

核醫用電腦斷層掃描儀品質保證操作程序書
(參考範例)

中華民國 112 年 4 月修訂

每日品保測試(Daily Quality Assurance)

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) 實施頻率：每日或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：無。
- (四) 測試步驟：
 - 1. 目視定位雷射燈功能是否正常。
 - 2. 目視所有指示燈功能是否正常，包含輻射使用中、儀表面版、PET 與 CT 檢查位置指示...等。
 - 3. 測試指示病人的揚聲器功能是否正常、檢查床可正確移動至 PET 與 CT 檢查位置。
 - 4. 目視監控病人的攝影機、顯示器等功能正常。
 - 5. 測試安全連鎖裝置功能正常。
- (五) 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)

- (一) 目的：測定水假體影像 CT 值準確度與檢查是否有假影。
- (二) 實施頻率：每日或更換零件可能對影像品質有影響時。
- (三) 測試所需設備：原廠水假體或可執行同功能測試之假體。
- (四) 測試步驟：

將假體固定於檢查床上，移動治療床使假體位於機架中心，並將水假體厚度一半當切片位置，若假體無切片位置指示物可自行標記。

 - 1. 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。
 - (2) 以常規成人腹部掃描條件掃描。
 - 2. 以自動判讀程式或在窗寬為 100，窗高為 0，且環境背景光線較暗的條件下，先確認重組後每張是否有假影。
- (五) 效能判定準則：
 - 1. 評估每張影像是否有假影 (如：條狀、環狀假影等)。
 - 2. 所有影像之水假體 CT 值應在正負 7 HU 之內。
 - 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。

(每半年品保測試 (Semiannual Quality Assurance))

三、檢查床之 CT 與 PET/SPECT 位置吻合性 (Alignment registration of the PET\SPECT and CT position)

- (一) 目的：確認核醫複合設備之核醫影像與 CT 影像位置吻合性。
- (二) 實施頻率：每半年或更換零件後，可能對檢查床之 CT 與核醫影像位置存疑時。
- (三) 測試所需設備：依各原廠提供之假體或裝置。
- (四) 測試步驟：
 - 1. 依各原廠規範手冊進行，並遵循設置測試假體與條件。
- (五) 效能判定準則：
 - 1. 核醫影像與CT影像位置以不超過 $\pm 5\text{ mm}$ 以內。
 - 2. 測試後若發現結果不符效能判定準則，應聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

每年品保測試 (Annual Quality Assurance)

四、系統安全評估(System safety evaluation)

- (一) 目的：確認整個電腦斷層系統組件之安全性。
- (二) 實施頻率：每年或對系統組件檢查安全性有疑慮時。
- (三) 測試所需設備：無。
- (四) 測試步驟：
 - 1. 稍微用力搖晃治療床及機架以確定整個電腦斷層掃描儀在機械方面是穩定的。
 - 2. 將檢查床及機架移動至最極限以確定所有可動的部分平穩動作，沒有任何阻礙。
 - 3. 用手摸及眼睛巡視整個機組以確定病患或工作人員不會接觸到銳利、粗糙邊緣，或其它包括電的危害。
 - 4. 目視定位雷射燈功能是否正常。
 - 5. 目視所有指示燈功能是否正常，包含輻射使用中、儀表面版...等。
 - 6. 測試指示病人的揚聲器功能是否正常。
 - 7. 目視監控病人的攝影機、顯示器等功能正常。
- (五) 效能判定準則：

整個電腦斷層掃描儀在機械方面是穩定的，所有可動的部分平穩動作，沒有任何阻礙，病患或工作人員不會接觸到銳利、粗糙邊緣，或其它包括電的危害，表列其他各項檢查功能都正常。

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

- (一) 目的：確認切片定位雷射的準確性、使用掃描放射影像對位切片位置的準確性以及檢查床進出切片方向移動的準確性。
- (二) 實施頻率：每年或機器維修後對雷射或切片位置準確性有疑慮時。
- (三) 測試所需設備：
 - 1. 放射治療位置驗證膠片、電腦斷層品保 Gafchromic 膠片、電腦放射攝影影像板或其它可以顯現出電腦斷層射束範圍的設備。
 - 2. 大頭針、硬幣、迴紋針或其它適當之標示物。
 - 3. 可於影像中辨識切片位置之假體。
 - 4. 至少 50 公分長之直尺或捲尺，精確度至公釐。
- (四) 測試步驟：

定位雷射的準確性

- 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. 將定位雷射打開，於所用顯現射束範圍設備上，以大頭針、硬幣或其它適當物品標示雷射位置，如：
 - (a) 使用大頭針直接在放射治療位置驗證膠片封套上壓刺。
 - (b) 使用硬幣置於電腦放射攝影影像板表面。
- 3. 使用最細的準直儀寬度，以適當之管電壓及管電流時間乘積進行曝露。若使用電腦放射攝影影像板時，準直儀寬度不可太細：以確保在電腦放射攝影影像中可見標示(如硬

(幣)位置。

4. 測量射束中心與標示物代表之雷射位置之距離。
5. 若有外部參考雷射，則將內、外雷射同時打開，直接測量兩者距離。
6. 將適當的假體置於檢查床上，內雷射三軸對準假體切片位置指示物後，以最窄的切片厚度進行該切面軸狀掃描。
7. 於得到的影像開啟座標功能，左、右及上、下記號偏差即為水平及軸面雷射的偏差。

檢查床移動的準確性

1. 放置可模擬病人體重(建議不低於 100 公斤)之物體於檢查床上。
2. 將尺貼在檢查床的邊緣，迴紋針貼在檢查床上，並使其折直的尾端指向尺的約略中間處。
3. 將檢查床歸零，讀出迴紋針尾端於尺上的位置。
4. 將檢查床向機架方向移動 50 公分，紀錄尺上的位置與掃描儀顯示位置。
5. 將迴紋針移回原處，紀錄掃描儀顯示誤差。
6. 重覆步驟(4)與(5)，但分三次移動，移動總距離為 50 公分，再移回原處。於相反方向 重覆步驟(4)至(6)。

定位投影影像對位切片位置的準確性

1. 進行上述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。
2. 將切片位置定於該指示物上，以最窄的切片厚度進行軸狀掃描。
3. 於得到的影像中確認是否可以看到指示物。
4. 若無，則進行多張連續軸狀掃描。假體中切片位置指示物出現的影像與設定的影像距離差異即為誤差值。

(五) 效能判定準則：

1. 切片定位雷射的準確性：射束中心與標示物代表之雷射位置之誤差應在 ± 2 mm。
2. 影像對位切片位置的準確性： ± 2 mm。
3. 檢查床移動的準確性： ± 2 mm。
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，則聯絡維修工程師做進一步之檢查與調校。

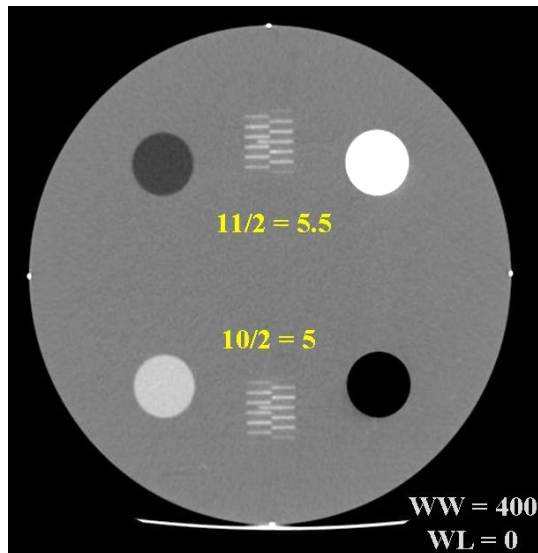
六、切片厚度準確性 (Slice thickness accuracy)

(一) 目的：測量切片的實際厚度。

(二) 實施頻率：每年或更換零件可能對影像品質有影響時。

(三) 測試所需設備：

ACR CT 測試假體、含有金屬斜坡製成之切面厚度測試假體或儀器廠商提供之類似設備(如下圖所示)。



(四) 測試步驟：

1. 以常規成人腹部掃描條件掃描(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)。
2. 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。
3. 將所得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。

(五) 效能判定準則：

1. 誤差應在 ± 1.5 mm 之間。
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。

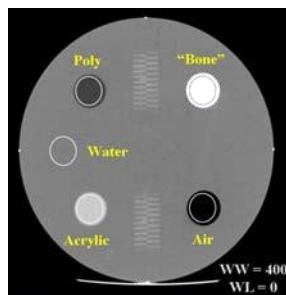
七、CT 值準確性與線性度(CT number accuracy and linearity)

(一) 目的：測定 CT 值準確度與線性度。

(二) 建議實施頻率：每年或更換零件可能對 CT 值有影響時。

(三) 測試所需設備：

ACR CT 測試假體、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。



(四) 測試步驟：

1. 以常規成人腹部掃描條件掃描。
2. 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。

3. 使用面積約 200 平方毫米之圓型區域在各特定物質內測量平均 CT 值。

(五) 效能判定準則與修正措施：

1. 所有物體之 CT 值應在下列範圍之內：

材料種類	英文名稱	最大 CT 值	最小 CT 值
聚乙烯	Polyethylene	-107	-84
水	Water	-7	+7
壓克力	Acrylic	+110	+135
骨頭	Bone	+850	+970
空氣	Air	-1005	-970

(2. 其他測試物質的 CT 值與基準值之差異應不大於 30 HU。

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。

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

(一) 目的：

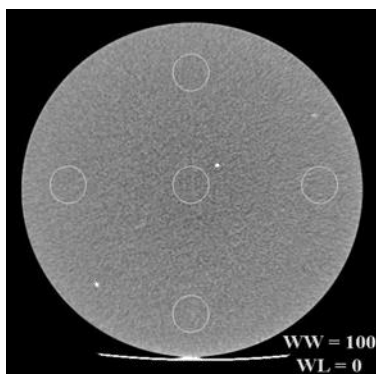
1. 確保均質水假體中，不同位置之 CT 值均勻度。

2. 評估常規成人腹部描參數下，影像雜訊之變化。

(二) 實施頻率：每年或更換零件可能對影像品質有影響時。

(三) 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。



(四) 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. 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。

3. 以常規成人腹部掃描條件掃描。

4. 測試影像假影時須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(3)。若步驟(3)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。

5. 影像均勻度：

(1) 將取得影像組選取中間影像進行評估，分別放置約 400 mm^2 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 cm 處)。

(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。

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

7. 影像假影與水 CT 值：調整窗寬為 100，窗高為 0，評估所有影像的是否有存在假影，並放置 ROI 約 400 mm^2 於所得假體影像正中央，確定水的 CT 值。

(五) 效能判定準則與修正措施：

1. 水的 CT 值應介於 -7 至 7 HU 之間

2. 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。

3. 雜訊值與其基準值之差異，應為 $\pm 20\%$ 以下。

4. 評估每張影像是否有假影 (如：條狀、環狀假影等)

5. 若經測試發現不符準則，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維修。

九、劑量評估(Dosimetry)

(一) 目的：確保曝露與管電流時間乘積成線性正比、評估曝露的再現性、評估電腦斷層劑量指標、和代表性檢查的病人劑量。

(二) 實施頻率：每年或更換零件可能對影像品質有影響時。

(三) 測試所需設備：

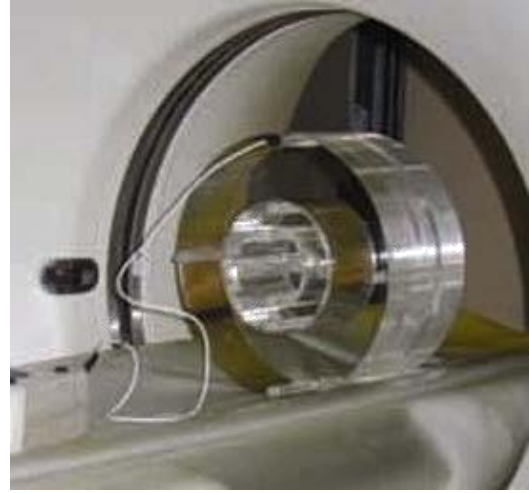
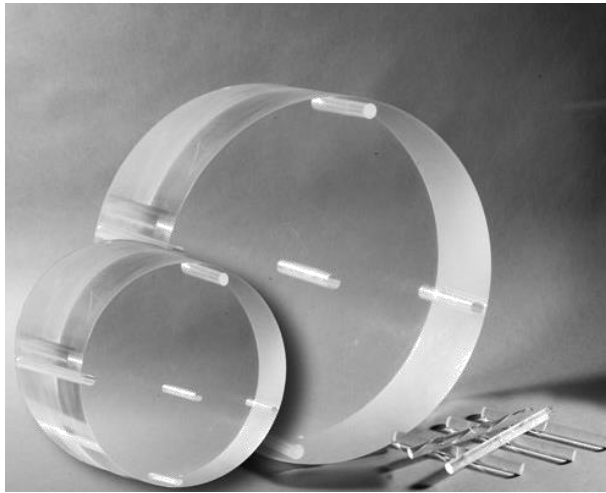
(1) 已校正的電腦斷層專用之筆型游離腔，其靈敏長度為 10 公分。

(2) 已校正的電量計。

(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 公分的圓柱代表頭部假體，直徑 32 公分的圓柱代表軀幹假體。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。

(4) 筆型游離腔的支撐器。



(四) (測試步驟：

管電流之線性度

1. 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。
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
3. 以常規PET\CT掃描條件進行測試:依照各核醫部門常規「PET/CT全身造影檢查條件(成人(若有分頭部、腹部時，應分別執行)\兒童)」進行掃描。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。在軸狀掃描下，若無法選擇相對應於螺旋掃描之偵檢器組置，可選擇射束寬度最接近者，或在工程師的協助下進入維修保養模式完成此部份之測量。
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、曝露時間（秒）、偵檢器組置 (N·T)、與測量值。
5. 針對其他臨床使用的管電壓，重覆步驟(4)，並記錄管電流與測量值。

再現性、電腦斷層劑量指標、代表性檢查的病人劑量

1. 開始實際測量前，記錄掃描參數：以常規PET\CT掃描條件進行測試：依照各核醫部門常規「PET/CT全身造影檢查條件(成人(若有分頭部、腹部時，應分別執行)\兒童)」進行掃描。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、偵檢器組置、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)。
2. 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。
3. 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。在軸狀掃描下，若無法選擇相對應於螺旋掃描之偵檢器組置，可選擇射束寬度最接近者，或在工程師的協助下進入維修保養模式完成此部份之測量。

注意：電腦斷層劑量指標之測量必須使用軸狀掃描。

4. 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。

5. 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。
6. 針對其他臨床上成人頭部檢查，若其管電壓峰值與偵檢器組置與步驟(3)不同時，則重覆步驟(3)至(5)。
7. 將軀幹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。
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。在軸狀掃描下，若無法選擇相對應於螺旋掃描之偵檢器組置，可選擇射束寬度最接近者，或在工程師的協助下進入維修保養模式完成此部份之測量。
9. 重覆步驟(4)與(5)。
10. 針對其他臨床上成人軀幹檢查，若其管電壓峰值與偵檢器組置與步驟(8)不同時，則重覆步驟(8)至(9)。
11. 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。
12. 使用常規小孩腹部檢查（針對5歲體型的小孩）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。在軸狀掃描下，若無法選擇相對應於螺旋掃描之偵檢器組置，可選擇射束寬度最接近者，或在工程師的協助下進入維修保養模式完成此部份之測量。
13. 重覆步驟(4)與(5)。
14. 針對其他臨床上小孩軀幹檢查，若其管電壓峰值與偵檢器組置與步驟(12)不同時，則重覆步驟(12)至(13)。

管電流之線性度：

針對每一管電壓，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)。

再現性、電腦斷層劑量指標、代表性檢查的病人劑量：

(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。

(2) 電腦斷層劑量指標

以平均測量值(M)計算電腦斷層劑量指標(CTDI₁₀₀)，公式如下：

$$CTDI_{100} = \frac{f \cdot C \cdot M \cdot l}{N \cdot T}$$

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，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。待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($CTDI_w$)：

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

(3) 代表性檢查的病人劑量

(a) 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設定，若無法直接知道螺距，則可根據下列公式計算螺距：

$$\text{螺距 (pitch)} = \frac{I}{N \cdot T}$$

其中 I 為檢查床移動速度。此狀況下的體積電腦斷層劑量指標之計算公式如下：

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{\text{pitch}}$$

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：

$$CTDI_{vol} = CTDI_w \cdot \frac{N \cdot T}{I}$$

(b) 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：

$$DLP = CTDI_{vol} \cdot L$$

掃描長度依據檢查部位而不同，針對成人頭部（大腦）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歲小孩腹部檢查可假設為15公分。

(c) 有效劑量(E)

可將劑量長度乘積乘以轉換係數(k)而得之：

$$E = DLP \cdot k$$

轉換係數依據檢查部位而不同，針對成人頭部（大腦）檢查為0.0023 mSv/mGy-cm，針對成人腹部檢查為0.015 mSv/mGy-cm，針對5歲小孩腹部檢查可假設為0.02106 mSv/mGy-cm。

(五) 效能判定準則：

1. 管電流線性度每單位管電流時間乘積之劑量值或曝露值（mGy/mAs 或mR/mAs）之變異係數為零點零五以下。
2. 劑量值或曝露值再現性之變異係數為零點零五。

3. (體積電腦斷層劑量指標 (volume computed tomography dose index, $CTDI_{vol}$), 需符合：
 - a.) 當體積電腦斷層劑量指標於成人頭部掃描條件下超過八十毫格雷 (mGy)、成人腹部掃描條件下超過三十毫格雷 (mGy) 或小兒腹部 (五歲或約十八公斤) 掃描條件下超過二十毫格雷 (mGy) 時, 應檢討訂定檢查掃描參數, 合理抑低劑量。
 - b.) 體積電腦斷層劑量指標與其基準值差異為百分之二十以下。
 - c.) 量測結果, 成人頭部與成人腹部的體積電腦斷層劑量指標與螢幕顯示值差異為百分之二十以下。
4. 測試後若發現「再現性」之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。

十、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)建議實施頻率：每年或機器維修後對射束寬度有疑慮時。

(三)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。

(四)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
6. 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。
7. 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。

(五)效能判定準則：

測量值與基準值之差異應不大於 20 % 或 1 公釐。