

# 輻射健康系列一

## 診斷放射學的輻射防護指引

衛生署  
放射衛生科

## 序言

輻射健康系列旨在提供有關在香港特別行政區於醫學、工業和教育方面安全使用電離輻射源的若干基本資料。

本部按照國際權威機構（例如國際放射防護委員會、世界衛生組織、國際勞工組織及國際原子能機構等）的建議編製本系列文件。本部希望，對於你在電離輻射環境中工作時，有關資料能有助保障你和身邊人士的健康。

閣下對本系列文件內容如有任何疑問或欲提出改善意見，請與本部聯絡，地址為

香港西灣河太康街 28 號  
西灣河健康中心 3 字樓  
衛生署  
放射衛生科

電話：2886 1551  
傳真：2834 1224  
電郵：rhd@dh.gov.hk  
網域：<https://www.rhd.gov.hk/>

2019 年 10 月(修訂)

# 目錄

	頁次
序言	
詮釋及規例	1
1. 輻射單位及基本概念	3
1.1 輻射單位	3
1.2 輻射引起的生物效應	4
1.3 危害及風險	5
1.4 輻射防護的目的	6
2. 一般輻射防護措施	6
2.1 輻射防護的三大原則	6
2.2 範圍分類	9
2.3 個人監察	10
2.4 醫學監察	11
3. 責任	11
3.1 醫生的責任	11
3.2 轉介醫生的責任	11
3.3 放射科醫生的責任	12
4. 與疾病有直接關連的 X-射線檢查	12
5. 與疾病並無直接關連的 X-射線檢查	13
5.1 為健康評估而進行的 X-射線檢查	13
5.2 就具體疾病使用螢光屏檢查法而作的 X-射線檢查	13
6. 婦女的 X-射線檢查	14
6.1 懷孕期間的 X-射線檢查	14
6.2 有生殖能力婦女的 X-射線檢查	14
6.3 產科的放射攝影法	15

6.4	其他在懷孕期間進行的 X-射線檢查	15
<b>7.</b>	<b>診斷放射學工作人員的防護</b>	<b>15</b>
7.1	外在輻射的控制	15
7.2	專家指導及技術援助	16
7.3	規劃與設計	17
7.4	一般工作常規	20
7.5	X-射線部門外操作流動放射攝影器材	23
7.6	使用流動 X-射線透視屏蔽器材	23
7.7	免受不必要照射	24
<b>8.</b>	<b>減少病人在診斷放射中所吸收劑量</b>	<b>25</b>
8.1	避免吸收不必要的劑量	25
8.2	X-射線範圍大小	26
8.3	遮蔽器官	26
8.4	聚焦點與皮膚或影像探測器的距離	27
8.5	X-射線束總濾光數值	27
8.6	碳纖維物料	27
8.7	控制輻照及記錄輻照時間	28
8.8	強化屏板及放射攝影膠卷	28
8.9	控制散射到影像探測器的輻射量	28
8.10	放射攝影的膠卷沖晒	29
8.11	減少重複輻照次數	29
8.12	品質保證	30
8.13	胸腔檢查	30
8.14	X-射線透視檢查法	30
8.15	在病房及手術室使用流動 X-射線器材 進行檢查	31
8.16	兒科放射攝影法	31
8.17	乳房 X-射線攝影法	32
<b>9.</b>	<b>診斷用的 X-射線器材</b>	<b>32</b>
9.1	X-射線源組合	32
9.2	X-射線束的濾光	32

9.3	X-射線束大小	33
9.4	影像接收器	34
9.5	訊號及標記	34
9.6	照射因素	35
9.7	照射開關掣	35
9.8	控制照射時間	36
9.9	針對固定 X-射線透視檢查裝置散射輻射的防護措施	37
<b>附錄 A 輻射警告標誌</b>		<b>38</b>
<b>附錄 B</b>		
B1	本地 X-射線室規則 — 只限放射攝影	39
B2	本地 X-射線室規則 — 放射攝影及 X-射線透視檢查法	40
B3	本地病房流動放射攝影規則	41

## 詮釋及規例

**電離輻射**指電磁輻射（如 X-射線、伽瑪射線）或粒子輻射（如阿爾發粒子、貝他粒子、電子、陽電子、質子、中子或重粒子），即能夠產生電離子，從放射性物質或由用以產生電離輻射的機器或可利用不少於 5 千伏電壓將電子加速的機器釋出的電磁輻射或粒子輻射

**輻照儀器**指任何具有以下用途及功能的儀器

- (a) 用以產生或釋出電離輻射；或
- (b) 能以超逾每小時 5 微希（以距離儀器表面任何接觸點 5 厘米計算）的劑量率產生或發射電離輻射的儀器

**放射性物質**指由任何放射性的化學元素（不論為天然或人造）組成或含有上述元素的任何物質，這種物質的特定活度為每克超過 75 貝克勒爾的原生輻射性化學元素

**輻射工作**指涉及由任何人士操作輻照儀器的工作，而該人士身體的任何部份每年可能接收超過 6 毫希沃特的輻射劑量；有關人士應歸類為輻射工作人員。

## 輻射條例

於香港，凡涉及電離輻射的活動均受香港法例第 303 章《輻射條例》及其附例管制：

香港法例第 303 章《輻射條例》；

《輻射（管制放射性物質）規例》；

《輻射（管制輻照儀器）規例》

根據本條例及規例，

- (1) 除根據本條例及規例發出的許可證外，任何人士不得：
  - (a) 製造或以其他方式生產；或
  - (b) 出售或以其他方式經營或處理；或
  - (c) 管有或使用  
任何放射性物質或輻照儀器
  
- (2) 凡違反任何有關條文之人士即屬違法，可被罰款 50,000 元及監禁兩年

# 1. 輻射單位及基本概念

## 1.1 輻射單位

### 輻射

此詞用於描述以電磁波或亞原子微粒形式透過空間或物質傳送能量

### 電離作用

藉著失去或（有時）獲得電子（稱為離子）而帶電的過程。常見於醫療及牙科醫學的電離輻射包括 X-射線、伽瑪射線、電子及亞原子微粒

### 吸收劑量

簡單來說，指藉著電離輻射將能量傳送給物質的單位質量。吸收劑量的單位為**戈瑞（戈）**

### 輻射加權因子

現已證實，即使吸收劑量相同，不同種類的電離輻射對人體會造成不同程度的傷害。有關差別乃以輻射加權因子來計算。例如，中子較 X-射線的傷害更大，故中子的因子為 20，X-射線的輻射加權因子則為 1

### 當量劑量（ $H_T$ ）

指器官或組織的平均吸收劑量乘以輻射加權因子得出的積數。當量劑量單位是**希沃特（希）**

### 組織加權因子（ $W_T$ ）

器官或組織產生若干輻射效應的概率乃假定為與器官或組織進行輻射防護所用的當量劑量成正比。人體不同組織所產生的輻射效應或會各有不同，故採用組織加權因子以代表人體器官或組織接受輻照所產生風險佔全身接



受輻照所產生總風險的比重

## 有效劑量 (E)

有效劑量 (E) 是人體所有組織及器官內的加權當量劑量的總和，代表人體器官部份受到輻照以致全身所承受的總風險。計算程式是  $E = \sum W_T H_T$

## 1.2 輻射引起的生物效應

活組織所吸收的輻射能量引發可導致生物變異的物理及化學反應。這些變異可能產生的有害影響可以是體細胞上的（即在受輻照人士本身的組織中出現）或遺傳上的（即在受輻照人士的後代中出現）。

人體多個器官及組織內裡的細胞會不斷新陳代謝。例如在受到輻照後，代謝率加快可彌補細胞損耗的增加，但用以維持器官或組織功能的細胞數量將會出現短暫（有時會是永久）的淨減少情況。即使損失大量細胞，大部份人體器官及組織仍可不受影響，但如損耗的細胞達到一定的龐大數量，則有關組織將會明顯受損或喪失功能。由小劑量（數百毫希沃特或以上）導致上述損害的概率基本為零，劑量越大，損害的嚴重程度便越大。此類效應屬「確定性效應」。

確定性效應可於特定組織出現，其中包括眼部晶體白內障；對皮膚的非惡性損害；生殖腺細胞損害（破壞生育能力）；骨髓細胞缺乏（導致血液成份缺失）；及其他器官的細胞缺乏；如情況嚴重，會導致器官功能受損。

如接受輻照的細胞獲得改造而並非被殺死，結果將會截然不同。複製經改造但有生命的體細胞而產生的無性繁殖細胞，往往會被身體的防衛功能排斥或隔離。否則，若日久耽誤，經過一段潛伏期後，便會發展為惡性情況——癌症。（致癌的機會與劑量成正比，而且大概沒有閾

值。)。誘發劑量對惡性情況的嚴重程度並無影響。這類損害稱為「隨機性損害」，意指「屬隨意或統計性質」。假如原損害出現在睪丸或卵巢（其功能為傳送基因資料給後代）的幹細胞內，有關效應會在後代中出現。

### 1.3 危害及風險

最初在醫學上使用輻射時，主要會關注到輻射對小部份接觸較大劑量的工作人員所引起的害處。目前，關注範圍已擴大至輻射對大量接觸較小劑量的工作人員預計可能引起的有害影響。預期害處主要為癌症發病率輕微上升。

有關方面現正向多個組別人士搜集有關癌症的流行病學資料。該等組別主要包括在醫療上受到輻照的人士、原子彈爆炸生還者以及所從事職業會接觸到輻射的人士。低輻射劑量具有引發致命癌症的風險，而不論男女老幼，低劑量率平均約為每希  $5 \times 10^{-2}$ 。

現時並未發現電離輻射對人類造成的遺傳效應，而基因風險的估計數字乃根據動物實驗測試數據計算。劑量及劑量率引致所有後代出現嚴重遺傳病的風險因素估計為每希  $0.5 \times 10^{-2}$ 。

胎體接觸輻射的影響視乎懷孕時期接觸輻射的時間而定。倘胎體內的細胞數量少及尚未形成特定性質時，細胞受到損害的影響大多數為胎體無法植入或察覺不到的胎體死亡。一般認為，在這階段出現的細胞損害大多會引致胎體死亡，而導致活產嬰孩（儘管中樞神經系統及心臟在第三週已開始形成）出現隨機效應的機會很微。在主要器官形成的餘下期間，接觸輻射或會導致形成中的器官發展畸變。人類方面（根據動物實驗的估計），這些影響具有決定性特點，閾值將約為 0.1 戈。

## 1.4 輻射防護的目的

根據國際放射防護委員會刊物第 60 號報告書所載，輻射防護的目的是為人類提供適當防護標準，而不會對產生輻射接觸的有利行業造成過份限制。

醫學界本身具有多種特點，以致所採取的輻射防護方法亦與其他業界所採用者略有不同：

- a) 為病人進行照射是刻意的。除放射治療外，照射並非為了輸送輻射劑量，而是利用輻射提供診斷資料或進行介入式的放射照相。無論如何，輻射劑量必須經過慎重計算，隨意減少只會影響預期結果。
- b) 病人特別需要與醫護人員建立彼此尊重的關係。因此，保護醫護人員免受輻射源影響的系統（如防護屏蔽）的設計應盡量不要讓病人感到被隔離，這特別適用於輻射源設在病人附近的核醫學及短療法。
- c) 放射治療目的在於毀滅目標組織，但難免會對旁邊組織造成確定性破壞，亦會對遠離的非目標組織造成隨機效應風險。
- d) 醫院及放射設施通常建於點方便公眾人士的地方上，因此較設於工業大廈更難控制輻照的風險。

## 2. 一般輻射防護措施

### 2.1 輻射防護的三大原則

- (a) 凡涉及接觸輻射的操作不應予以採用，除非有關操作對接觸輻射的個別人士或社會帶來的利益，足以抵銷由輻射引起的害處， — **操作理據**

操作理據所需的評估工作大多以經驗、專業判斷及常識為依據，但假如能取得所需數據，則應考慮現有的數量技術以助判斷。

醫學操作具有三個理據層面：

- i) 第一層面，亦是最概括的層面，醫學上採用輻射是公認利多於弊。這已是理所當然的理據。
- ii) 第二層面，具特定目的之特定程序已被界定及證實有此需要，為病人顯示相關病徵的胸腔 X-射線攝影機便是一例。此項普通理據旨在判斷（在大多數情況下）放射程序會否改善對接受照射人士的診斷或治療或會否提供有關接受照射人士的必要資料。

對放射程序作一般判斷是國家專業機構（有時須配合國家規管當局）的責任。醫療程序的整體好處不僅使病人在健康上直接得益，亦同時惠及患者家屬及社會。雖然在醫學上，接受輻射的主要是病人，但職員及與放射程序無關的公眾人士受到的輻射亦應計算在內，並應顧及因意外或無意中接觸輻射的可能性。醫學界應不時就所取得有關現有程序的風險和成效以及有關新程序的新資料，檢討所作的決定。

有關診斷觀察（首要顧及病人利益）的論據，須作特別考慮。因保險需要而使用放射攝影法，基本利益通常歸保險公司，但接受檢驗的個人亦可獲得若干經濟利益。

- iii) 第三層面，對個別病人施行放射程序應有充份理據，即判斷施行有關特定程序是利多於弊。除查核手頭現有資料中有否所需資料外，毋須就對個別病人（其病徵或跡象的所需診斷程序早經一般證實為合理）施行經一般證實為合理的簡單診斷程序而作出額外判斷。就複雜的診斷程序以及就治療來說，一般的論據可能並不足夠。因此，由個別放射學醫療人員及轉診介紹醫生作出的判斷乃重要資料，亦需詳加考慮一切現有資料。考慮

範圍包括建議程序及任何其他選擇的詳情、個別病人的特性、預期給予病人的劑量，以及能否獲取有關早前或有待進行的檢查或治療的資料。

- (b) 就某類操作中所涉及的任何特定輻射源而言，在考慮到經濟及社會因素後，個人劑量的大小、受到照射的人數，以及在不確定會受到照射的情況下產生輻射的可能性，必須盡可能維持於最低水平 — **優化防護**

優化防護是輻射防護系統中具有最強效用的一環，醫學放射學的各個階段均應實施此程序。優化防護的基本要旨可以以下提問表述之：

#### 是否還可以採取任何合理步驟加強防護功效

優化防護的基本目的，是就有關在一種操作之中施用輻射源調整防護措施，藉以爭取最大的淨利益。

就如理據一樣，經驗、專業判斷及常識是優化程序中的重要元素，全部均符合醫學界的良好常規。

- (c) 綜合所有有關操作所導致個人接觸輻射的劑量限制須符合香港法例第 303 章《輻射條例》的規定 — **劑量限制**

有關方面已設定職業性及公眾接受輻射的個人劑量限制，若持續進行和超出劑量限制的照射，會引致有關操作在正常情況下出現可合理形容為「不可接受」的額外風險。

除非給予病人的劑量已有充份理據，否則不宜在醫學照射方面實施劑量限制，因該等限制通常是弊多於利。劑量限制有時會妨礙收集診斷資料，並會有礙進行一切放射治療。此外，病人本身接受醫學照射總是有利亦有弊，故並不存在不平等的情況。

表一載列香港法例第 303 章《輻射條例》所主要規定的劑量限制：

表一 劑量限制

照射類別	受照射的身體部位	劑量限值
公眾	全身	任何公曆年中1毫希沃特
職業	全身	任何公曆年中20毫希沃特
	個別器官或組織(眼睛晶狀體除外)或任何皮膚面積(每1平方厘米的平均數)	任何公曆年中500毫希沃特
	眼睛晶狀體	任何公曆年中150毫希沃特
	有生育能力的婦女的腹部	任何連續3個月中5毫希沃特
	胎兒	懷孕期間1毫希沃特

## 2.2 範圍分類

管理規定的最重要功能之一，是維持對輻射源的管制以及控制工作人員因職業而受到照射的程度。規定將有關工作場地正式劃分指定範圍可有助管制輻射源。工作場地有以下兩個指定範圍：

### a) 管制範圍

管制範圍是指在正常工作情況（包括可能發生輕微不幸事故）下，規定工作人員須遵從專為管制輻射照射而制訂的程序及常規的範圍。

管制範圍入口須標示警告告示，表明該處屬管制範圍。警告告示應包含輻射警告標誌，亦可列載其他準確資料，例如將該處劃分為管制範圍的原因（如「X-射線輻射」），以及在甚麼情況下是否准許進入有關範圍等等。附錄 A 展示這些警告告示的其中部份樣版。

於放射部門內，部份範圍通常會被劃分為管制範圍。有關規定將視乎所使用的是固定、流動或手提式 X-射線器

材而有所不同。倘為固定裝置，而除非該器材已截斷電源，否則整間 X-射線室應列為管制範圍。相較固定器材而言，在流動／手提式 X-射線設備四周設管制範圍作用不大。更恰當的做法是確立**工作程序**以管制進入有關器材的附近範圍。工作程序應特別訂明，要求評估是否需要加設臨時屏蔽，為在附近範圍工作的人員提供防護。至於經常會使用流動器材的範圍，則應考慮是否需要設置永久防護屏蔽。

## b) 監察範圍

監察範圍是指工作情況持續受到審查的範圍，但一般毋須特別程序。設定監察範圍目的在於確保可準確預測工作人員吸入的劑量少於職業劑量限制的十分之三。

在界定上述範圍時，應考慮兩者的預期輻射程度及輻射情況可能出現的變化，並應旨在確保身在指定範圍以外的任何人士將毋須被視為因職業而受到照射的人士。劑量限制乃預定為適用於所有工作人員，但應把指定範圍以外實際接收的劑量維持在低於公眾接受照射的劑量限制水平。

## 2.3 個人監察

**僱主**應向其僱員（被歸類為輻射工作人員或根據工作制度書面細則須在管制範圍內工作的人士）提供一個經由輻射管理局批准的合規格個人輻射監察儀，以監察輻射劑量。每個劑量計通常可配戴 1 個月，用後須即時交還以進行劑量評估，然後再換上新的劑量計。

**僱員**獲發劑量計後在工作時應 全時間 按指示配戴劑量計。應小心確保除下來的劑量計不會因疏忽而受到電離輻射或受其他情況影響（例如熱力），因這樣可影響劑量評估的效果。劑量計通常應配戴在胸部或腰間的位置。

## 2.4 醫學監察

凡歸入輻射工作人員類別的人士，於緊接其最初受聘前的 4 個月內或（如為持續受聘）最多 14 個月期間，須接受由輻射管理局的醫療小組進行的醫學檢查。

## 3. 責任

### 3.1 醫生的責任

決定病人是否需要接受 X-射線檢查有時是轉介醫生的責任，有時則是進行 X-射線檢查的醫生的責任。但無論責任誰負，有關醫生必須已正確評估過 X-射線檢查的影響、透過 X-射線檢查預期可得到的診斷結果，以及有關結果可能會如何影響病人的診斷和其後的治療。同樣重要的是，負責評估的人士必須對電離輻射的物理特性和所帶來的生物效應具備充份認識。

### 3.2 轉介醫生的責任

X-射線診斷發展日新月異，轉介醫生通常未必能充份掌握 X-射線診斷的好處與風險的概念。轉介醫生主要應關注 X-射線檢查的功效，這是能否控制病人健康問題的關鍵。不過，轉介醫生應避免在沒有臨床指示下而循例要求病人接受 X-射線診斷。為作出必要的全面臨床判斷，轉介醫生或需諮詢放射科醫生。

轉介醫生應提出明確要求，列明病人的毛病和診斷目的，使放射科醫生能進行正確的 X-射線檢查。不過，若上述資料欠缺，但有明顯臨床症狀，若不進行 X-射線檢查會使病人承受不必要痛苦的話，則不宜延遲要求為病人進行 X-射線檢查。

轉介醫生應基於所需資料（例如病人曾接受的放射檢查或任何其他醫療測試或調查所得資料）欠缺，方適宜囑



咐病人接受 X-射線檢查。

### 3.3 放射科醫生的責任

為作出必要的全面臨床判斷，放射科醫生或需諮詢轉介醫生，以期在最少放射風險及經濟成本下取得最多的資料。放射科醫生有責任全面控制 X-射線檢查的過程及範圍，並應根據所呈報的臨床病徵，就所建議的 X-射線檢查是否適合提供意見，並建議應採用的技術。

如有兩個或以上可選擇的造影檢查程序，可得到合用的診斷資料，則應選擇對病人整體而言構成最少風險的程序。

放射科醫生應就不同的病人定出不同的 X-射線檢查次序。更理想的做法是先評估每一項 X-射線檢查的結果，再決定是否仍有需要進行建議程序中的其他 X-射線檢查。另一方面，亦需考慮病人是否可以並方便接受 X-射線檢查，以及取得臨床資料的逼切程度。

放射科醫生不應容許任何人士操作 X-射線器材，除非他們是《輻射條例》所指定的合資格人士，或他們是在放射科醫生直接監督下操作 X-射線器材。

## 4. 與疾病有直接關連的 X-射線檢查

有關使用具體診斷 X-射線檢查的準則（包括適應症及禁忌症兩方面）正不斷精益求精。必須注意減少使用 X-射線檢查次數的例子如下：

- (i) 欠缺額外的臨床或實驗室研究結果解釋為何尿道運作不正常，卻為兒童進行尿路造影術以評估兒童的尿道問題。
- (ii) 欠缺具體跡象而進行心臟 X-射線透視檢查。
- (iii) 在簡單的骨折情況減少下進行 X-射線透視檢查。

- (iv) 欠缺明確鼻竇病徵卻進行鼻竇射線攝影以評估發燒成因。
- (v) 受傷後並無明確現象和表徵卻進行頭顱射線攝影。
- (vi) 欠缺具體跡象而進行手術前的胸腔射線攝影。
- (vii) 欠缺具體跡象而為孕婦進行胸腔射線攝影。
- (viii) 欠缺具體跡象而為孕婦進行骨盆測量。
- (ix) 欠缺具體跡象而進行尿路造影術以評估高血壓成因。
- (x) 欠缺具體跡象而使用鋇灌腸術作放射檢查。

## 5. 與疾病並無直接關連的 X-射線檢查

### 5.1 為健康評估而進行的 X-射線檢查

所進行與患病症無關的健康評估或會涉及 X-射線檢查。是否應進行有關 X-射線檢查取決於取得接受檢查者重要健康資料的可能性有多高。

胸腔放射攝影通常是每年體格檢查的一環，有時亦是病人入院程序之一。無論檢查之目的何在，對很多國家來說，胸腔 X-射線檢查往往佔診斷放射學中每人平均輻射劑量的一大比重。在許多個案中，尤其是並無呼吸系統或心臟病症狀的年輕病人，可能並不適宜進行胸腔射線攝影。如明顯存在適應症，則進行胸腔射線攝影時應採用最低的有效劑量。

### 5.2 就具體疾病使用螢光屏檢查法而作的 X-射線檢查

如需就具體疾病使用螢光屏檢查法而作 X-射線檢查，應權衡螢光屏檢查法對接受檢查人士及整體人口預期帶來

的利弊（包括輻射風險）。一般來說，有關好處取決於在螢光屏檢查法程序中所發現的診斷資料、有效治療所發現疾病的機會以及（就某些疾病而言）疾病受控制對社會帶來的好處。螢光屏檢查法對社會上不同人口組別的益處並不一定相同。因此，螢光屏檢查法並非在任何人口組別中均可合理使用。螢光屏檢查法程序應時常予以評估，以衡量發現重疾的益處是否足以作為繼續進行這種檢查法的充份理據。

## 6. 婦女的 X-射線檢查

### 6.1 懷孕期間的 X-射線檢查

雖然孕體會吸收的輻射劑量一般較少，但對於未確定是否已懷孕的病人來說，她們在接受輻照時常會感到不安，擔心胎兒或會受到影響。有關憂慮甚至會令人聯想到懷孕或會終止。不過，若以相對風險增幅作基準，母體在診斷過程中因接受輻照而令懷孕終止是極為罕見的。若胚胎在婦女受孕後首三個星期受到照射，應不會對活產嬰孩造成決定性或隨機效應。如病人已有一次月經沒來，其本身應知道或至少應懷疑自己已懷孕，故應可從病人本身得到有關可能懷孕的所需資料。若最近一次預期的月經沒來，又並無其他相關資料，該婦女應假設為已懷孕。除非有充份的臨床適應症，否則應避免為可能已懷孕的婦女進行會使腹部受到照射的診斷和治療程序。

### 6.2 有生殖能力婦女的 X-射線檢查

任何擬接受射線攝影法的婦女若未如期行經，或顯然月經沒有來，除非有確實資料肯定不可能已懷孕，否則為審慎起見，應假設其已懷孕。為儘量減低胎兒在無意間受到輻照的可能，應在 X-射線部門及其他放置 X-射線設備的不同當眼處張貼告示。例如：

若您可能已懷孕，請在接受 X-射線檢查前通知醫生或放射攝影師。

### 6.3 產科的放射攝影法

在許多情況下，尤其是在評估胎兒成熟階段及胎盆位置時，使用超聲波檢查較 X-射線檢查為佳。超聲波檢查不會使用電離輻射，亦相當可靠。使用超聲波可大大減少受孕子宮接受 X-射線檢查的需要。雖然測量盆骨的射線攝影法有時功效甚大，但僅應在盆骨真的需要測量的必要情況下方可進行，而不應定期進行。尤其不應觀察盆骨入口的下方（亦稱邊緣觀察），因這樣會令胎兒吸收過高的輻射劑量。

### 6.4 其他在懷孕期間進行的 X-射線檢查

當孕婦需接受 X-射線檢查，而 X-射線束會直接輻照胎兒時，便需特別處理以確保當時的確有需要進行 X-射線檢查，且有關檢查不應拖延至懷孕期過後才進行。有時候，輻射對胎兒造成的風險較沒有進行所需診斷的風險為低，這樣，倘醫學表徵為恰當，則仍應當進行 X-射線檢查。在這些情況下，應比平日更小心處理，以盡量縮短輻照時間或減少放射線攝影的次數，從而盡量減少胎兒在每次輻照時所吸收的輻射劑量。不過，不應更改檢查手法，以免過份損害 X-射線檢查的診斷價值。

如在遠離胎兒的部位（例如胸腔、頭顱或手足）進行 X-射線攝影法，則在懷孕期間任何時候均可安全進行，但 X-射線器材必須已加上適當的防護屏蔽，並已適當限制所使用的 X-射線束。

## 7. 診斷放射學工作人員的防護

### 7.1 外在輻射的控制

診斷放射學工作人員特別會受到外在輻照的照射。放射攝影師在工作時如按照最基本的放射防護規則，只會吸

收極少劑量。X-射線透視檢查是一個可令人大量吸收輻射的來源，尤其是從業員，以及那些在介入放射過程下與病人及 X-射線管有近距離接觸的人士。現時許多國家仍採用 X-射線直接透視檢查，這種檢查法並無將影像增強，相對現今已採用影像增強技術的程序來說，會令放射攝影師吸收更多輻射。在經濟許可下，應盡快以影像增強技術取締 X-射線直接透視檢查法。

要成功控制接觸外在照射，需使用合適的器材和技術。在診斷放射學中，最大的輻射源是 X-射線管，故在管子本身或其附近採取防護措施，便可發揮最佳防護效果，而針對這直接輻射源加上防護屏蔽便最為重要。使用這直接輻射源時，由於病人及附近其他物品會把直接輻射源散射，繼而便會產生間接輻射源。只要防護屏蔽毋礙照顧病人，便應在直接及間接輻射源與工作人員之間加上防護屏蔽。

其他防護措施包括限制工作人員在直接及間接輻射源附近工作的時間，以及穿上適當的防護衣物。這些措施的成效視乎工作人員有否貫徹奉行良好工作常規；除非需進行醫療程序或照顧病人，否則不應成為主要防護基礎。

## 7.2 專家指導及技術援助

7.2.1 應委任一人或指定一名工作人員擔任輻射安全主任 / 監督一職，負責管理各項涉及輻射工作的設施。有關人員應有下列職責：

- a) 與部門主管及輻射防護顧問共同編製安全指示
- b) 處理日常輻射防護事宜
- c) 協助管理層確保輻射安全措施獲得執行
- d) 一旦發生輻射防護問題需即時解決時，應隨時可提供意見
- e) 如發生任何有關接觸輻射的不尋常事故，採取適當緊

急行動，並準確記錄有關詳情向管理層匯報

- f) 倘發現有任何輻射安全情況有欠理想，即知會部門主管及管理層
- g) 安排新工作人員接受有關輻射防護的適當指導及培訓
- h) 確保妥善記錄工作人員的輻射吸收劑量

7.2.2 管理層應有渠道獲得輻射防護的專業意見，尤其是在以下各方面：

- a) 任何醫療放射設施的規劃及設計
- b) 界定輻射防護器材的表現規格
- c) 在接受使用新裝置、程序及器材前瞭解其輻射防護的功效
- d) 輻射安全主任及其他工作人員的培訓及指導
- e) 識別受控制及監督的範圍和工作環境
- f) 適當監察程序以及有關提供、維修和調整合適監察器材方面的規格詳情
- g) 使用設施前先進行環境監察調查
- h) 制定安全工作程序及監察其效能
- i) 質量保證計劃的設計、實施及監督
- j) 有關輻射照射的詮釋及重要性
- k) 有關可預見事故的潛在危險評估以及制定應變方案
- l) 當有理由相信工作人員吸入過高輻射劑量時調查有關情況
- m) 就任何輻射事故知會輻射管理局（Radiation Board）

### 7.3 規劃與設計

- a) 在診斷放射學中，每間放有 X-射線器材的檢查室的規劃與設計對於工作人員在接觸輻射方面有重大影



響。每間 X-射線室通常都有一個屏蔽區，讓工作人員在 X-射線機操作時可暫時退站，這個屏蔽區一般稱為防護間隔，X-射線機控制台通常安裝於此。

- b) 進行檢查的房間充斥著各種照射媒介（例如使用快速膠卷自動換片裝置、數碼減色技術、血管造影術等），而基於操作程序或病人的一般情況，有些工作人員不能退站於防護屏後；因此，檢查室應有足夠空間放置流動的防護屏板，讓工作人員可在 X-射線照射時站於遠離 X-射線管及病人的安全位置。
- c) 在進行 X-射線透視檢查的房間內，一名或以上的工作人員會在屏蔽區外工作，故應預留額外屏蔽設計為他們提供適當防護。工作人員應穿上合適的防護衣物。檢查室的設計更特別應注意到在工作人員介入工作時需加強防護，以及在具體指出防護要求前，先行評估在 X-射線透視檢查室所準備進行工作的性質。
- d) 在規劃階段，工作人員防護屏會因應直接 X-射線束將會發射的方向而設計，而有關發射方向取決於檢查室將進行的檢查類別及器材擺位而定，例如垂直的胸腔架、垂直和橫向的螢光屏檢查位置以及快速膠卷自動換片裝置。
- e) X-射線機控制台防護屏應裝上含鉛玻璃窗，其含鉛量應與螢光屏的含鉛量相同，使工作人員可清楚看到病人、任何或需在檢查室屏蔽區外工作的工作人員，以及檢查室各個入口。
- f) 除了評估直接 X-射線束很可能會瞄準的方向外，亦應注意器材的擺位，使直接 X-射線束不會透過正門或病人更衣間隔門而射向防護間隔或檢查室的任何入口。檢查室本身由牆壁、地板和天花形成的邊界線結構，應以能為所有在附近範圍的人士提供充分防護屏蔽為原則。這些邊界□以內的範圍通常視為管制範圍。所有可通往此檢查室的門及門框，連同任何入牆管道網絡和電套管均應設有厚度合適的屏蔽物料。若

檢查室將使用高能量的伽瑪輻射放射性物質，例如在導管插入術實驗室使用的銨-192，則需特別留意為四周牆壁、地板和天花安裝有效的防護屏蔽。

- g) 就不涉及 X-射線透視檢查的放射攝影程序而言，輻射開關掣的安裝位置，應以確保絕不可能從防護間隔外進行放射攝影照射為原則。
- h) 輻射警告標誌應長期展示於 X-射線室的所有入口。警告標誌形式可參考附錄 A。在檢查室正門，尤其是 X-射線透視檢查室的正門，應在視線水平安裝警告燈，並將之接駁 X-射線發射器的準備電路，以顯示 X-射線機已開著並正在或即將發送 X-射線。使用聯鎖系統亦可提供額外的防護，以防有人在機器運作時不慎闖入檢查室。
- i) 進行 X-射線透視檢查或某些特殊程序（例如血管造影術）時，一名或多名工作人員或需在放射期間與病人保持近距離接觸。在這情況下，應在 X-射線檯側加設屏蔽，例如從天花或影像增強器／X-射線透視屏懸掛具防護功能的布幕。設計 X-射線透視檢查室時，可選擇將影像增強器置於 X-射線檯上（X-射線管在床下）或置於 X-射線檯下（X-射線管在床上）。後者會令工作較方便進行，但工作人員吸收輻射的可能性亦較前者高出二至三倍。若床上的 X-射線管／床下的影像增強系統並非以遙控方式操作，則必須加設更多防護掛幕，確保操作員得到充分的防護。
- j) 有關在直接 X-射線束穿過或圍繞病人後為病人吸回直接 X-射線束和散射輻射的設備應盡可能放在貼近病人的位置。雖然工作人員預計應可避免接觸到直接 X-射線束，但要避免吸收四散輻射則需使用足夠的輻射屏蔽。

## 7.4 一般工作常規

- a) 任何人士必須接受過適當訓練、具備所需資格及獲授權執業，方可使用輻照裝置作醫療用途。有關非放射科醫生（例如心臟科專家）的訓練則尤須加倍注意，因他們的工作程序往往令他們吸收較平均同等劑量為高的輻射。除下列人士外，任何人等一律不得進入 X-射線管制範圍：
  - i) 獲部門主管授權進入該範圍的人士
  - ii) 接受 X-射線檢查的病人
  - iii) 任何經由負責進行 X-射線檢查的工作人員授權，陪同協助病人的人士。
- b) 凡進入管制範圍的工作人員均應遵守適用於該範圍的輻射安全守則（附錄 B）。
- c) 若要使用 X-射線器材，則必須確保器材操作正常，並已在四周範圍為所有人提供充分防護。一般而言，採取以下一項或多項措施便可提供足夠的防護：
  - i) 適當的防護屏蔽
  - ii) 適當的防護衣物
  - iii) 身體各部份與 X-射線管和病人之間保持足夠距離
  - iv) 列明有關範圍內於安全情況下的最高工作量
  - v) 限制逗留在 X-射線管與病人附近的時間
- d) 若可行的話，X-射線機操作時，所有身處 X-射線室的人士應留在防護屏後的防護區，並應在地板加上適當標示劃分防護屏後的防護區範圍。
- e) 為減低意外吸收輻射的機會，應制定嚴謹的執行情序，讓工作人員在 X-射線機操作時遵循。應提醒參與照射的工作人員留意有關程序，讓其清楚明白自己的職責所在。程序應包括檢查照射控制設定，以及留意 X-射線檢查進行時在場其他工作人員所佔位置。其他工作人員和病人亦需要獲得足夠指引，以瞭解各自本身的角色。

- f) 若工作人員在 X-射線機操作時未能留在防護區，則應穿著防護程度至少相當於 0.3 毫米鉛的防護裙板。在合理可行情況下，他們應留在檢查室內輻射水平較低的範圍。在 X-射線機以 100 千伏以上的電壓運作時，任何人士如須站於距離 X-射線管或病人 1 米範圍內，應穿著防護程度至少相當於 0.35 毫米鉛的防護裙板，防護手套的防護程度亦應至少相當於 0.35 毫米鉛。所有上述防護衣物均應附有識別標記，並須每年檢查一次。如有損壞則不應再用。
- g) 如需保護甲狀腺，可穿戴含鉛量適中的頸圈或頸位較高的防護裙板。
- h) 即使已穿上防護裙板或手套，工作人員也不應讓身體任何部位受到直接 X-射線束照射。操作 X-射線機的工作人員應確保除病人外，再無他人直接受到輻照。
- i) 若情況許可，所有 X-射線檢查應在 X-射線部門內進行；應盡量避免在病房及手術室進行 X-射線檢查，因這樣往往不會攝得最好的影像質素，而且較難採取輻射防護措施。
- j) 如病人狀況虛弱或已接受麻醉，應使用機械裝置確保他們在接受 X-射線檢查時身體不會移動。
- k) 如幼童需要抱□接受 X-射線檢查，應使用位置固定裝置。若裝置欠缺，應由父母或其他陪同的成年人抱□，而非由 X-射線部門人員負責。為免負責抱□幼童的人士感到恐慌，應事先向其作簡單解釋，並執行安全程序。
- l) 負責扶□病人的人士應穿著防護裙板，並確保身體任何部位均並無受到直接 X-射線束照射。如雙手可能接近直接 X-射線束，則應穿戴防護手套。若抱□的是初生嬰兒，通常照射範圍較小，不一定需要戴上防護手套。**孕婦不應**在 X-射線檢查中扶□病人。
- m) 若認為使用位置固定裝置仍不足夠，需要扶□病人接

受 X-射線檢查，則應由多名工作人員協力進行，而不應單由一名工作人員扶□該病人。

- n) 需在管制範圍內工作（惟非經常）的人士（例如外科醫生、手術室護士或在 X-射線檢查中扶□病人的人士）應遵守下列條件：
  - (i) 在該範圍內所進行工作應得到放射部門主管授權，須符合該部門明文規定的放射安全規則，或是在某特定情況下基於特殊理由而進行。
  - (ii) 在該範圍內執行的所有工作常規應符合該部門明文規定的放射安全規則，在適當情況下，應穿上防護衣物。
- o) 視乎在 X-射線室內所進行工作的性質或監察結果，工作人員或須加設防護屏擋，為確保防護充足，工作人員應充分利用所提供的防護屏擋。在長時間的介入放射學、心臟病學和血管造影術的 X-射線透視檢查程序中，通常需要加設防護屏擋。防護屏擋可從影像增強器或天花吊起。在使用這些防護屏擋之餘，在合理可行情況下，工作人員亦應繼續盡量站在遠離 X-射線管和病人的位置。
- p) 如情況許可，利用 X-射線管在床上／影像增強器在床下的系統進行的 X-射線透視檢查應以遙控方式進行。與 X-射線管在床下／增強器在床上的系統比較，上述系統令檢查室內的工作人員接觸高出約三倍的散發輻射。檢查進行時，工作人員如需要與病人保持近距離接觸，則應尋求輻射防護顧問的意見。在此情況下，或須加設防護屏擋，而在檢查台附近的輻射劑量圖可提醒工作人員選擇輻射最少的位置。
- q) 如採用增強器在床下的系統，X-射線透視檢查過程中向病人進行的觸診應由機械裝置進行，絕不能用人手。如採用增強器在床下的系統，則應盡量減少觸診，並只能觸摸病人皮膚表面。工作人員應穿戴含鉛量至少相當於 0.5 毫米的防護手套。

## 7.5 X-射線部門外操作流動放射攝影器材

- a) X-射線部門主管有責任確保在主 X-射線部門以外場地使用 X-射線器材時乃遵照放射安全的書面程序操作。放射安全主任應定期進行檢查，確保 X-射線器材的使用符合安全程序，若發現有任何違反程序的情況，應向 X-射線部門主管匯報。只有接受過一段適當時間的實習訓練及指導的合資格人員方獲准使用流動 X-射線器材。在操作該類 X-射線器材時，他們必須清楚明白本身的職務和責任。
- b) 無論何時使用流動或手提式 X-射線器材，操作 X-射線機的工作人員務須確保管制範圍內沒有無必要在場的人士。工作人員須穿著防護裙板，如情況許可，更應留在距離 X-射線管及接受檢查病人輻照範圍最少 2 米以外的位置。
- c) 操作工作人員須確保除病人外，再無他人受到直接 X-射線束的直接照射，除非 X-射線束能量已大幅減弱。就此而言，操作員須留意直接 X-射線束的任何阻擋物（例如牆壁、地板）是否足以令輻射減弱。若未能肯定輻射是否已減弱，應尋求輻射防護顧問的意見及協助。

## 7.6 使用流動 X-射線透視屏蔽器材

- a) 使用流動 X-射線透視屏蔽器材時，放射學家或放射攝影師應在現場。
- b) 連同流動 X-射線透視檢查一併進行的放射攝影所攝得影像的診斷質素始終會較固定器材所得影像為差。因此，應盡量避免使用前者，如不能避免，應由接受過適當訓練的人士負責進行。
- c) 凡參與為病人作檢查而又需要在 X-射線機操作時站近 X-射線管或病人的工作人員，應佩戴劑量計和穿著

防護裙板。所有其他人士則應盡量遠離 X-射線管。

## 7.7 免受不必要照射

- a) 若將病人受到的輻照減低至認為足以提供所需診斷資料的水平，工作人員的吸收劑量亦會同樣減少。這現象於 X-射線透視檢查以及糅合 X-射線透視檢查的放射攝影中尤其明顯，因為工作人員必須一直貼近病人，不能退守到防護間隔。
- b) 減少在 X-射線透視檢查中所吸收劑量，方法如下：
  - i) 每次作 X-射線透視檢查的照射時間要短。
  - ii) 暫時拆走反散射格網。
  - iii) 如進行螢光屏電影攝影檢查，使用片格速度每秒不超過 30 格的片格，而每次只拍攝 3-5 秒。
- c) 小心選用 X-射線透視器材，亦可減少工作人員的吸收劑量。有關因素包括：
  - i) 使用□沖系統。
  - ii) 使用影像儲存系統，尤其在處理骨折個案時。
  - iii) 使用碳纖維產品。
  - iv) 使用設有響鬧功能的定時裝置；在影像顯示屏上顯示透視檢查次數。
  - v) 使用經過適當調校的自動光暗控制器。
- d) 透過記錄及檢視操作員在 X-射線透視檢查中，進行 X-射線透視檢查的次數及放射攝影次數，便可判斷有關減少工作人員吸收 X-射線透視輻射劑量的措施成效如何。
- e) 採取以下方法，可減少工作人員在純放射攝影中所吸收劑量：
  - i) 使用速度最快的屏幕／菲林組合來取得診斷資料；使用數碼放射攝影法。
  - ii) 將沖晒溫度設定在建議水平；很多人往往把溫度調得太低，以致需額外增加幅射量，達到變黑的

攝影效果。

- iii) 定期檢查作廢菲林，找出原因所在，杜絕有關情況。
- iv) 使用碳纖維產品（格網表面及將產品插入格網內、台面和盒面）。

## 8. 減少病人在診斷放射中所吸收劑量

### 8.1 避免吸收不必要的劑量

經由合資格醫生臨床判斷而建議進行的 X-射線檢查為病人帶來的益處通常足以蓋過無法避免的輻射風險。然而，無論如何都不應該以不必要的高輻射劑量來進行 X-射線檢查。工作人員應常緊記「優化防護」的基本原則——「在考慮到經濟及社會因素後」，將個人吸收劑量維持在「可合理達到效果的最低水平」。

很多時候，小心留意 X-射線檢查的進行可大大減少 X-射線檢查所產生的輻射劑量，卻毋損診斷效果。以下幾點尤其值得注意：

- i) 必須盡量減少檢查時身體部位組織所吸收的劑量，但又毋礙獲取有關病人的必要資料
- ii) 必須盡量防止身體其他部位受到輻照
- iii) 必須減少重複進行不必要的輻照

病人需接受多少輻射量方可得出有用的診斷影像，須取決於多項技術和實質因素。考慮減低輻射量的因素包括：消除無助形成有用影像的輻射，以及就個別個案的診斷要求正確選擇合適的感光影像探測器。不過，入射在影像探測器的輻射亦需達到一定最低水平，否則所得資料將不足以作有效診斷之用。



## 8.2 X-射線範圍大小

減少對病人作不必要輻照的最重要的技術方法是盡量使用最細小的 X-射線，並對準照射在病人身上的正確部位。適當收窄 X-射線範圍通常都對病人有利，亦會減低傳送至病人的總輻射能量，因而降低皮膚及內部細胞組織所受到的輻照。另外，又可減少散射向影像探測器的輻射量，從而改善影像質素。

X-射線束限制裝置可自動將 X-射線束規限於 X-射線器材所用的放射底片盒的大小。若利用這種自動 X-射線束限制裝置進行檢查的範圍較最細小的放射膠卷還小，應調節 X-射線束的大小限制，以對準輻照有關部位。初生嬰兒接受檢查的身體部位通常都較放射膠卷細小，故應藉著縮小 X-射線束來調節 X-射線束相對檢查部位的大小，而非針對放射膠卷或嬰兒全身體積的大小而作調節。若使用的是自動 X-射線束限制裝置，便須特別注意，因為 X-射線的範圍會自動調節至與放射膠卷一般大小的面積。這個情形常見於照射初生嬰兒胸腔時；如沒有適當調節 X-射線束限制裝置，可能會令全身均受到輻照。

## 8.3 遮蔽器官

如生殖腺必須直接在 X-射線束 5 厘米範圍內，應將生殖腺遮蔽，除非這樣做會無法取得重要的診斷資料或影響資料準確性。在臨床許可下使用生殖腺屏蔽，可將睪丸的吸收劑量減少達 **95%**，而卵巢的吸收劑量也可減少約 50%。如 X-射線檢查會令雙眼大量吸收輻射，則應將眼睛遮蔽，例如在常用的顛骨岩部 X-射線層析攝影中，遮蔽眼睛並不會導致無法取得重要的診斷資料或影響資料準確性。這點保護對或需進行連環 X-射線檢查的病人來說尤其重要。遮蔽雙眼，可把雙眼的吸收劑量減少 50-75%。使用背部-前部的照射法亦可令雙眼的吸收劑量較使用前部-背部的照射法減少 95%。

## 8.4 聚焦點與皮膚或影像探測器的距離

若媒體並無吸收性，輻射源點的輻射強度與距離的平方成反比。因此，當聚焦點至皮膚的距離或相應的聚焦點至影像的距離縮短，而 X-射線範圍大小與輻射強度在影像探測器的平面維持不變，當 X-射線束進入身體時輻射強度便會在病人身體表面急劇增加。使用流動 X-射線器材進行放射攝影及 X-射線透視檢查時，聚焦點與皮膚應相距不少於 30 厘米。使用固定 X-射線器材進行放射攝影及 X-射線透視檢查時，聚焦點與皮膚則應相距不少於 45 厘米。以聚焦點與影像探測器相距少於約 100 厘米的情況來說，當聚焦點至影像探測器的距離愈是拉近，診斷資料質素便會愈來愈差。因此，從臨床角度來看，聚焦點與影像探測器應保持較遠距離。胸腔在接受螢光屏圖像攝影及放射攝影時，聚焦點與影像探測器至少應相距 120 厘米。

## 8.5 X-射線束總濾光數值

在 X-射線束放置濾光器可衰減射線束中多餘的成份——通常是那些能量較低、大部份會被病人吸收，而又未能在影像探測器上提供多少診斷資料的成份。使用厚度合適的濾光器，可使輻射束的滲透力更強，面向 X-射線管的皮膚也就吸收較低劑量。就常見的診斷放射學來說，X-射線束的總濾光數值最少應相當於 2.5 毫米鋁，其中 1.5 毫米應為不變值。乳房 X-射線攝影較常見的放射攝影需要較低的 X-射線管電壓，以使用螢光屏-膠卷的乳房 X-射線攝影法來說，其總濾光數值最少應相當於 0.03 毫米鋁；而以靜電放射乳房 X-射線攝影法來說，其總濾光數值最少應相當於 0.5 毫米鋁。

## 8.6 碳纖維物料

使用碳纖維物料代替常用物料來作病人的支承、反散射格網和放射攝影底片盒面，可讓較大部份的 X-射線束得

以傳送。以 X-射線管電壓為 80 千伏來說，使用碳纖維物料可減少病人皮膚的吸收劑量。若病人的支承、反散射格網和放射攝影底片盒面一律使用碳纖維物料，病人面向 X-射線管的皮膚的整體吸收劑量可減少約 30%至 50% 以上。

## 8.7 控制輻照及記錄輻照時間

所有 X-射線器材的操作開關應設計成可隨時以人手方式停止輻照，除非採用需作連環輻照的特別技術，如不鬆解控制開關便無法進行連環輻照。進行 X-射線透視檢查時，操作員應留意輻照時間，故 X-射線器材應裝上綜合定時器，當預設時間過去，輻照便應停止。輻照停止前，應發出一段適當時間的響鬧警告訊號。定時器亦應有重新設定的功能，不應掉以輕心。X-射線透視器材的操作開關應採用內置彈簧設計（「錨」），無論是用手還是用腳操作，都應有提防意外啟動的功能。X-射線透視檢查過程中，記錄輻照時間亦甚有作用，能提醒操作員 X-射線透視檢查時間愈短愈好。

## 8.8 強化屏板及放射攝影膠卷

強化屏板含有高效率的磷光質物料（例如稀土、鋇和鈾），這些物料較常用的強化屏板只需較少量輻射，便能得出相若的放射攝影影像質素。應停止在診斷放射學中使用無屏擋放射攝影膠卷，因為這類膠卷所需劑量相對較高，卻未能攝得對比強烈的影像。

## 8.9 控制散射到影像探測器的輻射量

位處病人與影像探測器之間的反散射格網或空氣隙可減少散射到影像探測器的輻射量，而同時容許形成 X-射線散佈模式的直接輻射傳送。減少輻射散射可加強影像，但會增加病人的吸收劑量。

以放射攝影檢查胸腔時，宜設置採用 X-射線管電壓介乎 100 至 120 千伏的反散射格網或空氣隙設備。進行 X-射線透視檢查時，以及為嬰兒進行放射攝影的某些情形下，並不一定需要使用反散射格網；沒有使用反散射格網反而可將吸收劑量降低一至兩個甚或更多系數。

## 8.10 放射攝影的膠卷沖晒

沖晒技術必須正確，方可令射線照片複晒時仍能保持最佳的診斷效果，亦可將病人所吸收劑量維持於最低水平。沖晒不當會令照片作廢，因而需重複輻照（本可避免）。此外，如沖晒不當，可隨時導致所需劑量加倍方可攝得效果理想的射線照片。

如用人手沖晒，必須針對放射攝影膠卷的類型選用合適的顯影劑和定影劑。沖晒溫度、顯影時間和化學品添加必須準確，才可沖洗出質素優良的射線照片。如自動沖晒，品質控制尤其重要。**品質控制應每日**進行——沖晒幻燈片條前，先放在感光計曝光一會兒，繼而便可就幻燈片條的密度和對比作數量評估，倘有關密度或對比數值超出指定控制限度，則應在沖晒臨床射線照片前採取糾正行動。一般來說，放射攝影師最好應立即看看剛沖晒好的射線照片，便可即時發現任何技術、器材或沖晒方面的毛病，從而糾正任何錯誤。

## 8.11 減少重複輻照次數

如擬重複輻照，應有理由假設新一張射線照片可帶出先前射線照片欠奉的更多資料，而非純粹基於美學觀點。據許多已發表的調查顯示，重拍射線照片的比率介乎 3% 至 15% 不等。這些研究大都指出，要求重拍的主因不外乎是病人**位置不當**，或是射線照片效果**太暗或太光**。

本部強烈建議使用列明技術因素（即根據病人尺碼的 kVp 及 mAs）的參考表，作為正確輻照的輔助工具。此外，

只要正確選用和保養輻射探測器，而病人每次接受 X-射線檢查時保持位置正確，自動輻照控制系統亦能發揮一定效用。

## 8.12 品質保證

品質保證計劃旨在制定程序，以便定期或持續監察放射設施的表現，力求在病人吸收最低劑量、成本最低的前提下，得到最有價值的診斷資料。所有放射設施應制定品質保證計劃，計劃架構和範圍則視乎各項設施的需要和複雜程度而決定。

## 8.13 胸腔檢查

各類放射檢查中以胸腔檢查佔最大比例，在診斷放射學中亦佔人口吸收劑量的極大比重。很多時候，所採用的射線範圍仍是過大，有時甚至會照射到成年男士的生殖腺。X-射線束大小必須可予調校，使輻照年青人或兒童的 X-射線束不會大如成年人所用的 X-射線束，就此而言，可調校的光束膜片便可大派用場。如使用固定孔徑膜片，則必須就此而設置一至兩塊較細小的孔徑膜片。可調校高度的防護屏能確保入射束的底邊對病人來說不會低過實際所需。若可接受，本部亦建議可採用高電壓空氣隙技術進行胸腔檢查。

## 8.14 X-射線透視檢查法

X-射線透視檢查應主要用來研究動態現象而非用來評估結構詳情，故只應在單透過放射攝影無法取得所需資料時方可採用。空氣中的吸收劑量比率（於病人身體表面入口點）不應超過每分鐘 50 毫戈，一般來說應遠低於此數。

相比糅合影像增強技術的 X-射線透視檢查法，直接的 X-射線透視檢查法會令病人吸收較高劑量，所攝得影像質

素也較差，故應避免採用。不過，如必須採用直接的 X-射線透視檢查法，可藉著全暗適應和使用靈敏度最高的 X-射線透視屏蔽，也能達致可接受的結果，而空氣中的吸收劑量比率（於病人身體表面入口點）則會介乎每分鐘 10 至 50 毫戈。正確操作影像增強器，吸收劑量比率便可減低至相當於直接 X-射線透視檢查法約三分之一。檢查胸腔，應盡可能以放射攝影法取代直接 X-射線透視檢查法，因為放射攝影法帶給病人的劑量可較直接 X-射線透視檢查法低 100 倍之多，更可作永久記錄。

螢光圖像攝影一直被廣泛用於胸腔 X-射線檢查，用來拍攝肺結核粒子數量，但病人所吸收劑量或會較拍攝原尺寸射線照片高出達 10 倍。

### **8.15 在病房及手術室使用流動 X-射線器材進行檢查**

使用流動 X-射線器材進行放射攝影的最大困難是不能肯定 X-射線管和放射攝影膠卷的相對位置，尤其在採用反散射格網時，結果或須重拍射線照片，令病人受到額外的輻照。切勿採用所謂的「手部 X-射線透視檢查」或「頭部 X-射線透視檢查」。除非採用影像增強器，否則不應使用流動 X-射線器材進行 X-射線透視檢查。即使已採用影像增強器，X-射線透視檢查亦可讓病人吸收過高劑量。

### **8.16 兒科放射攝影法**

在初生嬰兒及兒童的檢查中，患上致命癌病（例如接受過全身輻照後）及嚴重遺傳疾病（例如生殖腺受過輻照後）的每毫戈瑞正常風險均較一般人口為高。有關兒科病人準確定位和正確處理的規定，以及在兒科放射攝影中要達到診斷目標的影像質素準則均有別於成年人的 X-射線檢查。接受過兒科放射攝影專業訓練的攝影師，便有辦法大大減少兒科病人的吸收劑量。凡需處理大量兒科 X-射線檢查的機構，應至少駐有一名兒科放射攝影師

專門為兒童進行放射攝影。

## 8.17 乳房 X-射線攝影法

進行乳房 X-射線攝影時，應在毋礙取得所需診斷資料的原則下，盡量將乳房細胞組織的吸收劑量減至可達到預期效果的最低合理水平。現今主導的乳房 X-射線攝影技術是使用鉬作 X-射線靶及鉬製濾光器，並附有稀土製增感屏和配對使用的放射攝影膠卷。另有一種較少為人採用的乳房 X-射線攝影技術則會使用鎢作 X-射線靶鋁製濾光器，並附有靜電印刷板。

進行乳房 X-射線攝影應採用乳房 X-射線專用器材，而非那些適用於較高 X-射線管電壓的常用射線器材。無論如何，就採用螢光屏-膠卷的乳房 X-射線攝影來說，鉬的總固定濾光數值不應低於 0.03 毫米；就靜電放射乳房 X-射線攝影來說，鋁的總固定濾光數值則不應低於 0.5 毫米。

## 9. 診斷用的 X-射線器材

### 9.1 X-射線源組合

每套 X-射線源組合裝置（包括 X-射線管、X-射線管槽和 X-射線束限制裝置）的構造，就有關 X-射線源組合製造商列明的每個等級而言，距離聚焦點 1 米的輻射滲漏率每小時不得超過 1 毫戈。

每套 X-射線源組合裝置均應標明以確定大約的聚焦點位置。

### 9.2 X-射線束的濾光

每套 X-射線管組合裝置外層應用不褪色物料標明其固有濾光數值。而每個加設的濾光器，亦應用不褪色物料以

毫米鋁等值標明其濾光值。除了鋁之外的其他物質，例如具有更明顯特徵的鈹，亦可作濾光用途。

X-射線束的總濾光數值包括固有濾光值、任何新增的濾光值以及因可永久阻擋射線束的衰減物料（例如光束膜片鏡子）而得的濾光值。就一般診斷工作來說，X-射線束的總濾光值最少應相等於 2.5 毫米鋁，其中 1.5 毫米應為不變值。

為免射線管組合裝置被不必要拆開，應記下總濾光數值（或其組件的個別濾光數值），以便隨時查閱。若管子位於檢查台下，應以毫米鋁等值標明檢查台面的濾光數值。

### 9.3 X-射線束的大小

每套 X-射線源組合裝置所發出的射線束最大切面應恆常以各特定射線源組合裝置實際所需面積為限，並須考慮避免產生額外的聚焦輻射。

所有放射攝影 X-射線器材應附有可適當調校的射線束限制裝置，又或在特殊情況下，可使用頭顱錐件，將輻射束面積局限於就各項檢查所選用 X-射線膠卷的限定面積內。

放射攝影器材應設有光束膜片。如可行的話，流動放射攝影器材亦應安裝光束膜片。

X-射線透視檢查器材（放射治療模擬裝置除外）應設有（最好是自動）裝置，無論 X-射線管與影像接收器相距多遠，亦能將輻射光束局限於影像接收範圍內。但操作員應可在檢查過程中進行調校，將光束範圍縮小至相當於 5 厘米乘 5 厘米（按距離聚焦點 1 米計算）。

就電腦層析 X-射線攝影掃瞄器來說，輻射束橫切面直徑



不應大於用以遮蓋影像接收器放射部份的所需直徑。

## 9.4 影像接收器

X-射線透視檢查中應使用影像增強器及電視觀察系統，以便提供更多有關病人吸收每單位劑量的資料，並減少工作人員的吸收劑量。

使用影像增強器系統的儲存或記憶裝置，可減少工作人員及病人的吸收劑量。

X-射線影像增強器及電腦層析 X-射線攝影掃瞄器的影像接收器的外層和支承板，就 100 千伏電壓應提供至少相當於 2 毫米鉛的屏蔽。就 100 至 150 千伏電壓，則須就每千伏增加相當於 0.01 毫米鉛。

## 9.5 訊號及標記

控制台上應有明顯指示，最好同時設有指示燈，以顯示電源已接通。控制台訊號「接通電源」顯示釋出輻射的準備狀態。

所有放射攝影器材控制台應一律裝設指示燈，給予操作員明確指示照射正在進行中。指示燈應只有在開始及停止釋出輻射的情況下才會觸發開關，但不論照射時間長短仍會亮著。裝有響鬧警告的設備應只有在上述相同情況下才會啟動。

如果可以，讓 X-射線從單一位置由一條以上的 X-射線管發出，每條 X-射線管在被選用釋出 X-射線時應能夠發出警告訊號。

X-射線管選用警告訊號在 X-射線管附近範圍應可清楚看到，如果可以的話，從控制台位置也應看到。電路系統應作特別設計，以致警告系統一旦失靈，便無法進行照射。不過，系統設計亦應顧及避免診斷檢查受阻的情況。

放射控制器應予標明。所有其他控制器、儀器及指示裝置均應用不褪色物料標明其功能。任何器材如涉及 X-射線管的選用，控制台上應有清楚明確的指示，指出哪一條 X-射線管被選用。若用符號標明，必須清楚，並應在操作指引內說明有關符號的含義。

## 9.6 照射因素

附有自動光暗控制的 X-射線透視檢查器材應在影像增強器的輸入畫面使用不同水平的空氣比釋動能而具備不同的敏感度。這可令影像質素與最低劑量之間取得最佳平衡。

## 9.7 照射開關掣

所有 X-射線診斷器材(電腦層析 X-射線攝影掃瞄器除外)的照射開關掣應經過適當設計，以致開關掣必須持續受壓才可持續進行照射，壓力解除便會停止(如之前並未以其他方法停止照射，例如預設照射時間已過等)。

照射開關掣的適當位置如下：

- (a) 如為固定器材，安裝在控制台或操作員應會逗留的位置；及
- (b) 如為流動及手提式器材，所安裝位置應可讓操作員身處 X-射線束範圍以外，並且能夠與 X-射線管外殼和病人最少保持 2 米距離。

照射開關掣設計應顧及能防止不慎發出 X-射線的情況，亦不可能會發生因液體流進開關掣而造成短路的情況。此外，腳踏開關掣應具有特殊結構，即使不慎踢到亦不會啟動照射器材。如有自動重新設定掣，應確保進行下一次照射前，照射開關掣上的壓力已完全鬆解。

凡流動器材均應常設操作總掣，以防未經授權人士在以下情況釋出輻射：

- (a) 毋須將器材接駁總電源亦可發出輻射；或
- (b) 將器材接駁總電源，如器材需要藉此充電。

## 9.8 控制照射時間

以放射攝影來說，應有方法在預設時間後、充電（mAs）或一定輻射量或層析 X-射線攝影掃瞄完成後，自動停止照射。為防失靈，應在正常途徑以外再提供其他停止方法。鬆解照射開關掣可視為額外的停止方法。

就 X-射線透視檢查來說，鬆解照射開關掣應視為停止照射的正常方法。應設有額外的停止照射裝置，當一段不超過 10 分鐘的預設綜合 X-射線透視檢查時間過去，便會自動停止照射。這裝置應在停止照射前至少 30 秒即發出警告訊號，若照射時間需要延長，操作員便可重新設定裝置。

備有放射攝影自動照射控制裝置，有助保持射線照片質素穩定，減少重複照射。

電腦層析 X-射線攝影器材應設有裝置，在所選定掃瞄程序已完成或掃瞄程序未完成便已停止時立刻自動停止照射。如掃瞄摩打未能啟動，便不可能重新開始照射，除非已選擇「預熱」狀態或已選取局部照射程序。

如電腦層析 X-射線攝影器材備有「預熱」狀態設備，當選定「預熱」模式後，控制台便應作出清楚指示，另應設有裝置當所需的「預熱」狀態完成後即截斷 X-射線管的電流。

## 9.9 針對固定 X-射線透視檢查裝置散射輻射的防護措施

凡在 X-射線透視檢查中使用的所有檢查台和支承架均應配備充足的防護功能，保護工作人員免受來自病人或 X-射線管與病人之間物料的散射輻射影響。若使用的是台下 X-射線管，可穿著「防護裙板」，裙板應：

- (a) 面積夠大（通常不少於 45 厘米闊、45 厘米長）
- (b) 由防護物料製成，防護成份最少相當於 0.5 毫米鉛，及
- (c) 放在屏幕承架或增強器支承的下方（如增強器垂直），或放近操作員身旁那邊的屏幕承架或增強器支承（如為平放）。

如屏幕或增強器的影像接收器是平放的，應盡量在檢查台兩旁額外加上防護「裙板」或固定屏蔽；如為垂直，則把額外防護物置於承架兩旁。就檢查台下 X-射線管而設的 X-射線束限制裝置應盡量放近檢查台或承架尾後。

# 附錄 A

## 輻射警告標牌



## 附錄 B

### B1 本地 X-射線室規則 – 只限放射攝影

1. 進行照射前關上 X-射線室房門
2. 切勿將 X-射線束射向房間窗戶或射向控制台或暗室牆
3. 進行放射攝影期間，所有人員必須站於防護控制台後，可透過含鉛玻璃窗觀察病人
4. 在適當情況下，病人必須使用生殖腺防護屏蔽，而射線範圍必須調校至足以作出臨床診斷的最小面積
5. 如須持著底片或扶持病人，盡可能以機械裝置代勞
6. X-射線室內倘有另一病人正在接受放射攝影，任何其他病人一律不應在該 X-射線室內等候或更衣
7. 凡被要求在進行照射期間協助病人或持著底片的人士均必須：
  - (i) 穿上防護裙板及手套，站在一旁並遠離 X-射線管，以免受到射線束直接照射
  - (ii) 於所提供的記事冊內記錄其姓名、照射日期、照射次數及所採用的放射技術

## B2 本地 X-射線室規則－放射攝影及 X-射線透視檢查法

1. 進行照射前關上 X-射線室房門
2. 切勿將 X-射線束射向房間窗戶或射向控制台或暗室牆
3. 進行放射攝影或 X-射線透視檢查法期間，所有人員必須站於防護間隔後，可透過含鉛玻璃窗觀察病人，或穿上防護裙板，如無特別需要，盡量與病人保持適當距離。為病人進行 X-射線透視檢查期間，必須穿戴防護手套
4. 常見的 X-射線透視檢查中，以 100 千伏計電流不得超出 4mA。如使用影像增強器，以 100 千伏計電流不得超出 1mA。檢查時間及射線範圍應控制於足以作出臨床診斷的最低水平
5. 在適當情況下，病人必須使用生殖腺防護屏蔽
6. 如須持著底片或扶持病人，盡可能以機械裝置代勞
7. X-射線室內倘有另一病人正在接受放射攝影，任何其他病人一律不應在該 X-射線室內等候或更衣
8. 凡被要求在進行照射期間協助病人或持著底片的人士均必須：
  - (i) 穿上防護裙板及手套，站在一旁並遠離 X-射線管，以免受到射線束直接照射
  - (ii) 於所提供的記事冊內記錄其姓名、照射日期、照射次數及所採用的放射技術

### B3 本地病房流動放射攝影規則

1. 除接受放射攝影的病人外，X-射線束不得直接輻照向任何人士
2. 進行放射攝影照射期間，所有人員必須盡可能遠離病人（最少距離 2 米）及穿上防護裙板
3. 在適當情況下，病人必須使用生殖腺防護屏蔽，並應以膜片或合適的直角錐體限制 X-射線束範圍，好讓病人所受到輻照不會多於診斷所需劑量
4. 凡被要求在進行照射期間協助病人或持著底片的人士均必須：
  - (i) 穿上防護裙板及手套，站在一旁並遠離 X-射線管，以免受到射線束直接照射
  - (ii) 於所提供的記事冊內記錄其姓名、照射日期、編號及所採用的放射技術



## 輻射健康系列

- 系列一 診斷放射學的輻射防護指引
- 系列二 安全處理放射性遞運貨品
- 系列三 減低由於使用磷-32 所產生的輻射危害的技術
- 系列四 牙科放射學的輻射防護指引
- 系列五 處理、貯存、包裝、運輸及棄置放射性廢料的守則
- 系列六 電離輻射
- 系列七 對於醫學、牙科及獸醫診斷用 X-射線設施的保護屏蔽設計指引
- 系列八 核濕度/密度測量儀的安全操作