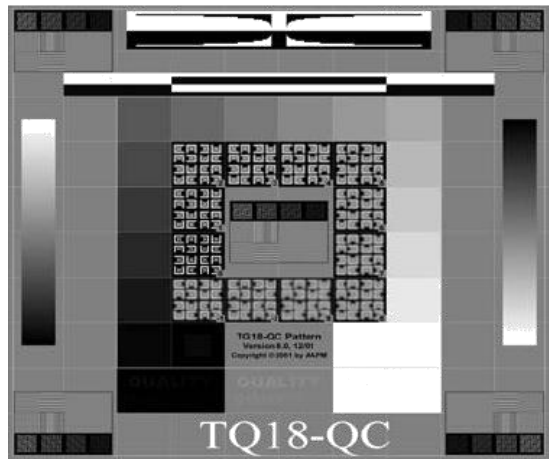
(一) 目的：確保擷像工作站之螢幕的品質符合標準

(二) 測試所需設備：

1. Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)測試圖 (圖五)
2. The American Association of Physicists in Medicine(AAPM) TG l8-QC (Task Group 18)測試圖 (圖六)。



圖五、SMPTE 測試圖



圖六、TG-18 測試圖

(三) 測試步驟：以下兩測試圖擇一測試

1. 擷像工作站之 SMPTE 測試

(1) 將 SMPTE 測試圖顯示在控制檯螢幕，並依廠商建議設定其窗寬/窗高。

(2) 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，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，應皆能分辨從最寬至最窄的線對。

2. 擷像工作站之 TG 18-QC 測試

(1) 一般影像品質與假影：

評估此測試影像的整體呈現。注意任何非均勻亮度之區域或假影，特別是在白至黑或黑至白的轉換，確認漸層條紋顯示為連續、平順，且無任何輪廓線。

(2) 幾何扭曲：

確認此測試影像的邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲，且測試影像位

於此螢幕有效區域之中央位置。

(3) 光度、反射、雜訊與炫光：

確認每個相鄰灰階及 5%與 95%方塊可清楚分辨。分別在臨床操作環境進行測試，確認低對比度之文字及 16 個灰階方塊，包括角落之灰階方塊，皆要清楚可見。

(4) 解析度：

確認在中心或角落的 Cx 測試，予以給分並與參考分數比較。同時確認中央與角落的高對比線對之可見度。

3. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則：

1. SMPTE 測試

- (1) 0%~5%及 95%~100%之低對比方塊需清楚可分辨。
- (2) 0%~100%十一個灰階方塊皆應清楚可分辨。
- (3) 不應有明顯可見的條紋假影、扭曲、與陰影。
- (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。

2. TGI8-QC 測試

- (1) 0%~5%低對比方塊清楚可分辨。
- (2) 95%~100%之低對比方塊清楚可分辨。
- (3) 十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可分辨。
- (4) 低對比度之文字清楚可分辨。
- (5) 無任何非均勻亮度之區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順。
- (6) 測試影像的邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲。
- (7) 測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置。
- (8) 中心及角落的 Cx 測試物之給分介於 0~4 之間。
- (9) 中央與角落的高對比線對皆能分辨。

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

(一) 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。

(二) 測試所需設備：SMPTE或TG-18測試圖

(三) 測試步驟：

- 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。
- 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.將此雷射片放置於看片箱上，先觀察是否有假影，測試方式請參閱顯示器測

試步驟。

(四) 效能判定準則：

- 1.0%~5%及95%~100%之低對比方塊清楚可分辨。
- 2.雷射片之灰階度顯示需與控制檯螢幕中之影像灰階顯示一致。
- 3.不應有明顯假影。

五、檢查床水平檢測 (leveling of CT-scanner tabletop)

(一) 目的：確保檢查床水平。

(二) 測試所需設備：水平儀。

(三) 測試步驟：

1. 檢查床位於預備位置，放置約 20 kg 重之物體於檢查床前緣，將水平儀縱向擺放於重物旁，紀錄水平儀顯示值。
2. 將床往機架方向延伸至最大距離，紀錄水平儀顯示值。
3. 計算水平儀讀值之差異，若為初次校驗，依校驗值建立基準值，縱向水平下垂角度宜為二度以下（縱向水平基準值）。若為例行校驗，應依據建立之基準值，維持檢查床之縱向水平與基準值差異為一度以下之要求。
4. 將檢查床調整至臨床使用之位置。將水平儀橫向擺放在檢查床前、中、後三個位置，測量紀錄水平儀讀值。
5. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

1. 縱向水平角度與其基準值差異為一度以下。
2. 橫向水平角度為零點五度以下。

六、檢查床垂直與縱向移動位置準確性 (Table vertical and longitudinal motion)

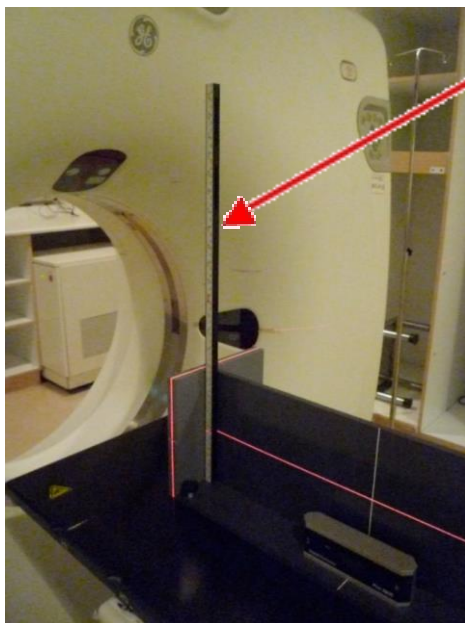
(一) 目的：確認檢查床的垂直與縱向移動位置之準確性。

(二) 測試所需設備：經使用單位確認長度準確性之長直尺。

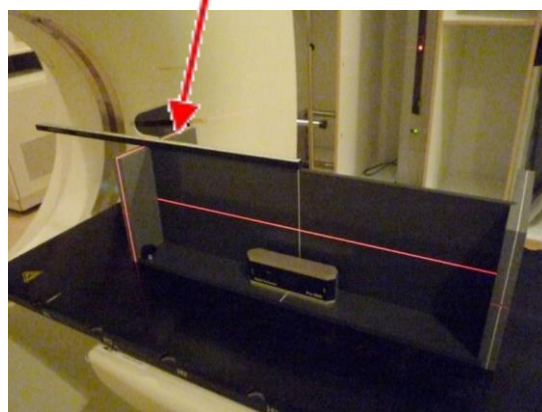
(三) 測試步驟：

1. 將檢查床昇至適當位置，打開兩側定位雷射，在檢查床上垂直方向黏貼固定一長尺，使其垂直於床面，其原點與左右兩側定位雷射水平切齊（圖七）。
2. 將檢查床垂直移動 30 公分，檢視與數位顯示讀值之移動距離差異。
3. 將檢查床昇至適當位置，打開兩側定位雷射，在檢查床上縱向方向黏貼固定一長尺，使其平躺，其原點與兩側定位雷射垂直切齊（圖八）。

4. 將檢查床縱向移動 80 公分，檢視與數位顯示讀值之移動距離差異。
 5. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。
- (四) 效能判定準則與修正措施：二毫米以下。



圖七、在檢查床上垂直方向黏貼固定一長尺，使其垂直於床面站立，其原點與兩側定位雷射水平切齊。



圖八、在檢查床上縱向方向黏貼固定一長尺，使其平躺，其原點與兩側定位雷射垂直切齊。

七、雷射與影像切面之相對軸向關係一致性

(Orientation of lasers with respect to the imaging plane)

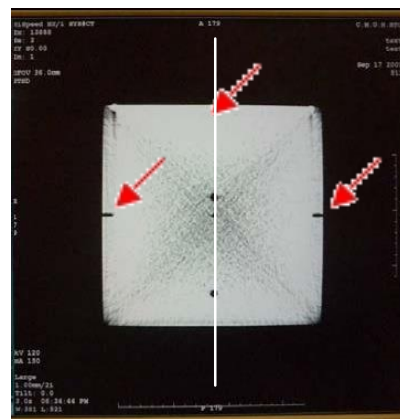
- (一) 目的：確保定位雷射及與機架雷射在水平及垂直軸向方向的一致性。同時確認雷射系統與影像切面軸向方向的一致性。(若僅以機架雷射執行本項，請自行修正本項測試步驟)
- (二) 測試所需設備：方格紙、原廠假體或可執行相同測試目的之假體。
- (三) 測試步驟：
 1. 以方格紙或可執行相同測試目的之假體協助確認在射束能清晰辨識的涵蓋範圍內，定位雷射與機架雷射在水平及垂直軸向方向的吻合性。
 2. 取一在平面的不同位置內含兩個以上直徑 2 毫米圓形孔洞或標記之測試假體，孔洞外緣延伸標示孔洞中心軸位置(圖九)。將此假體置於檢查床上，調整假體位置使水平及垂直軸向定位雷射通過圓形孔洞中心。

移動檢查床固定距離使機架雷射通過圓形孔洞中心之標記，將檢查床縱向位置顯示值歸零。

3. 使用最小射束寬度，以適當管電壓及管電流乘積進行曝露，設定掃描範圍（FOV）完整包括測試假體之圓形孔洞位置，執行軸狀掃描。
 4. 檢視 CT 掃描影像，選取圓形孔洞可以清楚的在螢幕上辨識的影像（圖十）。紀錄該影像縱向座標位置。
 5. 開啟 CT-Simulator CT 影像座標軸顯示功能，將座標軸顯示於螢幕。
 6. 分析影像縱向座標位置及座標軸原點座標值與圓形孔洞之差異。確認影像中心參考座標與雷射系統座標之差異。
 7. 紀錄分析結果，確認符合效能判定準則。
- （四）效能判定準則與修正措施：
1. 雷射在水平及垂直軸向方向差異為二毫米以下。
 2. 影像上需可以清楚看到標記。



圖九、在多平面的不同位置皆內含兩個以上直徑 2 毫米圓形孔洞的測試假體。

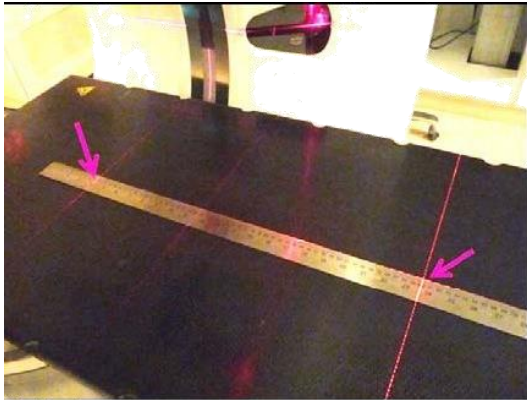


圖十、圓形孔洞所在位置之影像可以清楚的從螢幕上辨識。

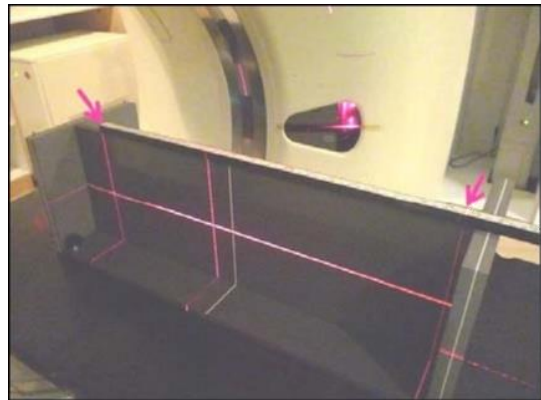
八、定位雷射與機架雷射間隔長度準確性 (Spacing of lateral wall lasers with respect to lateral gantry lasers and scan plane) (若無定位雷射系統，則本項免執行，請在此處註明。)

- （一）目的：確認定位雷射與機架雷射在垂直軸向的平面間隔距離維持穩定準確的關係。
- （二）測試所需設備：經確認長度準確性之長直尺。
- （三）測試步驟：
1. 於檢查床上平貼直尺，長度大於原廠設定的定位雷射與機架雷射的間隔距離例如 60 公分。目視檢查機架雷射與定位雷射距離是否為設定值。（圖十一）

2. 使用測試假體或專用假體（圖十二），調整假體位置使定位雷射通過圓形孔洞中心所在之平面。
 3. 檢查床往機架移動原廠設定的間隔距離。使用最小射束寬度，以適當管電壓及管電流乘積進行曝露，設定掃描範圍(FOV)完整包括測試假體之圓形孔洞位置，執行軸狀掃描。
 4. 檢視 CT 掃描影像，圓形孔洞所在位置之影像是否可以清楚的從螢幕上辨識出每個圓形孔洞的外觀，確認定位雷射與機架雷射及 CT 掃描平面的間隔距離差異。
 5. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。
- (四) 效能判定準則與修正措施：
1. 機架雷射與定位雷射距離與原廠設定值差異為二毫米以下。
 2. 定位雷射與機架雷射及電腦斷層掃描平面的間隔距離差異為二毫米以下。



圖十一、紀錄機架雷射在直尺之位置，依據直尺之刻度，計算機架雷射與定位雷射之距離。



圖十二、確認定位雷射與機架雷射及 CT 掃描平面的間隔距離差異小於容許值。

九、定位雷射移動的準確性 (Moving lasers accuracy) (若為固定式定位雷射系統，則本項免執行，請在此處註明。)

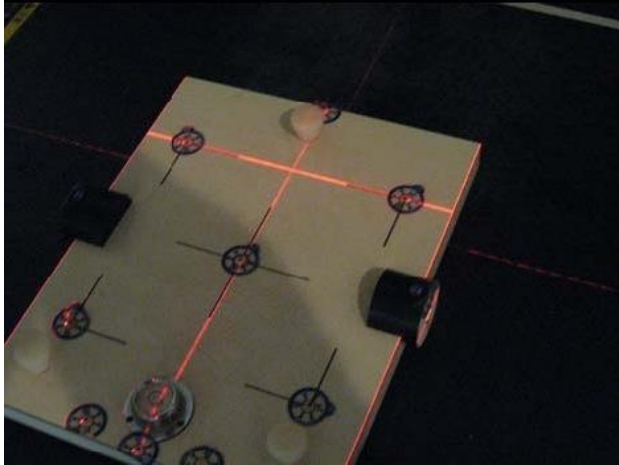
- (一) 目的：確保定位雷射移動位置的準確性。
- (二) 測試所需設備：尺、方格紙或可執行同功能測試之假體。
- (三) 測試步驟：

1. 將方格紙或可執行同功能測試之假體置於檢查床上（圖十三），調整假體位置使水平及垂直軸向定位雷射通過假體參考點中心。設定天花板雷射向左及向右各移動若干固定距離（例如 ± 5 , ± 10 及 ± 15 公分。建議總移動距離不小於 20 公分），檢查並記錄移動位置準確性。
2. 將尺直立於檢查床上（圖十四），設定兩側雷射向上及向下各移動若干固定距離（例如 ± 5 及 ± 10 公分。建議總移動距離不小於 10 公分），檢查並

記錄移動位置準確性。

3. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：移動誤差需二毫米以下。



圖十三、天花板雷射向左及向右偏移邊至標記。



圖十四、尺直立於檢查床上，設定兩側雷射向上及向下各移動固定距離。

十、檢查床與影像切面軸向吻合性

(Orientation of the CT-scanner tabletop with respect to the imaging plane)

(一) 目的：確認檢查床與 CT 掃描平面的軸向是否對齊吻合，需注意檢查床在可作業運用的範圍內是否平整。

(二) 測試所需設備：含直徑 2 毫米圓形孔洞之測試假體或可執行同功能測試之假體。

(三) 測試步驟：

1. 在檢查床最前端位置，放置一內含直徑 2 毫米圓形孔洞或標誌之測試假體，調整測試假體位置，使圓形孔洞或標誌中心位於檢查床寬度正中央的位置。打開天花板雷射，紀錄雷射與標記的位置差異。
2. 將檢查床移至影像切面之位置，並將縱向座標歸零。使用最小射束寬度，以適當管電壓及管電流乘積進行曝露，設定掃描範圍 (FOV) 完整包括測試假體之圓形孔洞位置，執行軸狀掃描，並讀取影像中標記之座標值。
3. 相對步驟 1 之標記位置，在相距 60 公分處，再放置另一直徑 2 毫米之金屬記號，置於檢查床寬度正中央的位置，紀錄天花板雷射與標記的位置差異。。
4. 參考步驟 2 執行軸狀掃描，並讀取影像中標記之座標值。
5. 記錄兩金屬座標並計算其差值，紀錄分析前後兩標記與天花板雷射及影

像中座標值之差異，其結果需符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：誤差需在二毫米以下。

十一、水假體影像均勻度及雜訊評估

(Evaluation of water phantom image uniformity, and noise)

(一) 目的：

1. 確保均質水假體中，不同位置之 CT 值均勻度。
2. 評估常規成人腹部掃描參數下，影像雜訊之變化。

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

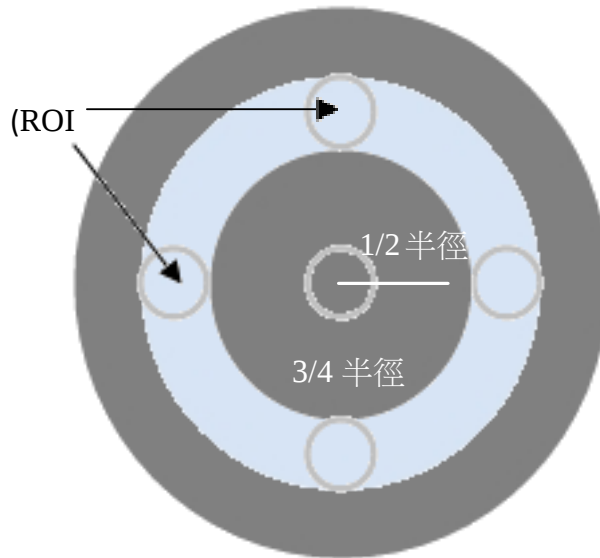
(三) 測試步驟：

1. 將假體固定於檢查床上，移動治療床使假體位於機架中心，並將水層厚度一半對準切面雷射。
2. 以常規成人腹部掃描條件進行測試。
3. 設定適當的照野範圍以便將整個測試假體完整包含在內，其大小建議為假體直徑加 1 公分。
4. 影像均勻度：
 - (1) 將取得影像組選取中間影像進行評估，分別放置面積約 400 平方毫米之 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 功能由邊緣向內約 2 公分處）（圖十五）。
 - (2) 比較周邊 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。
5. 影像雜訊：

放置面積約 400 毫米²之 ROI 於所得假體影像正中央，測量其 CT 值之標準差以做為雜訊之評估。
6. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

1. 影像不均勻度差異為 5HU 以下。
2. 雜訊值與其基準值差異為百分之二十以下。



圖十五、均勻水假體掃描影像及 ROI 建議圈選位置。

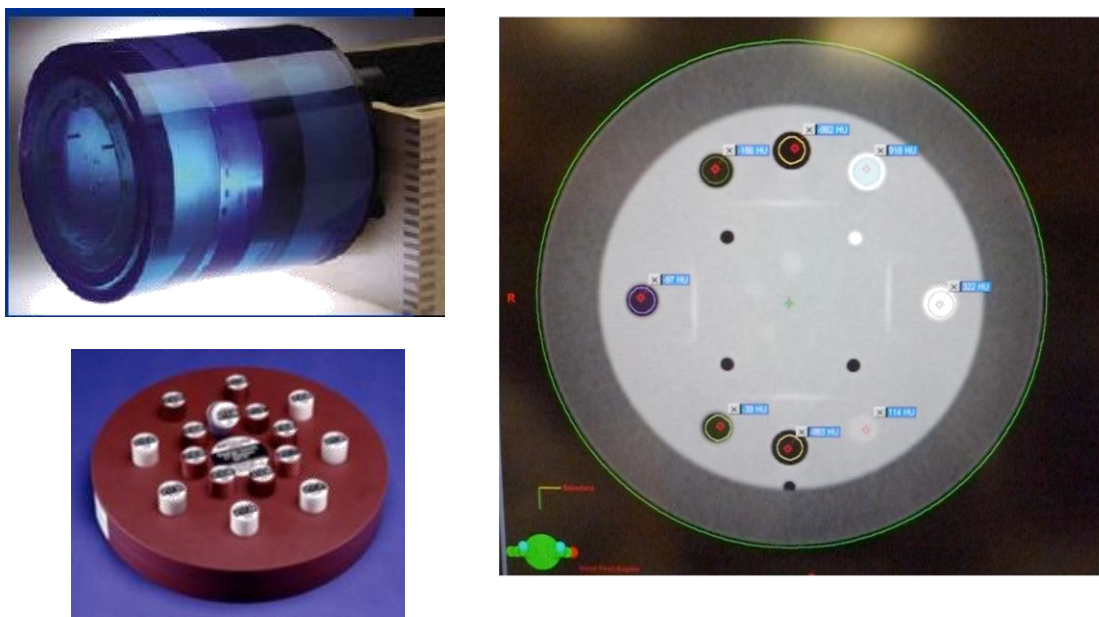
十二、CT 值準確性 (CT number accuracy)

- (一) 目的：測定除了水之外，其他至少 4 種不同材質的掃描 CT 值準確度。
- (二) 測試所需設備：含有各種已知密度物體製成之測試假體或儀器廠商提供之類似設備。這些假體必須包含至少五種測試物，且至少應有能代表空氣、水、與 CT 值 800 以上的測試物。
- (三) 測試步驟：

1. 選擇 4 至 5 種不同材質（如：鐵氟龍、Polyethylene、Lexan 等）或商品化之測試假體，採適當間格放置於檢查台上（圖十六），以常規成人腹部掃描條件進行軸狀掃描。
2. 使用每一 ROI 需包含至少 25 個以上之像素 (Pixel) 或直徑至少需 1 公分以上或包含測試物質 80% 的截面積之圓型區域在各特定物質內測量平均 CT 值。
3. 分析並記錄其平均 CT 值。此數值與接收測試或更換管球時相同材質建立的基準值作比較。
4. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

1. 水的 CT 值為介於 -7 至 +7 HU 之間。
2. 除了水以外，其他物質之 CT 值與其基準值差異為 30HU 以下。
3. 若使用 ACR 假體進行測試時，則各測試物的 CT 值應符合表一所列之範圍。



(圖十六、內含不同材質的測試假體，以 ROI 圈選工具於不同材質假體之中心進行圈選，分析並記錄其平均 CT 值。

表一、ACR CT 認證假體標準：測試物的 CT 值範圍(version 3/30/11)

材料種類	英文名稱	CT值(HU) 範圍
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

年度校驗

十三、系統安全評估(System safety evaluation)

(一) 目的：確認所有的裝置與組件之機械部份為正確運作、監控與指示病人的設備之功能正常。

(二) 測試所需設備：無。

(三) 測試步驟：

1. 確認整個電腦斷層掃描儀在機械方面是穩定的。
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. 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. 確認所有定位雷射燈功能正常。
5. 確認所有指示燈皆功能正常，例如輻射使用中。
6. 確認指示病人的對講裝置功能正常。
7. 確認監控病人的攝影機與顯示器功能正常。
8. 紀錄分析之結果，確認符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

具傷害性、無法使用或無法適當操作的項目應請適當的維修人員修復。

十四、切片位置準確性 (Slice positioning accuracy)

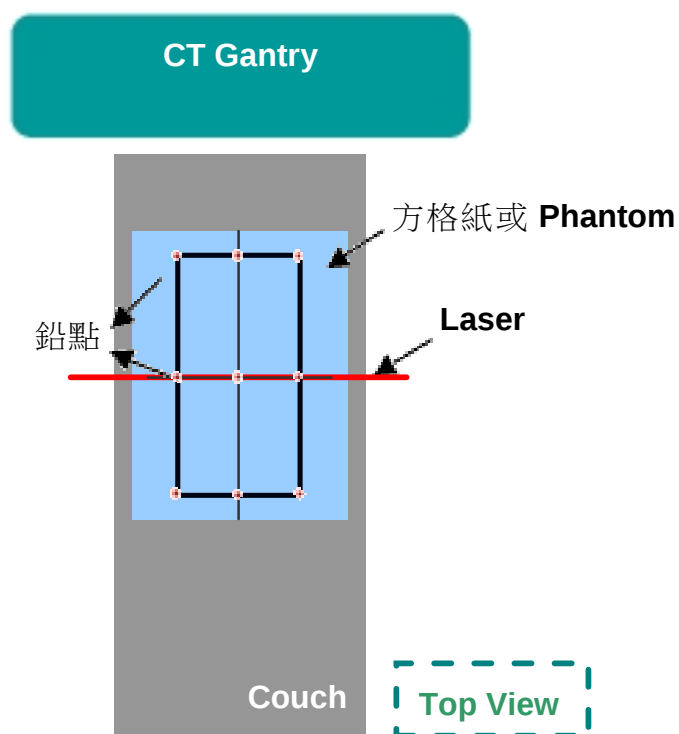
(一) 目的：確保定位投影影像(Scout View)掃描位置之準確性。

(二) 測試所需設備：方格紙或專用假體。

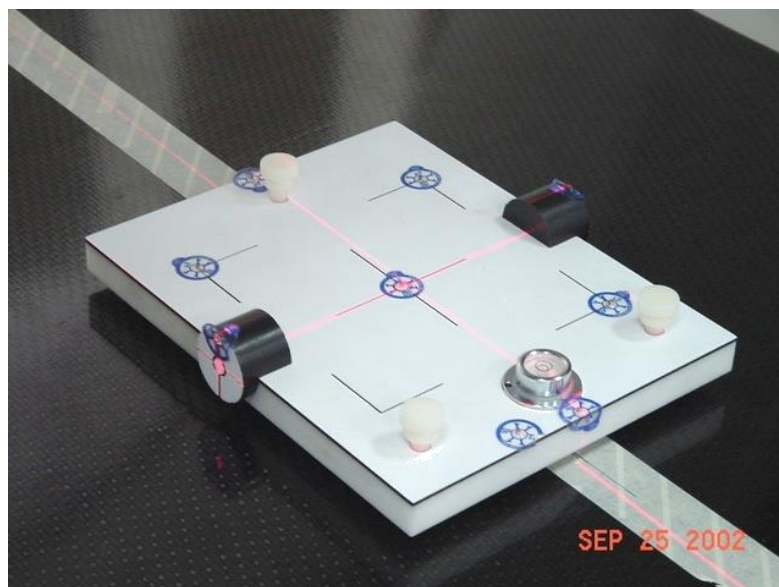
(三) 測試步驟：

1. 於方格紙或假體上標誌數個直徑小於 2 毫米的金屬點記號（圖十七）。
以 3 個橫向排列之標誌點為一組，每組標誌點間之距離可自行決定，建議各組間距大於 25 公分，即總距離大於 50 公分。[亦可使用原廠所提供之專用工具或假體進行此品保項目（圖十八）]
2. 將掃描位置歸零於機架雷射通過任一組標誌點處。
3. 設定 Gantry angle 為 0 度，取一張 0 度之 Scout View 影像。
4. 藉由取得之 Scout View 分別定出通過 3 組標誌點之掃描位置，並以 1 毫米之切片厚度進行軸狀掃描。（圖十九）。
5. 評估擷取之切面影像，調整影像縱向位置，各別紀錄影像上清楚顯現 3 個標誌點影像的位置（圖二十）。

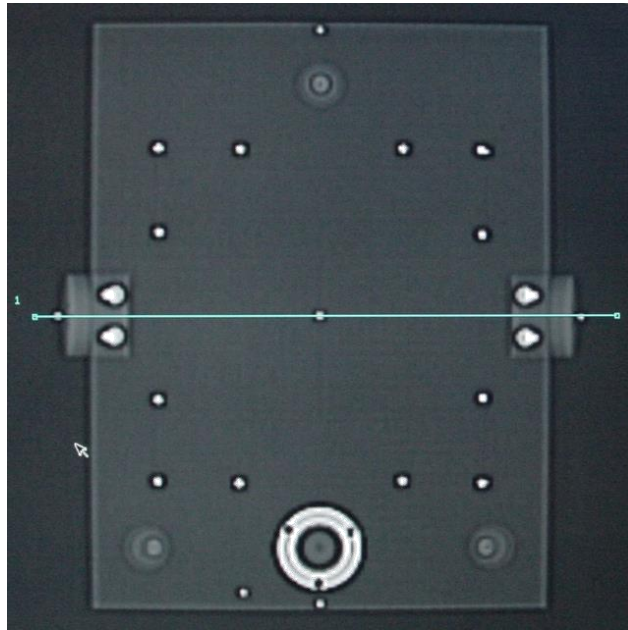
6. 分析及紀錄其結果，其差異必須符合效能判定準則。
- (四) 效能判定準則與修正措施：差異在一毫米以下。



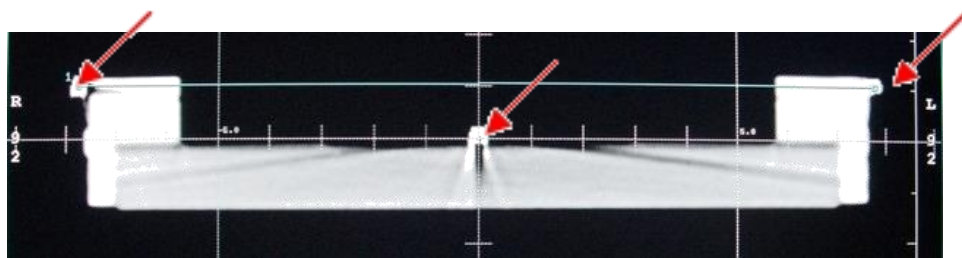
圖十七、於方格紙上黏貼標誌點之示意圖。



圖十八、專用工具或假體上標誌點之示意圖。



(圖十九、藉由 Scout View 分別定出通過 3 組標誌點之掃描位置，並以 1 mm 之切片厚度擷取切面影像。



圖二十、評估擷取之切面影像，影像上應清楚顯現標誌點。

十五、切片厚度準確性(Slice thickness accuracy)

(一) 目的：確保影像切片的實際厚度之準確性。

(二) 測試所需設備：

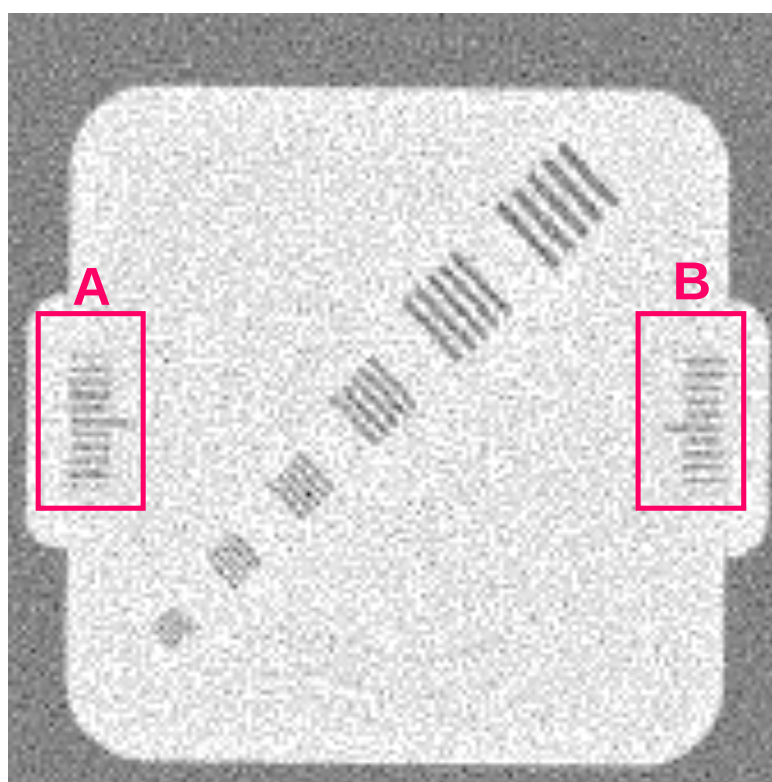
量測切片厚度專用假體（如美國放射學院的電腦斷層認證假體(ACR phantom)或儀器廠商提供之內含刻度尺假體等）。

(三) 測試步驟：

1. 將量測切片厚度專用假體（如美國放射學院的電腦斷層認證假體(ACR phantom)或儀器廠商提供之內含刻度尺假體等）放置於檢查床上，以常規成人腹部掃描模式進行測試，設定適當的組像範圍包含整個假體。若常規成人腹部掃描是以軸狀掃描，則直接掃描切片厚度測試物的正中央區段。
2. 若常規成人腹部掃描是以螺旋掃描，則將掃描模式改為軸狀掃描，其他

參數則維持固定不變。若掃描儀為多切片機型，但不能使用相同的偵檢器組置($N \cdot T$, T 為一個資料通道在 Z 軸方向上形成影像之切片寬度, N 為該模式下的資料通道數目)進行軸狀掃描時，則在維持相同的 T 設定下，使用最大的 N 之偵檢器組置，進行軸狀掃描。

3. 同上述步驟，但改變切片厚度為高解析度肺部掃描時使用的厚度、3、5 及 7 毫米（若於步驟(1)中已有相同厚度，則不需重複掃描）。若無法達到前述設定，則選取最接近的設定值進行測試。
 4. 分析影像切片厚度（圖二十一）。調整至原廠建議之 Window/Level，或自訂最佳目視條件之 Window/Level，並於日後以相同條件判讀影像。
 5. 目視影像兩側之刻度標示，並判別可辨別多少刻度即為此張影像切面厚度。
 6. 紀錄量測之切片厚度，其差異必須符合效能判定準則。
- （四）效能判定準則與修正措施：差異在一點五毫米以下。



圖二十一、假體影像，目視影像兩側之刻度標示，並判別可辨別多少刻度即為此張影像切面厚度。

十六、高對比(空間)解析度 (High-contrast (spatial) resolution)

- （一）目的：測定掃描影像之高對比（空間）解析度。

(二) 測試所需設備：

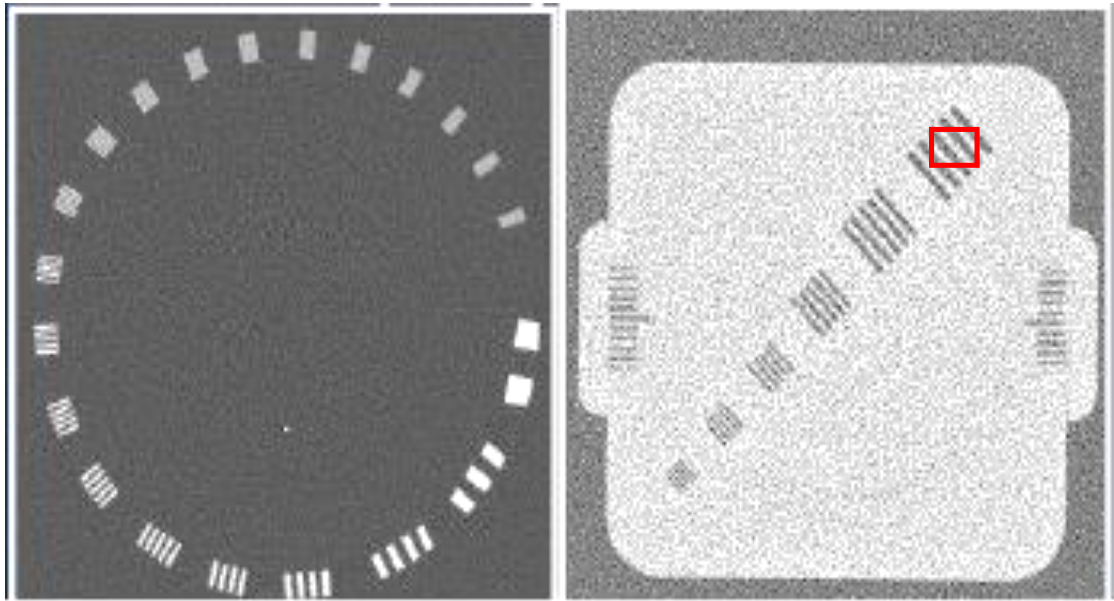
量測高對比專用假體(ACR CT 測試假體、含有空間解析度測試金屬絲製成之測試假體或儀器廠商提供之類似設備)。

(三) 測試步驟：

1. 將量測高對比專用假體(ACR CT 測試假體、含有空間解析度測試模版製成之測試假體或儀器廠商提供之類似設備)放置於掃描床上，以常規成人腹部掃描模式及影像重建法進行測試，設定適當的組像範圍包含整個假體，直接掃描包含有空間解析度測試模版處正中央區段。
2. 若使用螺旋掃描模式，則將掃描起點與終點分別設定在空間解析度測試模版前、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. 同上述步驟，但改變為高解析度肺部掃描模式及影像重建法再次進行測試。
4. 分析掃描影像切片，參考並調整至原廠建議之 Window/Level，或自訂最佳目視條件之 Window/Level，並於日後以相同條件判讀影像。
5. 可於適當環境背景光下，目視辨別影像中不同解析之 Line pair 區塊，紀錄可清晰辨別之 Line pair 區塊。除了目視辨別外亦可以圈選矩形 ROI，圈選範圍恰好包含影像中之一組 Line pair，分析其 SD 值，紀錄各組不同粗細之 Line pair 的 SD 值，於接收測試後或第一次年度校驗後，建立各組 Line pair 的 SD 基準值。(第 5 點，ROI 法可做可不做)(圖二十二)。
6. 紀錄分析其結果，差異必須符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

1. 常規成人腹部掃描模式可清楚分辨每公分六組線對 (6 line pair/cm) 以上，高解析度肺部掃描模式可清楚分辨每公分八組線對 (8 line pair/cm) 以上。
2. 或以常規成人腹部及高解析度肺部掃描模式下，其 MTF 百分之十之值與基準值差異為百分之二十以下。(如果使用空間解析度測試金屬絲製成之測試假體或儀器廠商提供之類似設備進行測試，以 **MTF 10%** 之值作為判定標準，請醫院/廠商修訂測試步驟。)



圖二十二、量測高對比專用假體影像，於適當環境背景光下，目視辨別影像中不同解析之 Line pair 區塊。

十七、低對比偵測度 (Low-contrast resolution)

(一) 目的：測定掃描儀對低對比物體之分辨力。

(二) 測試所需設備：

電腦斷層認證 CT 測試假體或儀器廠商提供之類似設備（其內含有低對比物體(小於 1%，10 HU)分辨力測試模版製成之測試假體，如 ACR 假體為 0.6%，6 HU）。

(三) 測試步驟：

1. 將假體放置於檢查床上。以常規成人腹部掃描模式及影像重建法進行測試，設定適當的組像範圍包含整個假體，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。若臨床掃描程序是使用自動管電流模式，則須將此功能關閉，改用手動設定管電流，管電流的選擇請依據適用於參考體型的條件。
2. 若使用螺旋掃描模式，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. 同上述步驟，但將掃描模式與影像重建法改變如下，再進行測試：常規成人頭部掃描模式、常規小兒腹部掃描模式。
4. 放置 ROI（其大小約佔欲測量物面積之 80%）於所得影像中最大直徑之低對比物正中央以及相鄰背景區域，測量其平均值與標準差。

5. 計算對比雜訊比(contrast-noise ratio, CNR):

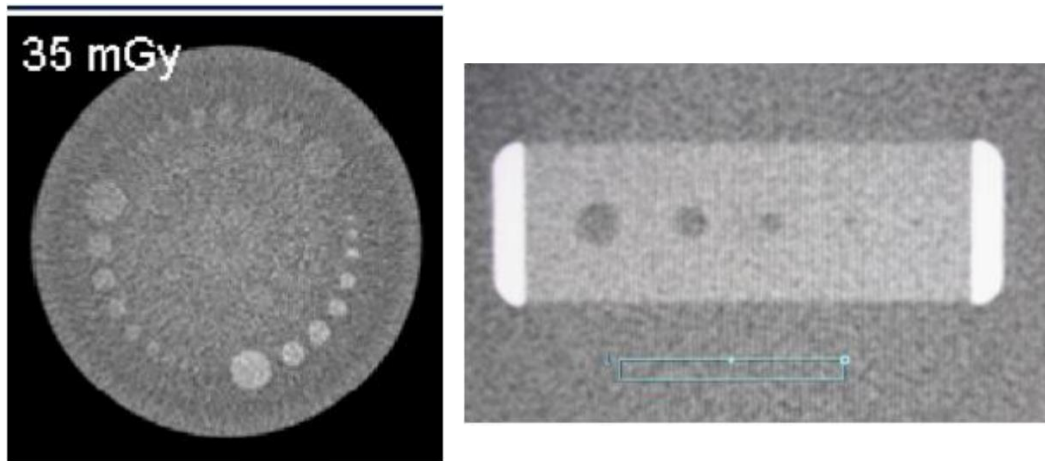
$CNR = (\text{對比物平均值} - \text{背景平均值}) / \text{背景標準差}$ 。

注意事項：CNR 的測量結果極容易受到影像重建法的影響，因此必須依據臨床掃描目的而選用之。

6. 若使用 ACR 電腦斷層認證假體以外的假體，則將所得影像設定在最佳之窗寬 / 窗高以進行影像判讀。檢視影像中的低對比物（圖二十三），由大至小依序觀察，低對比物可明顯可見時計為一分，並由大至小加總計分。

（四）效能判定準則與修正措施：

1. 針對 ACR 電腦斷層認證假體，CNR 的表現必需符合以下標準：常規成人頭部：CNR ≥ 1.0 ；成人腹部：CNR ≥ 1.0 ；小兒腹部：CNR ≥ 0.4 。
2. 若使用 ACR 電腦斷層認證假體以外的假體，最小可見之低對比物之計分與基準值相較，其直徑增加不可超過 1 mm(即分數減少應不超過 1 分)。



圖二十三、電腦斷層認證CT 測試假體影像，於適當環境背景光下，目視辨別影像中低對比物質不同直徑大小之圓盤，紀錄可清晰辨別之圓盤直徑大小。

十八、掃描電子密度假體之CT值準確性

(CT number accuracy, Electron density phantom)

(一) 目的：測定電腦治療計畫系統使用之不同材質相對電子密度對應掃描 CT 值曲線之一致性。

(二) 測試所需設備：

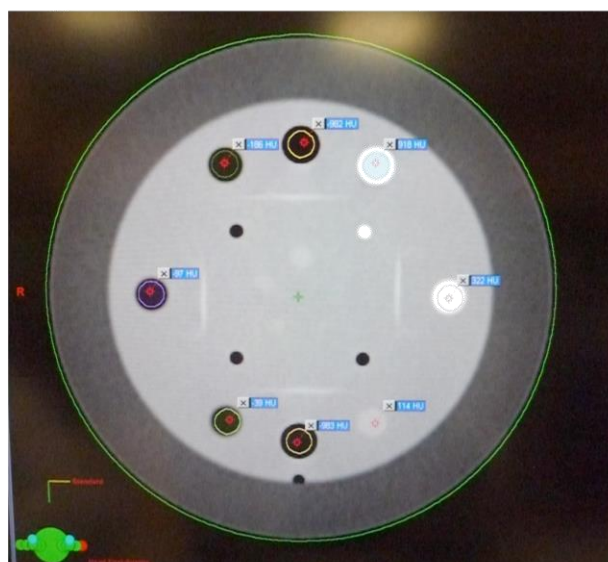
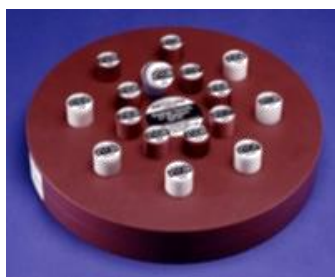
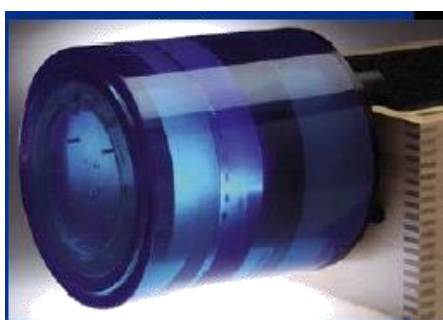
含有各種已知線性衰減係數及電子密度的測試物製成之假體(例如美國放射學院的電腦斷層認證假體、或儀器廠商提供之含多種電子密度材料假體)。這些假體必須包含至少五種測試物，且至少應有能代表空氣、水、與 CT 值 800 以上的測試物。

(三) 測試步驟：

1. 將含有各種已知線性衰減係數(或電子密度)的測試物製成之假體，(例如美國放射學院的電腦斷層認證假體、或儀器廠商提供之電子密度假體)放置於掃描床上，依序更換已知電子密度之假體嵌入柱，以常規成人腹部掃描模式進行測試，設定適當的組像範圍包含整個假體。若常規成人腹部掃描是以軸狀掃描，則直接掃描 CT 值測試物的正中央區段。(圖二十四)。
2. 若常規成人腹部掃描是以螺旋掃描，可加作將掃描模式改為軸狀掃描，其他參數則維持固定不變。若掃描儀為多切片機型，但不能使用相同的

偵檢器組置(N·T)進行軸狀掃描時，則在維持相同的 T 設定下，使用最大的 N 之偵檢器組置，進行軸狀掃描。

3. 分析掃描影像。使用軟體中之 ROI 圈選工具於假體之中心進行圈選，每一 ROI 中需包含至少 25 個以上之像素(Pixel)，或直徑至少需 1 公分以上，或包含測試物質 80%的截面積。
 4. 分析並記錄每一已知電子密度之嵌入物之平均 CT 值，以接收測試後或第一次年度校驗後之值為基準值。
 5. 比較治療計畫系統所使用的該型號電腦斷層掃描儀相對電子密度對應 CT 值曲線，確認校驗值與曲線值差異符合效能判準。
 6. 紀錄分析比較結果，差異必須符合效能判準。
- (四) 效能判定準則與修正措施：
1. 水的 CT 值為介於-7 至+7HU 之間。
 2. 除了水以外，其他物質之 CT 值與其基準值差異為 30HU 以下。



圖二十四、內含不同材質的測試假體，以 ROI 圈選工具於不同材質假體之中心進行圈選，記錄並比較由原廠提供之不同材質假體電子密度值。

十九、水假體影像評估

(Evaluation of water phantom image uniformity, noise, artifact, and CT number)

(一) 目的：

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
2. 確保於均質水假體中，不同位置之 CT 值的均勻度
3. 評估影像中之假影程度。

(二) 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，例如電腦斷層掃描儀廠商所提供之假體、或美國放射學院電腦斷層認證假體等。

(三) 測試步驟：

1. 將假體放置於檢查床上。以常規成人腹部掃描模式進行測試，設定適當的組像範圍包含整個假體，掃描均質水的正中央區段。

注意：若電腦斷層掃描時啟動自動管電流調控功能，則查詢過去影像資料，挑選出中等體型病人的掃描影像，查詢肝臟上下中心的影像，所顯示的管電流(mA)或管電流時間乘積(mAs)，記錄至少 5 位受檢者的結果，取其平均值。掃描時，關閉自動管電流調控功能，將管電流或管電流時間乘積依上述平均值來設定。

2. 將掃描模式改為軸狀掃描，其他參數則維持固定不變，重複步驟 1。若步驟 1 為軸狀掃描，則此步驟省略。若掃描儀為多切片機型，但不能使用相同的偵檢器組置(N•T)進行軸狀掃描時，則在維持相同的 T 設定下，使用最大的 N 之偵檢器組置，進行軸狀掃描。

3. 改變偵檢器組置，重複步驟 2：

(a) 在最小的 T 設定下，選用最大的 N，影像重組厚度設為 T；

(b) 在最大的射束寬度下，選用最小的 T，影像重組厚度設為 T。

4. 選用其他臨床使用之管電壓峰值，重複步驟 2。

5. 將步驟 2 的影像以其他臨床使用之影像重建法組像。

6. 對於步驟 1、2、4、5 的影像，選取中間影像評估，放置 ROI（約 400 平方毫米）於所得假體影像正中央，測量其平均值與標準差。

7. 對於步驟 1 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 平方毫米）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。

8. 對於步驟 1 與 3 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 平方毫米），調整窗寬為 100，窗高為 0，評估所有影像的是否有存在假影，並確定水的 CT 值介於標準之中。

9. 紀錄分析比較結果，差異必須符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：

1. 水的 CT 值應介於-7 至+7HU 之間。
2. 影像不均勻度差異為 5HU 以下。
3. 雜訊值與其基準值差異為百分之二十以下。

4. 影像中不應存在任何明顯之假影。

二十、劑量輸出穩定性 (Output consistency)

(一) 目的：藉由量測等中心點空氣中之劑量，與接收測試值比較，確保設備劑量輸出之穩定性。

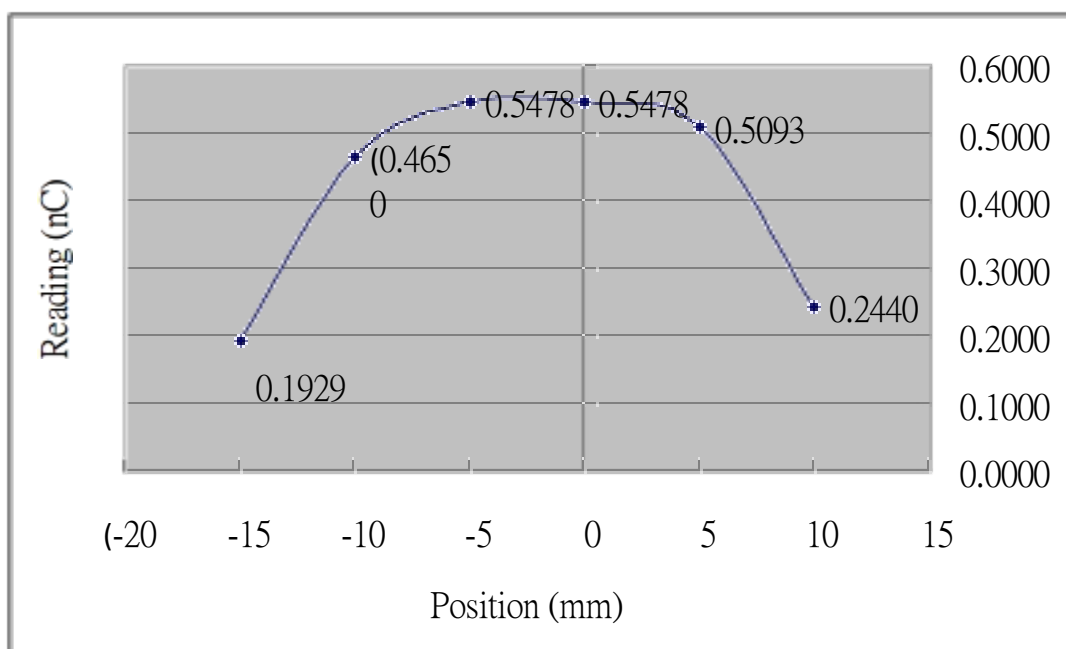
(二) 測試所需設備：

1. 已校正的 Farmer 型游離腔與專用假體
2. 已校正的電量計。

(三) 測試步驟：

1. 將 Farmer 型游離腔 (0.6 cc Farmer type ion chamber)與電量計連接後，放置於假體中央之孔洞，將游離腔收集電荷區之中央調整至 CT 掃描儀等中心點位置。
2. 由於 Farmer 型游離腔收集電荷區之長度約為 24 毫米，為避免量測值因位置的準確性而有極大差異(圖二十五)，應將準直儀(collimation)寬度設為 10 毫米。
3. 設定與建立基準值時相同的 kVp、mAs 及掃描條件進行軸狀掃描。
4. 重複量測三次並記錄讀值 (單位為 nC)，修正溫度、壓力影響，計算平均量測值。【注意：量測電流值與漏電流(Leakage current)比值應在 100 倍以上】
5. 將所得量測值與接收測試時以相同條件建立之基準值相比較。
6. 紀錄分析比較結果，差異必須符合效能判定準則。

(四) 效能判定準則與修正措施：與其基準值差異為百分之十以下。



圖二十五、Farmer 型游離腔收集電荷區位置與量測值之關係圖

二十一、輻射寬度 (Radiation width)

(一) 目的：評估射束準直儀寬度設定的準確性。

(二) 測試所需設備：

可以顯現出電腦斷層射束範圍的設備：如放射治療位置驗證底片、自顯像底片（如 Gafchromic 電腦斷層用底片）、電腦放射攝影影像板。

(三) 測試步驟：

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)。
2. 使用適當之管電壓及管電流時間乘積進行曝露(曝露條件與所用顯現射束範圍設備有關)。
3. 若為單切片系統，所有臨床使用的射束寬度皆需測試。
4. 若為多切片系統，所有臨床使用的偵檢器組置皆需測試。
5. 若使用放射治療位置驗證底片進行測試，曝露後最大光密度值應介於 1.0 至 2.0 之間，在透光狀態下(如使用閱片箱)，由目視估計曝露邊緣半影區中點位置，用尺測得半高全寬。視需要可使用放大鏡，或將底片用微光密度計掃描後測量。
6. 若使用電腦放射攝影影像板進行測試，需注意曝露量不可造成影像板訊號飽和(一般而言小於 100 mR)。此外，寬度測量應考慮曝露與像素值為對數線性關係。

7. 紀錄分析比較結果，差異必須符合效能判定準則。
- (四) 效能判定準則與修正措施：
- 與其基準值差異為百分之二十以下或一毫米以下。