

陳建全

放射影像品質提升 之關鍵績效指標

陳建全
醫學物理師 醫事放射師
台灣醫學物理公司
www.tmpinc.com.tw



• 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
- 廈門長庚醫院
 - 支援主管/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/入圍委員
- 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

• 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證書
- 醫事放射師證書

• 研究成果

- SCI 第一作者1篇
- 論文共同作者10篇
- 學術研討會第一/共同作者12篇
- 研究計畫主持人1件
- 研究計畫共同主持人6件

近年法規修正

• 法律

- 未修正

• 命令

- 輻射醫療曝露品質保證標準(1080530)—**第13條**
- 放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法(1071222)—**第2、25、28、31、34、41、45、54條**
- 放射性污染建築物事件防範及處理辦法(1070828)

• 行政規則

- 建材輻射劑量率量測與取樣及放射性核種分析基準(1080111)—**新訂**
- 輻射醫療曝露品質保證標籤核發作業要點(1070115)

輻射醫療曝露品質保證標準

• 適用對象：設有下列所列設備之醫院

- 發布日期：108/5/30 會輻字第10800055011號
衛部醫字第1080012672號
- 施行日期：108/7/1

修正條文	修正附表			
第13條 本標準自發布日施行。 本標準中華民國一百零八年五月三十日修正發布之第四條附表一至第九條附表六，自 一百零八年七月一日 施行。	附表一	醫用直線加速器 (Medical Linear Accelerator)	✓ 新增MLC、FFF相關品保規定 ✓ 修正部分品保項目	容與誤差值修正為「以下」以包含本數
	附表二	含鈷六十放射性物質之遠隔治療機 (Co-60 Teletherapy)	--	
	附表三	含放射性物質之遙控後荷式近接治療設備 (Remote after-loading brachytherapy)	修正輻射源速率、強度之容許誤差值說明	
	附表四	電腦斷層治療機 (Tomotherapy)	修正部分品保項目	
	附表五	電腦刀 (CyberKnife)	新增MLC相關品保規定	
	附表六	加馬刀 (Gamma Knife)	新增新型加馬刀之品保規定	

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

- 適用對象：擁有輻射源之業者、銷售業
- 發布日期：107/12/22 會輻字第10700152261號
- 修正內容：

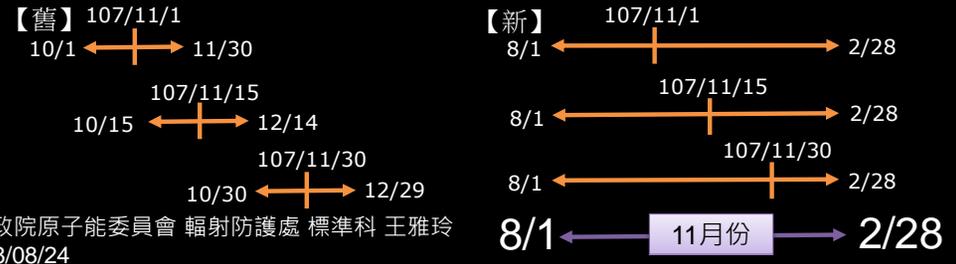
修正條次	修正項目	修正條文	說明
2(1)2		非密封放射性物質：指密封放射性物質以外之放射性物質。	新增
2(1)6	定義	高強度輻射設施：指下列之一之設施： (一)可發生游離輻射設備加速電壓值 <u>達</u> 三千萬伏(30MV) 以上 之設施。 (二)可發生游離輻射設備粒子能量 <u>達</u> 三千萬電子伏(30MeV) 以上 之設施。 (三)使用密封放射性物質活度 <u>達</u> 一千兆貝克(1000TBq) 以上 之設施。	包含本數

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

- 修正內容：

修正條次	修正項目	修正條文	說明
25	應實施測試報告期間(登記備查)	經主管機關同意登記之放射性物質或可發生游離輻射設備，其設施經營者應每五年於同意登記 月份之前後三個月內 ，實施輻射安全測試，並留存紀錄備查。	<ul style="list-style-type: none"> ● 每五年之輻射安全測試，其實行期間放寬為前後三個月內，並改以「月份」計算。 ● 範例： 【舊】原應於107.11.15之前後1個月執行測報。 【新】承上，放寬為8/1~隔年2/28期間執行測報。



行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

- 修正內容：

修正條次	修正項目	修正條文	說明
28	高強度設施	(1)使用高強度輻射設施者，申請人應填具申請書，並檢附下列文件，向主管機關申請審查合格後，發給安裝許可： 六、試運轉 規畫 。 (3)申請人取得安裝許可後，始得依核准之輻射安全評估、平面圖及屏蔽規畫進行安裝工程。工程完竣後三十日內，應檢附 試運轉計畫 ，送主管機關審查及檢查合格後，發給試運轉許可。 (4)完成試運轉後，申請人應於三十日內檢附 試運轉報告 ，送主管機關審查及檢查合格後，發給使用許可證。 (+5)前項試運轉報告應包含下列事項： 一、區域監測結果。 二、人員劑量監測結果。 三、試運轉紀錄。 四、其他經主管機關指定者。	修正應檢送文件名稱並酌修文字，以符合實務情形。 【實質內容不變】

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

- 修正內容：

修正條次	修正項目	修正條文	說明
31	銷售業持有	(1)從事輻射防護服務業務者，不得持有放射性物質。但有下列情形之一經主管機關許可者，不在此限： 一、銷售第十六條 第一項之密封 放射性物質者。 二、銷售服務業務者或輻射防護偵測業務者為設施經營者更換密封放射性物質，且為輸出或轉讓前之暫存作業。 三、銷售服務業務者或輻射防護偵測業務者為運送非密封放射性物質期間之暫存作業。	<ul style="list-style-type: none"> ● 輻防服務業，原則不得持有物質（密封+非密封）；符合第1項之情形，應向本會申請。 ● 第1項第1款，放寬：可申請持有「所有」的登記類密封物質（僅銷售目的）。 ● 新增第1項第3款：如因航運時間無法配合（例：物質半夜到港），業者必須暫存非密封放射性物質，俟上班時間運到使用端等之情形。
34(2)	更換射源	領有使用許可證或經主管機關同意登記之放射性物質，設施經營者拆除更換放射性物質，應於更換前填具申請書及檢附下列文件，送主管機關審查，並於更換後 三十日 內檢附擦拭報告及新裝放射性物質原始證明文件影本，送主管機關備查：…	<ul style="list-style-type: none"> ● 更換密封物質後，放寬為30日內，檢送相關文件。（原為15日內）

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

修正內容：

修正條次	修正項目	修正條文	說明
41	非密封放射性物質作業場所永久停用	(1) 設施經營者於非密封放射性物質作業場所永久停止使用時，應填具申請書，並檢附下列文件，經主管機關審查合格後，依計畫進行除污： 一、領有許可證者應附原領使用許可證。 二、除污計畫書。 (2) 前項第二款除污計畫書之內容應包括除污期程、除污方式、放射性廢棄物處理方式、除污作業區域劃分及人員管制措施。 (+3) 除污完成後，應檢附輻射作業場所偵測證明，報請主管機關檢查。	酌修文字，以符合實務情形。 【實質內容未改變】
45	免申請租借許可	(+3) 前項第三款屬醫療用途之車載型可發生游離輻射設備者，得經主管機關公告免申請租借許可。	考量醫療用途巡迴車，常有醫療體系間之相互支援需求為促進國民健康、提升行政效能，本會考量各該設備之輻射安全程度，得公告免申請租借許可設備種類。

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

發文日期：中華民國108年4月15日
發文字號：會輻字第10800044112號

主旨：公告免申請租借許可屬醫療用途之車載型可發生游離輻射設備類別。

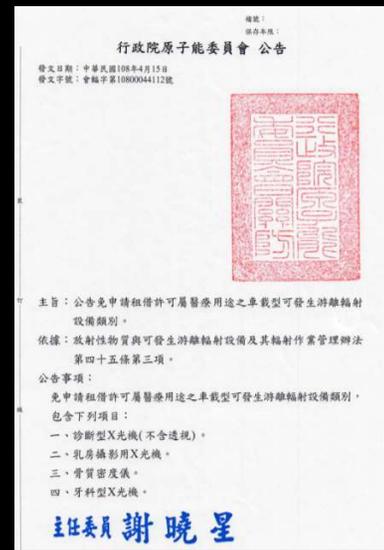
依據：放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法第四十五條第三項。

公告事項：

免申請租借許可屬醫療用途之車載型可發生游離輻射設備類別，包含下列項目：

- 一、診斷型X光機(不含透視)。
- 二、乳房攝影用X光機。
- 三、骨質密度儀。
- 四、牙科型X光機。

但仍應依衛生法規規定辦理



行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法

修正內容：

修正條次	修正項目	修正條文	說明
54	密封射源擦拭測試	(1) 設施經營者使用 <u>停用</u> 或持有密封放射性物質，應依第三項規定時間，實施密封放射性物質擦拭測試，並留存紀錄備查。但下列密封放射性物質得免實施擦拭測試： 一、液態閃爍計數器中供校正用密封放射性物質。 二、氣態密封放射性物質。 三、半化期為三十日以下之密封放射性物質。 四、貝他或加馬放射性核種之活度為三百七十五萬貝克(3.7MBq)以下。 五、阿伐放射性核種之活度為三十七萬貝克(370kBq)以下。 六、其他經主管機關指定者。 (3) 密封放射性物質之擦拭報告，設施經營者應依下列規定時間實施： 三、毒氣偵檢器中所含之鈾二四一或 <u>鐳六三</u> 為每三年實施一次。	● 密封物質之擦拭測試，增列「停用」物質。 ● 免測試之項目，改為正面表列，實質內容不變。 ● 增列 <u>鐳-63</u> 的毒氣偵檢器，為每3年實施一次密封物質擦拭測試。

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

輻射醫療曝露品質保證標籤核發作業要點

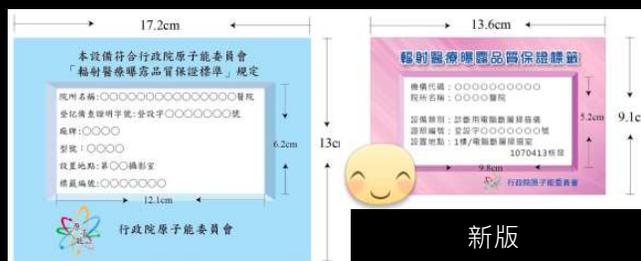
● 適用對象：設有品保標準第2條所列輻射源之醫療院所

● 發布日期：107/1/15

會輻字第10700004741號

● 修正內容：

- 品保標籤內容、樣式
- 補發申請表及補(換)發程序
- 明定標籤張貼位置



舊版

新版



張貼位置

行政院原子能委員會 輻射防護處 標準科 王雅玲
108/08/24

游離輻射防護法

條次	規定(摘)	條次	罰則內容(摘) 新臺幣
14	(1)從事或參與輻射作業之人員，以年滿十八歲者為限。但基於教學或工作訓練需要，於符合特別限制情形下，得使十六歲以上未滿十八歲者參與輻射作業。 (2)任何人不得令未滿十六歲者從事或參與輻射作業。	43	處10~50萬元罰鍰 (限期改善而未改善者，按次連續處罰，並得令停止作業)
	(4)雇主對在職之輻射工作人員應定期實施從事輻射作業之防護及預防輻射意外事故所必要之教育訓練，並保存紀錄。	44	處5~25萬元罰鍰 (限期改善而未改善者，按次連續處罰，並得令停止作業)
	(5)輻射工作人員對於教育訓練，有接受之義務。	46	輻射工作人員拒不接受，處2萬元以下罰鍰

職業安全衛生法

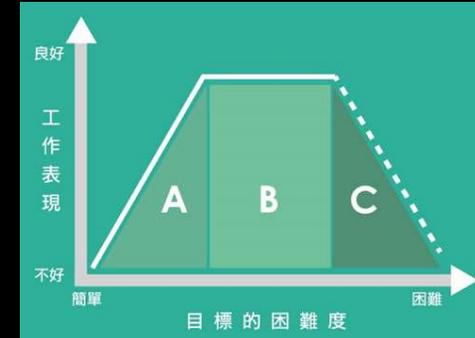
條次	規定(摘)	條次	罰則內容(摘) 新臺幣
29	(1)雇主不得使未滿十八歲者從事下列危險性或有害性工作： 四、有害輻射散布場所之工作。	41	處一年以下有期徒刑、拘役或科或併科18萬元以下罰金
	(1)雇主對勞工應以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。	45	處3~15萬元罰鍰
	(2)前項必要之教育及訓練事項、訓練單位之資格條件與管理及其他應遵行事項之規則，由中央主管機關定之。 【子法：職業安全衛生教育訓練規則】	48	(訓練單位)予以警告或處6~30萬元罰鍰，並得限期令其改正；屆期未改正或情節重大者，得撤銷或廢止其認可，或定期停止其業務之全部或一部。
	(3)勞工對於第一項之安全衛生教育及訓練，有接受之義務。	46	處3000元以下罰鍰

關鍵績效指標 Key Performance Indicator

SMART原則

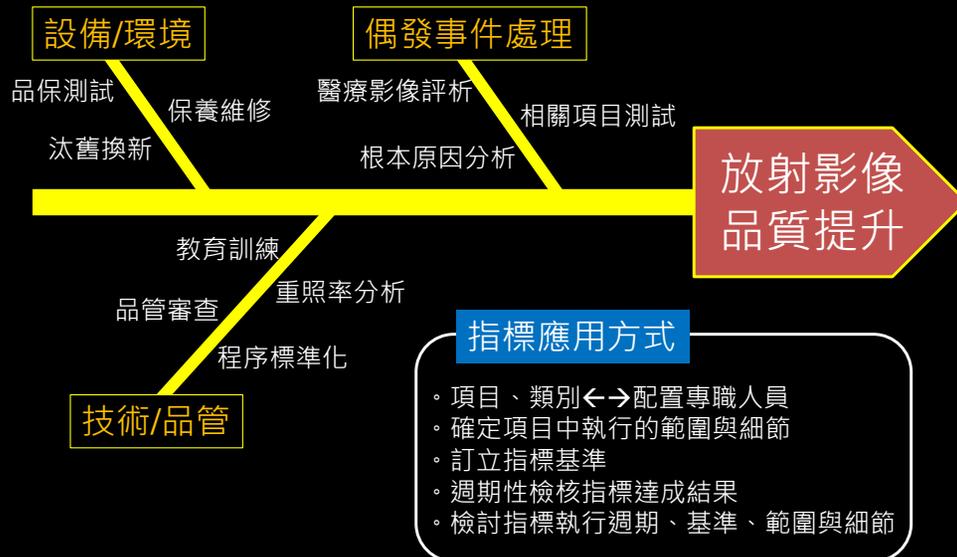
- Specific - 具體
- Measurable - 可度量
- Attainable - 可實現
- Relevant - 關聯性
- Time bound - 有時限

Peter Drucker



<https://www.managertoday.com.tw/glossary/view/193>

放射影像品質關鍵績效指標



放射影像品質關鍵績效指標

設備/環境

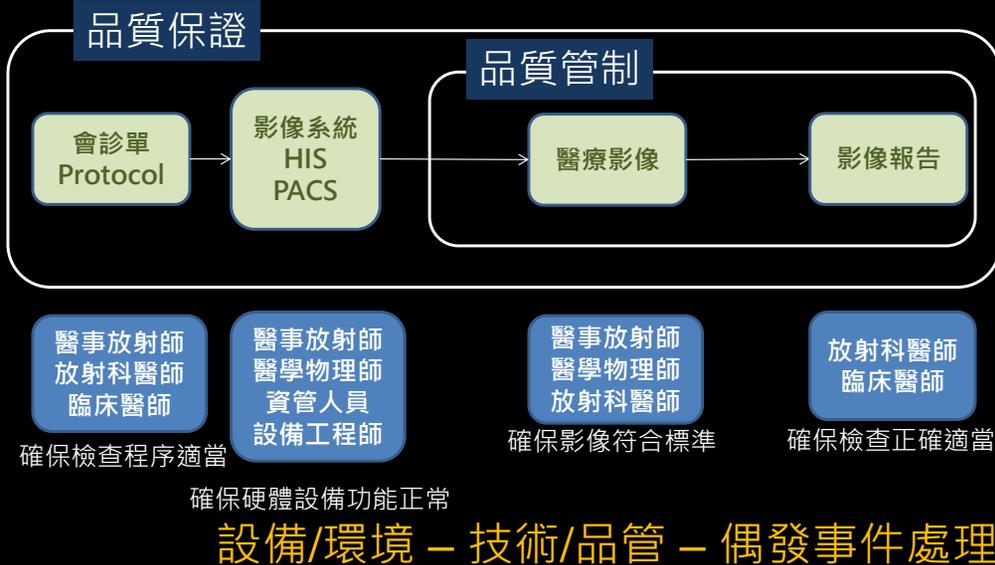
- 品保測試
 - 接收測試
 - 年度/非年度測試
 - 相關項目測試
- 保養維修
 - 原廠檢測報告
 - 保養維修工單
- 汰舊換新
 - 採購設備規格分析
 - 設備折舊攤提分析

技術/品管

- 程序標準化
 - 線上程序查詢
- 品管審查
 - 醫放師品管
 - 醫師品管
- 重照率分析
- 教育訓練
 - 新進人員訓練
 - 繼續教育訓練
 - 特殊教育訓練

醫療影像的品質保證與管制

以「品質保證測試」為基礎，確認醫療影像設備可以提供高品質的影像。



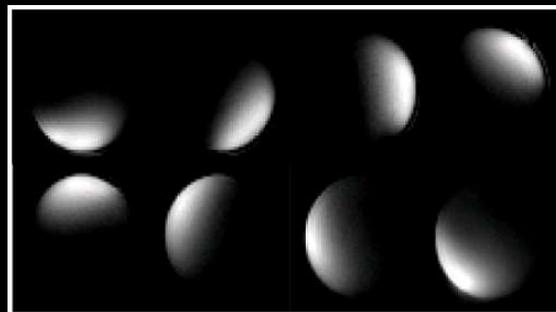
設備/環境的量化績效指標

- **品保測試 (Quality Assurance Testing)**
 - 確立機台必要測試項目 (Establish necessary test items for the machine)
 - 建立儀器(機台)測試結果基準值 (Establish baseline values for instrument/machine test results)
 - 以「年」為週期測試及確認所有功能 (Test and confirm all functions on an annual cycle)
 - 指標判定準則 (Criteria for indicator determination)
 - 法規要求標準 (Regulatory requirements)
 - 自訂標準 (如：SNR) (Self-defined standards (e.g., SNR))
 - 績效指標報告 (Performance indicator report)
 - 合格率分析 (Pass rate analysis)
 - 年度總結建議 (Annual summary recommendations)
- **保養維修 (Maintenance and Repair)**
 - 確立原廠測試項目 (Establish OEM test items)
 - 檢視/修訂保養合約 (Review/revise maintenance contract)
 - 建立儀器(機台)測試結果基準值 (Establish baseline values for instrument/machine test results)
 - 以「合約內容」為週期測試及確認所有功能 (Test and confirm all functions on a cycle based on contract content)
 - 指標判定準則 (Criteria for indicator determination)
 - 原廠新機/常規標準 (OEM new machine/regular standards)
 - 績效指標報告 (Performance indicator report)
 - 合格率分析 (Pass rate analysis)
 - 年度總結建議 (Annual summary recommendations)

Name	Acronym	Method	Manufacturer
SENSitivity Encoding	SENSE	Image-based reference scan	Philips
Array Spatial Sensitivity Encoding Technique	ASSET	Image-based reference scan hybrid (image- and k-space based)	General Electric
Auto-calibrating Reconstruction for Cartesian Imaging	ARC	Image-based reference scan hybrid (image- and k-space based)	General Electric
integrated Parallel Acquisition Techniques	iPAT	Used by all pMRI	Siemens
GeneRalized Auto-calibrating Partially Parallel Acquisition	GRAPPA	k-space based, auto-calibrated with reference scan option	Siemens
modified SENSitivity Encoding	mSENSE	Image-based, auto-calibrated with reference scan option	Siemens
SPEEDER	--	Image-based, reference scan	Toshiba

醫療影像系統

- **放射影像系統 (Radiation Imaging System)**
 - X光放射影像 (X-ray radiation imaging)
 - 一般X光攝影 (General X-ray photography)
 - 電腦斷層掃描 (Computer tomography)
 - 透視X光攝影 (Fluoroscopy)
 - 乳房攝影 (Mammography)
 - 核磁共振影像 (Magnetic resonance imaging)
 - 超音波影像 (Ultrasound imaging)
 - 核子醫學影像 (Nuclear medicine imaging)
 - 伽瑪攝影 (Gamma photography)
 - 單光子射出斷層攝影(SPECT) (Single-photon emission computed tomography)
 - 正子射出斷層攝影(PET) (Positron emission tomography)
- **傳統放射影像擷取系統 (Traditional Radiation Imaging Acquisition System)**
 - 軟片—洗片機系統 (Film-developer system)
- **數位放射影像擷取系統 (Digital Radiation Imaging Acquisition System)**
 - 電腦數位影像系統 (Computer digital imaging system)



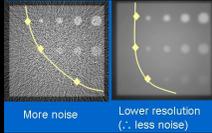
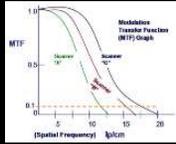
Sensitivity map for 8 channel MRI coil



醫療曝露品保測試項目

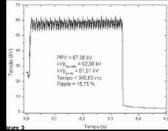
• 影像品質

- 空間解析度
- 對比解析度
- 雜訊
- 假影
- 幾何扭曲
- 均勻度



• 輻射相關

- 管電壓
- 曝露時間
- 常規標準檢查劑量
- 輻射輸出率
- 半值層



• 其他

- 影像輸出裝置
- 像素值正確度
- 曝露指標正確度

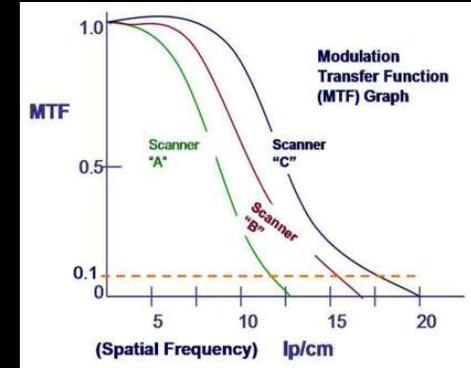
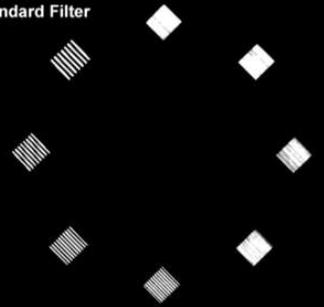
• 組件相關

- 系統功能正常
- 組件完整安全
- 輻射防護設備

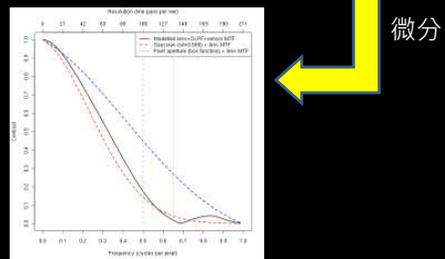
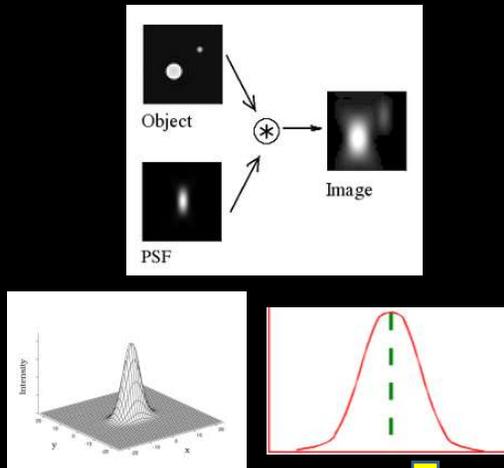
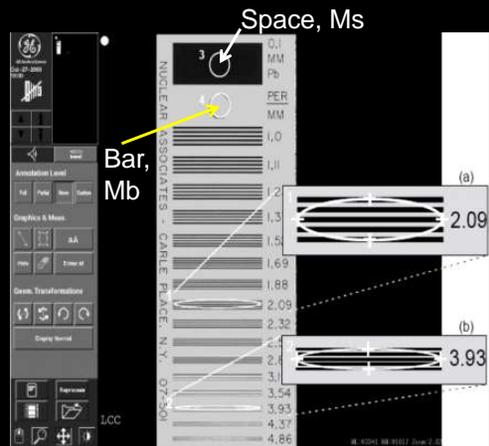
• 空間解析度

- High contrast spatial resolution
- 常用單位：
 - Line-pair / cm (or mm)
- 影響因素：
 - 焦斑大小
 - 偵測器尺寸
 - 影像重建/後處理方法
 - 管球靶極傾斜角度
 - 測試物之幾何位置
- 另類測試：
 - 調制轉換函數 (MTF – modulation transfer function)

Line-Pair Phantom Standard Filter

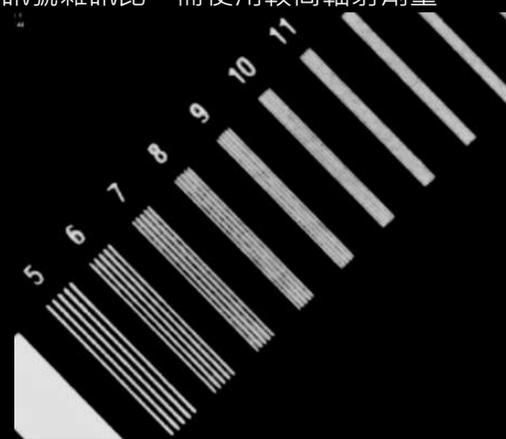


• MTF的測量



• 高解析度影像的特點

- 影像儲存空間大/傳輸速度慢
 - (甚至容易使電腦當機)
- 影像的訊號雜訊比(SNR)較低
 - 像素(pixel)尺寸小，易受雜訊影響
 - 為維持訊號雜訊比，需使用較高輻射劑量

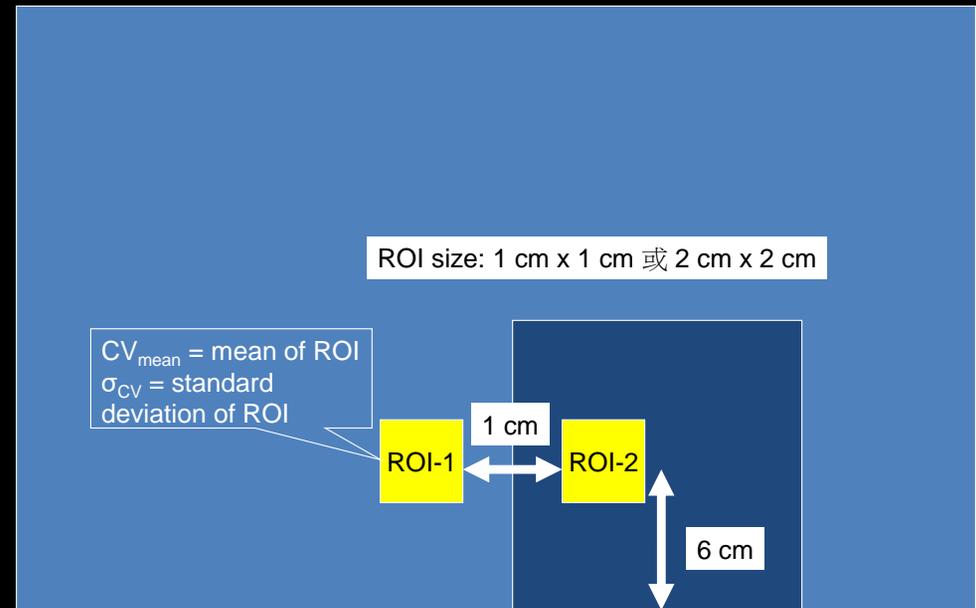
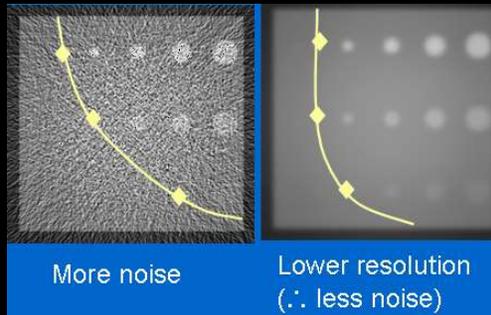
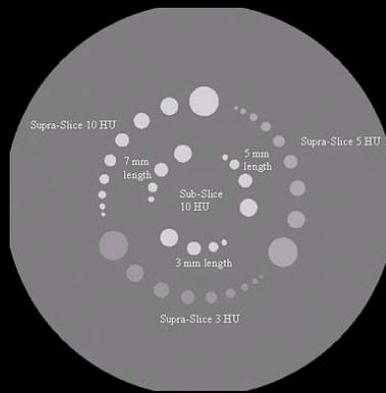


$$MTF\ 2\ lp/mm = sd2\ lp/mm / (Ms - Mb) * 222$$

測試標準：
MTF2 lp/mm > 58%

對比解析度

- Low contrast detectability
- 常用單位：
 - mm @ certain contrast
- 影響因素：
 - 偵測器尺寸
 - 影像重建/後處理方法
 - 輻射劑量
 - 影像像素尺寸
 - 射束品質/半值層
- 另類測試：
 - 對比雜訊比(CNR – contrast-to-noise ratio)



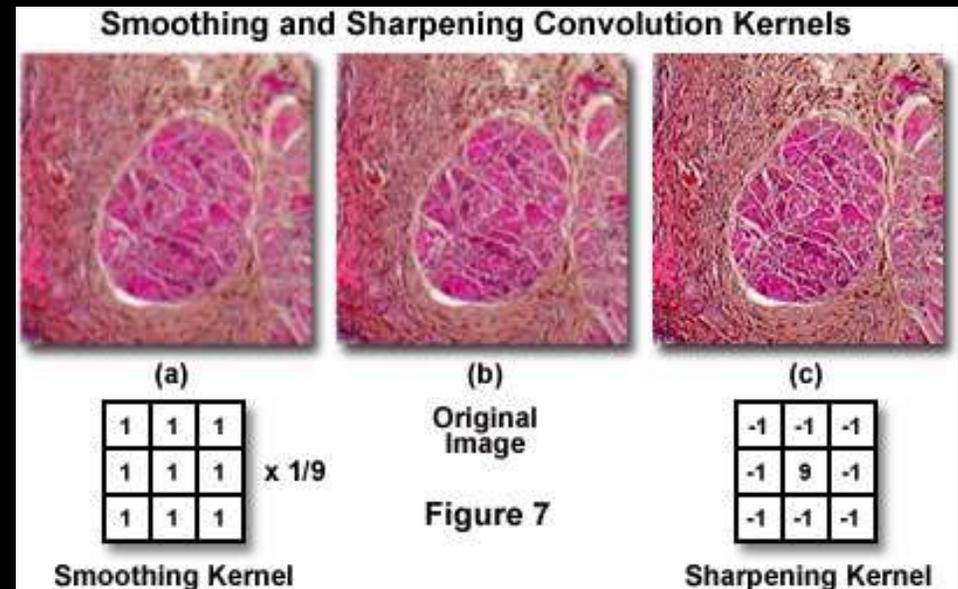
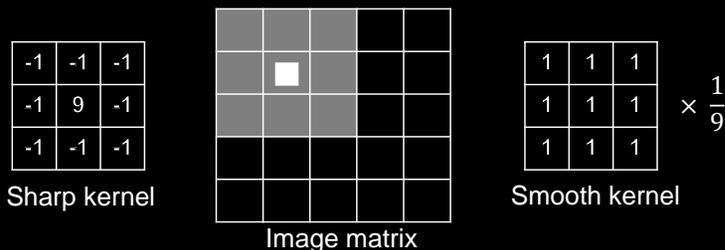
影像重建/後處理方法的比較

對比強化型

- Edge, detail, bone, sharp, ...
- 適合用於偵測細微變化，如微小骨裂
- 影像整體感覺變得較毛躁，顆粒感重

雜訊抑制型

- Smooth, medium, average, ...
- 適合用於觀察內臟類之軟組織的變異
- 影像整體感覺變得較溫和，邊緣較模糊



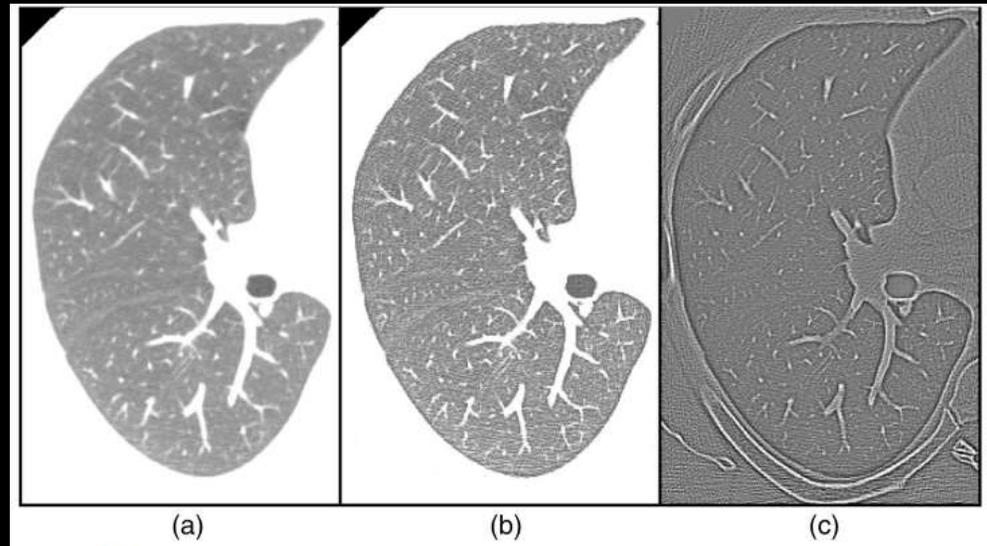


Figure 5.31 Patient chest scan reconstructed with different algorithms (WW = 1000): (a) standard algorithm, (b) lung algorithm, and (c) difference image.

Smooth kernel

Sharp kernel

直方圖均質化 (Histogram Equalization)

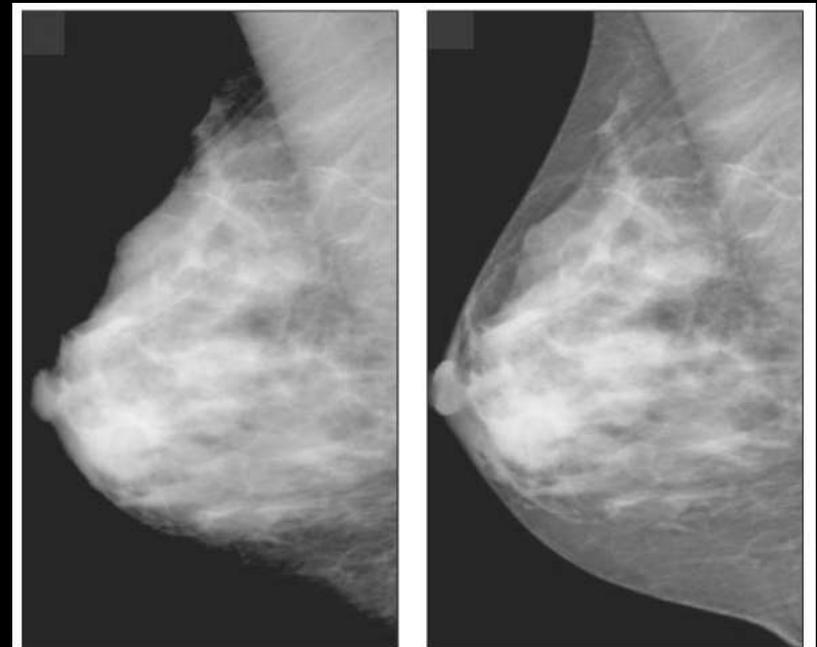
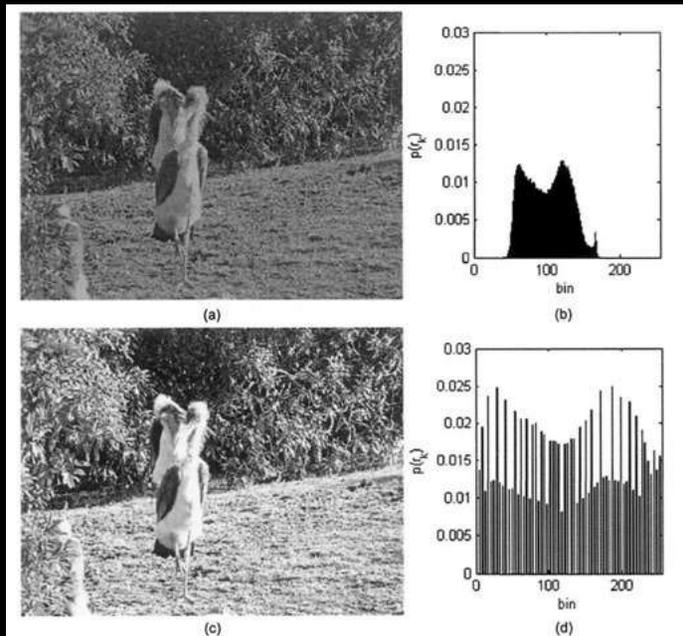
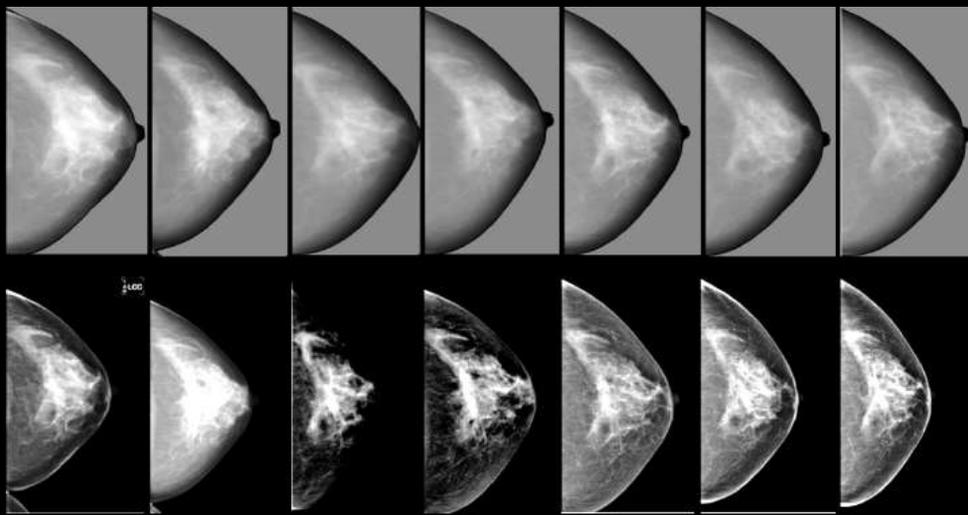


Figure 6. The non-processed mammographic image (A) cannot demonstrate the skin-line and a dense breast tissue simultaneously. After tissues equalization by means of image window adjustment (B), the whole breast tissue is visible, including that close to the skin-line.



The temporal changes of mammograms obtained from the same woman over seven years. The top row illustrates the raw images processed to show density and the bottom row illustrates the "For Presentation" images generated by the manufacturers (including Hologic, Siemens and GE).

• 影像品質-雜訊

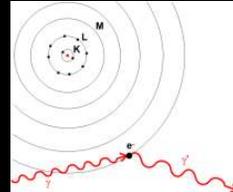
- Noise
- 定義：
 - 區域內所有像素值的標準差(σ)
- 影響因素：
 - kV (photon energy)
 - mAs管球老化程度
 - 輻射劑量計位置
 - 輻射濾片種類厚度
 - 偵檢器校正因子
 - 影像重建模式
 - FBP : filtered back projection
 - IR : iterative reconstruction
 - 影像重建法
 - Standard、bone、soft、detail ...

光子與物質的作用

1. 光電效應 Photoelectric effect
2. 同調散射 Coherent scattering
3. 康普頓效應 Compton effect
4. 成對發生 Pair production
5. 光致衰變 Photodisintegration

Compton effect

The Compton process is most important for energy absorption for soft tissues in the range from 100 keV to 10MeV.



康普頓頻移

$$\lambda - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos\theta)$$

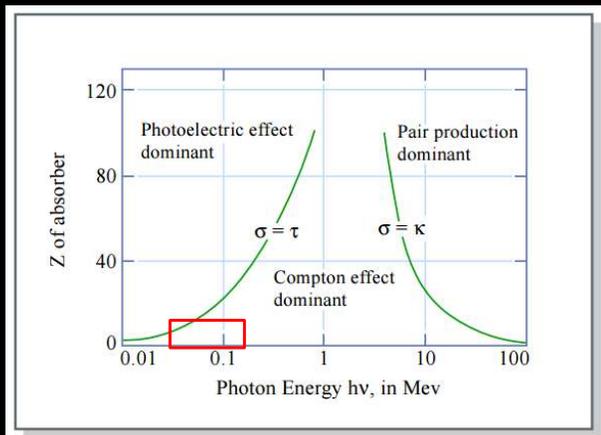
當光子從光子源發出，射入散射物質時：

如果光子的能量相當低（與電子束縛能同數量級），則主要產生**光電效應**。 $\tau \propto \frac{Z^3 \sim 4}{(hv)^3}$

如果光子的能量相當大（遠超過電子的束縛能）時，則我們可以認為光子對自由電子發生散射，而產生**康普頓效應**。 $\sigma \propto \frac{1}{hv}$

如果光子能量極其大（>1.022百萬電子伏特）則足以轟擊原子核而生成一對粒子：電子和正電子，這個現象被稱為**成對產生**。 $\kappa \propto Z^2(hv)$

$$\mu = \tau + \sigma + \kappa$$



- H : Z = 1
- C : Z = 6
- N : Z = 7
- O : Z = 8
- Na : Z = 11
- P : Z = 15
- K : Z = 19
- Ca : Z = 20

• 影像品質-雜訊

2015 2014

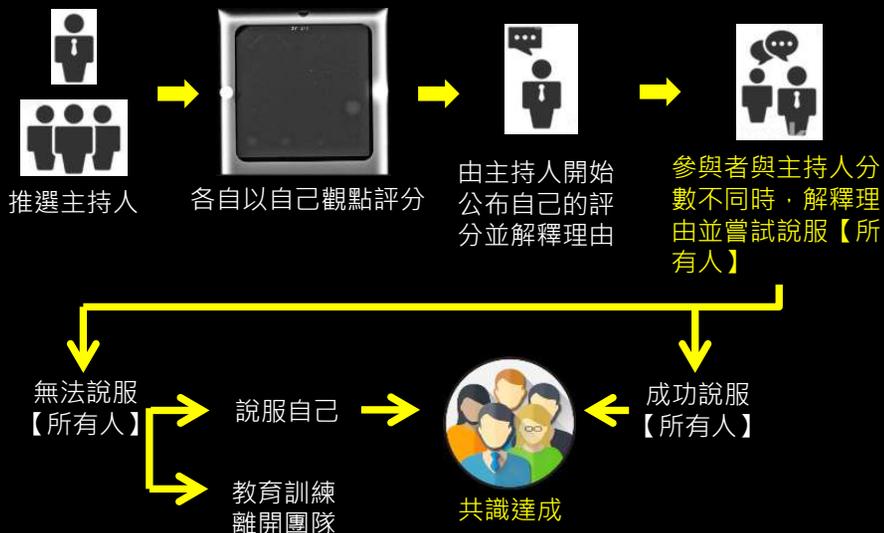
掃描設定				測得數據				
掃描參數	管電壓峰值 (kVp)	偵檢器組置 (毫米)	影像重建法	測得水之 CT值	雜訊	雜訊基準值	與基準值之差異(%)	
成人腹部Abd Routine	120	8 x 5.0	Soft	2.31	5.18	5.26	1.52%	
改為軸狀掃描				1.28	4.26	4.11	3.65%	
改變影像重建法 (軸狀掃描模式)				Bone	1.3	20.64	20.52	0.58%
				Stnd	1.21	5.5	5.28	4.17%
				Detail	1.22	6.98	6.78	2.95%
改變管電壓峰值 (軸狀掃描模式)	Lung	2.04	23.67	22.93	3.23%			
	80	1.68	9.09	8.57	6.07%			
	100	1.75	6.04	5.44	11.03%			
140	1.61	3.69	3.25	13.54%				
結果判定				Passed	Passed	Passed	Passed	

2016 重建基準值

掃描設定				測得數據				
掃描參數	管電壓峰值 (kVp)	偵檢器組置 (毫米)	影像重建法	測得水之 CT值	雜訊	雜訊基準值	與基準值之差異(%)	
成人腹部Abd Routine	120	8 x 5.0	Soft	2.61	5.24	5.24	0.00%	
改為軸狀掃描				1.78	4.62	4.62	0.00%	
改變影像重建法 (軸狀掃描模式)				Bone	2.07	19.96	19.96	0.00%
				Stnd	1.76	5.76	5.76	0.00%
				Detail	1.86	7.14	7.14	0.00%
改變管電壓峰值 (軸狀掃描模式)	Chest	1.51	5.76	5.76	0.00%			
	80	6.97	8.16	8.16	0.00%			
	100	6.13	5.65	5.65	0.00%			
140	1.84	3.87	3.87	0.00%				
結果判定				Passed	Passed	Passed	Passed	

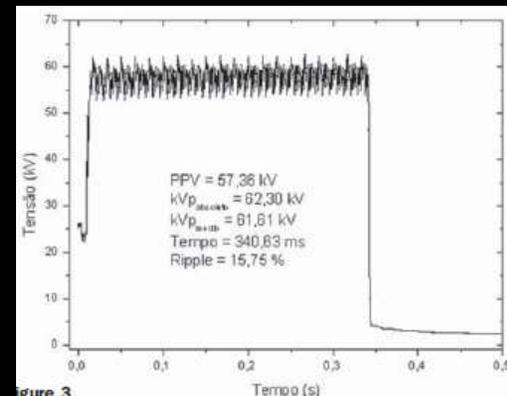
目視判斷影像品質

• 團隊共識形成流程



• 管電壓 / 曝露時間

- Tube voltage
 - 常用單位：
 - 準確性 (accuracy) : %
 - 再現性 (reproducibility)
- 影響因素：
 - 高壓變壓器準確性與穩定性
- 另類測試：
 - 介入性測量法



• 常規標準檢查劑量

- Routine exam dose
- 常用單位：
 - mSv
- 影響因素：
 - kV、mAs
 - 管球老化程度
 - 輻射劑量計位置
 - 輻射寬度
 - 輻射濾片種類厚度
 - 影像品質
- 另類測試：
 - 熱發光劑量計(TLD)測量法



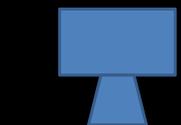
• 輻射輸出率

- Radiation output rate
- 常用單位：
 - mR/s, mGy/s
- 影響因素：
 - kV
 - 管球老化程度
 - 輻射劑量計位置
 - 輻射寬度
 - 輻射濾片種類厚度
- 另類測試：
 - 熱發光劑量計(TLD)測量法



半值層

- Half value layer
- 常用單位：
 - mm-Al
 - mm-Pb
- 影響因素：
 - 管電壓 (kV)
 - 使用濾片種類
 - 射束大小
 - 管球老化程度



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

Peak Voltage (kVp)	Half-Value Layer, mm (inch)	
	Lead	Concrete
50	0.06 (0.002)	4.32 (0.170)
100	0.27 (0.010)	15.10 (0.595)
150	0.30 (0.012)	22.32 (0.879)
200	0.52 (0.021)	25.0 (0.984)
250	0.88 (0.035)	28.0 (1.102)
300	1.47 (0.055)	31.21 (1.229)
400	2.5 (0.098)	33.0 (1.299)
1000	7.9 (0.311)	44.45 (1.75)

Fujifilm FCRm MG QA

5.設備操作檢查及清潔

檢查項目	通過	失敗
C-Arm		
1.SID指示器或標記	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.角度指示器	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.制動裝置(全部)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.照射燈光	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.高壓線路/其他電線	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.移動平順	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
片匣固定器		
7.片匣固定器(大片匣及小片匣)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.壓迫裝置	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.壓迫指示器	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.壓迫力(自動)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.壓迫力(手動)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.X光光柵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
控制台		
13.手持X光控制器	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14.檢查室監控窗	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15.控制面板上的開關/燈號/狀態或參數顯示器	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16.技術參數表	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
片匣		
17.片匣狀態	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18.影像板狀態	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
其他		
19.鉛屏蔽鉛衣/手套	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20.X光限縮器或外加準直儀	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21.清潔劑	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

未完成 已完成

TMP 台灣醫學物理公司

定性評量測試

Metaltronica Helianthus MG QA

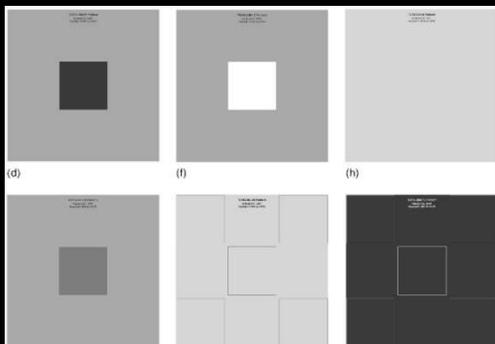
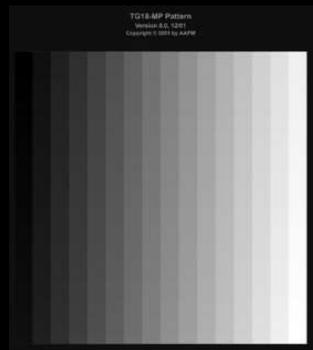
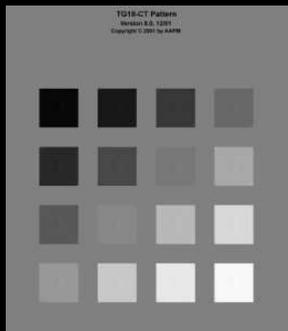
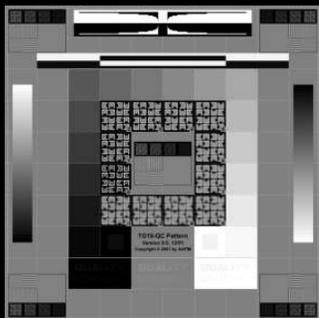
7.乳房攝影X光機目視檢查

檢查項目	通過	失敗
1.整個乳房攝影系統在機械方面是穩定的	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.確認所有可動的部分平穩動作，沒有任何阻礙	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.所有卡榫及制動裝置功能正常	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.影像接收裝置支撐組件不會晃動	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.病患或工作人員不會接觸到銳利、粗糙邊緣或其他包括電的危險	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.已張貼操作者使用的技術參數表	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.曝露時操作者有適當的輻射屏蔽保護	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.所有指示燈、照射燈光、顯示面板、控制台的螢幕功能正常	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.曝露控制器功能正常	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.所有壓迫板沒有破損、刮痕	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

未完成 已完成

TMP 台灣醫學物理公司

影像輸出設備測試



測試項目：

- 1.目視檢視判定 (對比度、解析度、幾何扭曲)
- 2.最大/最小亮度、亮度均勻度測試
- 3.DICOM GSDF亮度曲線測試
- 4.印片機輸出測試

設備/環境的量化績效指標

汰舊換新

- 確立儀器(機台)必要功能
- 估算成本效益
- 以「年」為週期檢核成本效益
- 指標判定準則

- 成本效益超過預估值
- 自訂標準

績效指標報告

- 成本效益分析
- 年度總結建議

採購新機

- 必要功能
- 保固內容、期限
- 保養合約內容
- 售後服務內容
- 折舊攤提估算
- 耗材
- 其他



技術/品管的量化績效指標



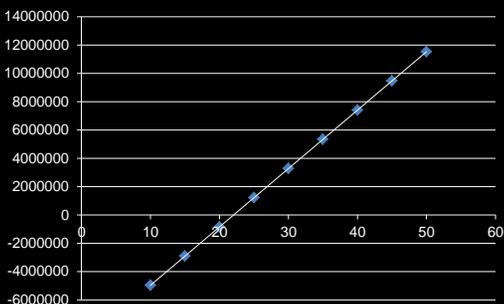
新機價格：4000萬
 保固期間：3年
 折舊攤提：8年
 保養合約：400萬/年
 耗材單價：120萬/2年

每年攤提機台成本：

$$\frac{4000 + (8 - 3) \times 400 + 120 \times 4}{8} = 810 \text{萬/年}$$

機台績效估算

每次收入：2500元
 員工月薪：50000元/人
 (以1.5人，13.5月/年計算)
 醫院抽成：40%
 攤提成本：810萬/年
 每周工作5.5天，一年50周



• 檢查程序標準化

- 確認會診單與程序對應
- 攝影/造影參數標準化
- 以「月」為週期檢閱檢查紀錄
- 指標判定準則
 - 醫師回報程序錯誤
 - 紀錄檢閱
- 績效指標報告
 - 召回重做統計
 - 紀錄異常分析

• 品管審查

- 確認會診單與影像對應
- 確認影像符合標準
- 以「月」為週期統計影像異常紀錄
- 指標判定準則
 - 品管人員+複審人員確認影像異常/不合格
- 績效指標報告
 - 影像異常統計

程序標準化實際案例

線上資料庫系統：第一代

基隆長庚紀念醫院放射科
MRI 資料庫

◎ 病患檢查紀錄查詢



主功能選單

- ◎ 病患檢查紀錄登記
- ◎ 病患檢查紀錄查詢
- ◎ 查詢 Protocol
- ◎ 液氮殘量登記
- ◎ 機台故障紀錄

圖形版

磁振中心常規使用

文字版

醫師

醫師

Copyright Reserved

附註：本網頁之連結內容源自林口MRI中心的伺服器

程序標準化實際案例

線上資料庫系統：第二代

Xreis Radiology Examination Information System

MR Protocol 清單

Xreis

使用者：陳健全

修改使用者資料
 發出 REIS 系統

MR Functions

- 輸入 MR 檢查記錄
- MR 掃描方式查詢
- 查詢 MR 檢查記錄
- 管理 MR Protocol

系統管理

- 新增 REIS 使用者
- 管理 REIS 使用者
- 管理用戶部門職務
- 管理 MR 機台
- 管理檢查部位選單
- 管理受檢者類型

統計分析

- GE MR450
- Siemens Trio
- Philips Gyroscan
- GE MR750

部位	Protocol	建立者	狀態	權重分數
Brain	Orbital		使用中	停用 編輯 25-15
Brain	Sella		使用中	停用 編輯 15-20
Brain	IAC		使用中	停用 編輯 30-15
Brain	Seizure		使用中	停用 編輯 35-10
Brain	Trigeminal Neuralgia		使用中	停用 編輯 30-10
Brain	Routine		使用中	停用 編輯 25-15
Brain	MRA (AVM, Cavernoma, SAH, ICH, fistula)		使用中	停用 編輯 30-15
Brain	Tumor		使用中	停用 編輯 30-20
Brain	Orbital		使用中	停用 編輯 25-15
Brain	Sella		使用中	停用 編輯 15-20
Brain	IAC		使用中	停用 編輯 30-10
Brain	Seizure		使用中	停用 編輯 30-15
Brain	Routine		使用中	停用 編輯 30-10
Brain	MRA (AVM, Cavernoma, Infarct)		使用中	停用 編輯 30-10
Brain	Tumor		使用中	停用 編輯 25-5
Brain	Orbital		使用中	停用 編輯 25-15
Brain	Sella		使用中	停用 編輯 15-20
Brain	IAC		使用中	停用 編輯 25-10
Brain	Seizure		使用中	停用 編輯 25-10
Brain	Routine		使用中	停用 編輯 20-10

下一頁 最後一頁

MRI 掃描 Protocol 詳細資料

設立者: []

檢查部位: Brain

Protocol 名稱: 腦血管疾病

檢查前注意事項

沒有SWI做T2*
有做Gd neck MRA 就不用TOF NECK MRA

C - (without contrast)	注意事項
AXL FLAIR 5/2 mm DWI(只上傳b=1000,ADC) *AXL FS 4mm TOF MRA **SWI COR T2 (細切後循環)	*加sat-band (skull base to C4); GE儘量做cube **SWI & mIP

注射造影劑前注意事項

C + (with contrast)	注意事項
AXL T1 (not Mprage)	重要加做項目: Neck MRA > 50歲 Moyamoya 儘量做PWI

©2015 Taiwan Medical Physics Inc.

電子化紀錄本

- 檢視
- 新增/編輯
- 啟用/停用
- 統計/分析

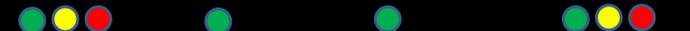
放射科醫師

醫事放射師

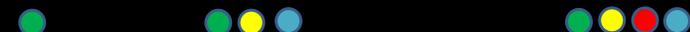
臨床醫師

系統管理者

檢查程序



檢查紀錄



紀錄內容:

1. 開單醫師
2. 使用程序(名稱, 積分)
3. 執行放射師
4. 使用機台
5. 檢查日期/時間
6. 註記內容
- *7. 劑量/曝露指標

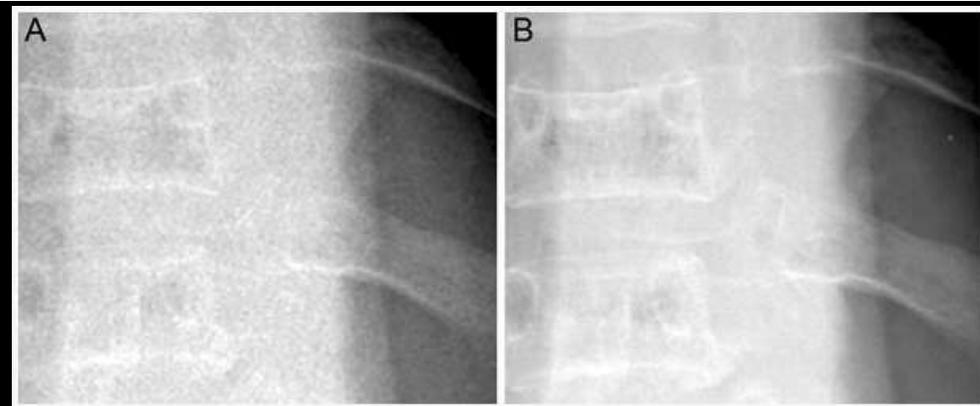
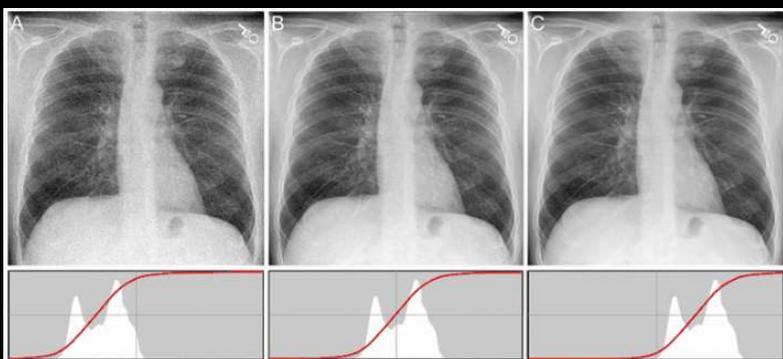
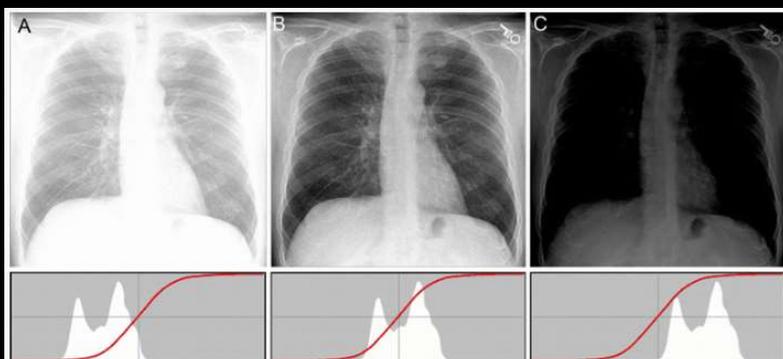


放射師工作積分

臨床醫師開單數量

機台工作負載

檢查程序優化



Manufacturer	Symbol	5 μGy	10 μGy	20 μGy
Canon (brightness = 16, contrast = 10)	REX	50	100	200
IDC (ST = 200)	F#	-1	0	1
Philips	EI	200	100	50
Fuji, Konica	S	400	200	100
Carestream (CR, STD)	EI	1,700	2,000	2,300
Siemens	EI	500	1,000	2,000

常見DR廠商之曝露指標

Manufacturer	Exposure indicator name	Symbol	Units	Exposure dependence, X	Detector calibration conditions
Fujifilm	S value	S	Unitless	$200 S \propto X$ (mR)	80 kVp, 3 mm Al "total filtration" S = 200 @ 1 mR
Carestream	Exposure index	EI	Mbels	$EI + 300 = 2X$	80 kVp, 1.0 mm Al + 0.5 mm Cu; EI = 2000 @ 1 mR
Agfa	Log of median of histogram	lgM	Beils	$lgM + 0.3 = 2X$	400 speed class, 75 kVp + 1.5 mm Cu; lgM = 1.96 @ 2.5 μGy
Konica	Sensitivity number	S	Unitless	For QR = k, $200 S \propto X$ (mR)	QR = 200, 80 kVp, S = 200 @ 1 mR
Canon	Reached exposure value	REX	Unitless	Brightness = c ₁ , Contrast = c ₂ , $REX \propto X^{-1}$	Brightness = 16 Contrast = 10 $REX \approx 106 @ 1 mR^{-1}$
Canon	EXP	EXP	Unitless	$EXP \propto X$	80 kVp, 26 mm Al, HVL = 8.2 mm Al, DFEI = 1.5 EXP = 2000 @ 1 mR
GE	Uncompensated detector exposure	UDExp	μGy air kerma	$UDExp \propto X$ (μGy)	80 kVp, standard filtration, no grid
GE	Compensated detector exposure	CDExp	μGy air kerma	$CDExp \propto X$ (μGy)	Not available
GE	Detector exposure index	DEI	Unitless	DEI = ratio of actual exposure to expected exposure scaled by technique and system parameters. Expected exposure values can be edited by user as preferences.	Not available
Swissray Imaging Dynamics	Dose indicator	DI	Unitless	Not available	Not available
Accutech	F#	F#	Unitless	$2^{F\#} = X(mR) / X_{ref}(mR)$	80 kVp + 1 mm Cu
Philips	Exposure index	EI	Unitless	1000 X (μGy)	RQA5, 70 kV, + 21 mm Al, HVL = 7.1 mm Al
Siemens	Exposure index	EXI	μGy air kerma	$X(\mu Gy) = EI / 100$	RQA5, 70 kV + 0.6 mm Cu, HVL = 6.8 mm Al
Alara CR	Exposure indicator value	EIV	Mbels	$EIV + 300 = 2X$	1 mR at RQA5, 70 kV, + 21 mm Al, HVL = 7.1 mm Al → EIV = 2000
iCRco	Exposure index	None	Unitless	Exposure index $\propto \log[X$ (mR)]	1 mR @ 80 kVp + 1.5 mm Cu ⇒ 0

Deviation index (DI)

Medical Physics
Current Issue | Authors | Submissions | Advertise | Search

Med Phys, 2009 Jul; 36(7): 2899-2914
Published online 2009 Jun 9. doi: 10.1118/1.3121505
PMCID: PMC2908678

An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (Executive Summary)
S. Jeff Shepard¹ and Jihong Wang

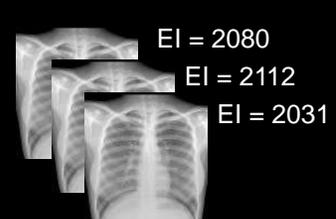


$$EI = 2055 (K_{IND})$$

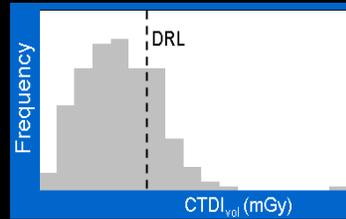
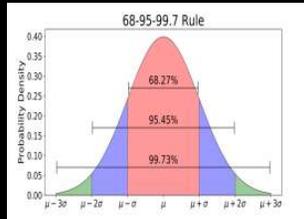
$$DI = 10 \times \log_{10} \frac{2055}{2074} = -0.04$$

$$Deviation Index = 10 \times \log_{10} \frac{K_{IND}}{K_{TGT}}$$

使用方式

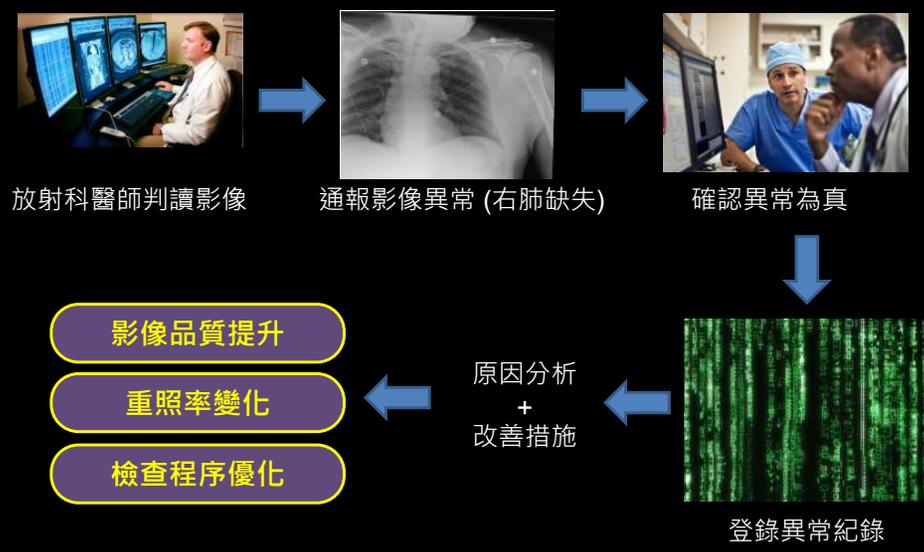


選定檢查類型，收集曝光指標



決定K_{TGT}數值

影像異常分析實際案例



技術/品管的量化績效指標

- 重照率分析
 - 依「機台」定分析週期 (以月或季為宜)
 - 廢片率 ≠ 重照率
 - 指標判定準則
 - 一般攝影-WHO 5%
 - 自訂標準
 - 績效指標報告
 - 重照率原因分析
- 教育訓練
 - 分類
 - 目的：技術、制度、安全、專業知識、兩性關係...
 - 對象：個人、部門
 - 方法：課室、實作
 - 頻次
 - 依目的、對象、方法而定
 - 指標判定準則
 - 課前、課後評量
 - 績效指標報告
 - 成效評量分析
 - 課程滿意度調查

Digital Radiography Reject Analysis: Data Collection Methodology, Results, and Recommendations from an In-depth Investigation at Two Hospitals, 2009

重照率 (4.4~4.9%)
擺位錯誤+解剖構造缺失 (45~56%)
曝露參數錯誤 (13~14%)
病患移動 (7~11%)

8.重照/廢片分析

起始日期: 年 月 日 結束日期: 年 月 日

廢片的原因	重複投影 (檢查每個重照的底片)						影像數	重照%
	左CC	右CC	左MLO	右MLO	左(其他)	右(其他)		
1.定位								
2.病患移動								
3.假影								
4.不正確的ID號碼								
5.雙重曝光								
6.機械性的								
7.X-光機故障								
8.設備故障								
9.過度曝光								
10.曝光不足								
11.好的底片(無明顯的理由)								
12.其他雜項								
13.傳送的位置								
14.QC								
							數目	%
					重照(1-12)			
總影像:					廢片(1-14)			

放射影像品質關鍵績效指標

