

核子醫學儀器學

講師：俞長青 (造影組組長)

高雄榮總核醫部 / 104年優良放射師

高醫大醫研所碩士

義守大學資工所博士

慈惠醫專物治科, 樹人醫專兼任講師

NUCLEAR MEDICINE IMAGING-實習護照第7頁

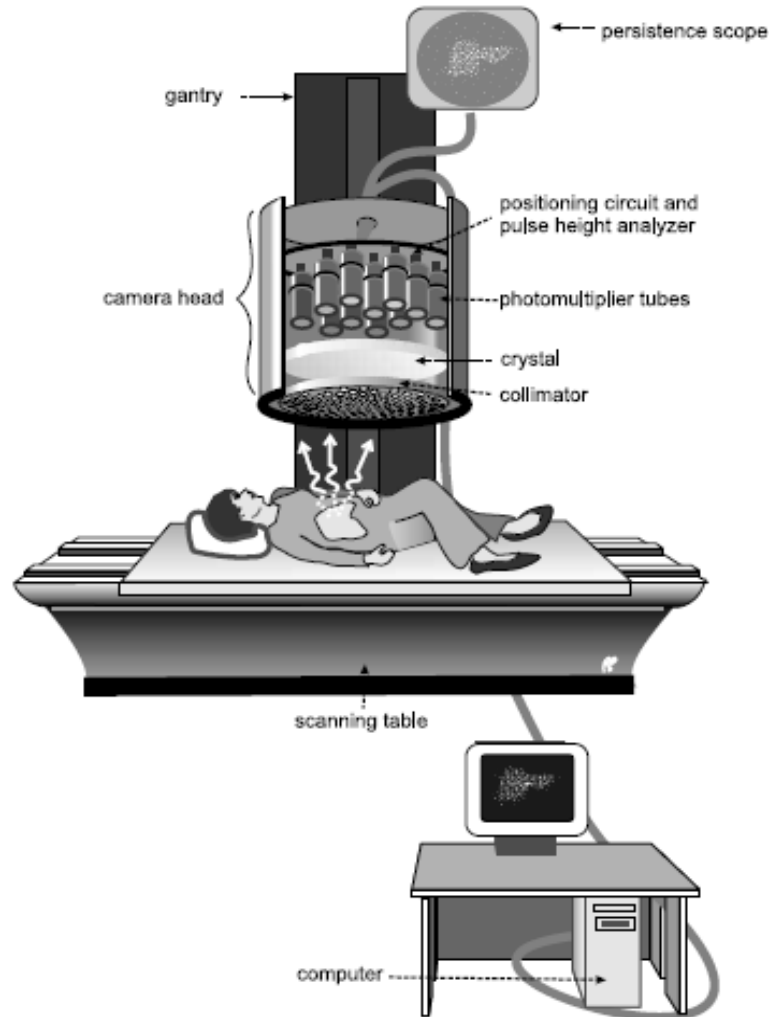


Figure 6-1 Components of a standard nuclear medicine imaging system.

閃爍造影機之組件

- **1.Collimator**
- **2.Detector(Crystal)**
- **3.Photo multiplier tube (PMT)**
- **4. Pre-amplifier , Amplifier**
- **5.Pulse height analyzer**
- **6.Analog-to digital converter**

圖片引自:Essential nuclear medicine physics

1. 準直儀 (collimator) 的種類

- 限制照影, 減少散射, 增加影像的解析度

(a) 依能量區分：可分為高能量、中能量、低能量。

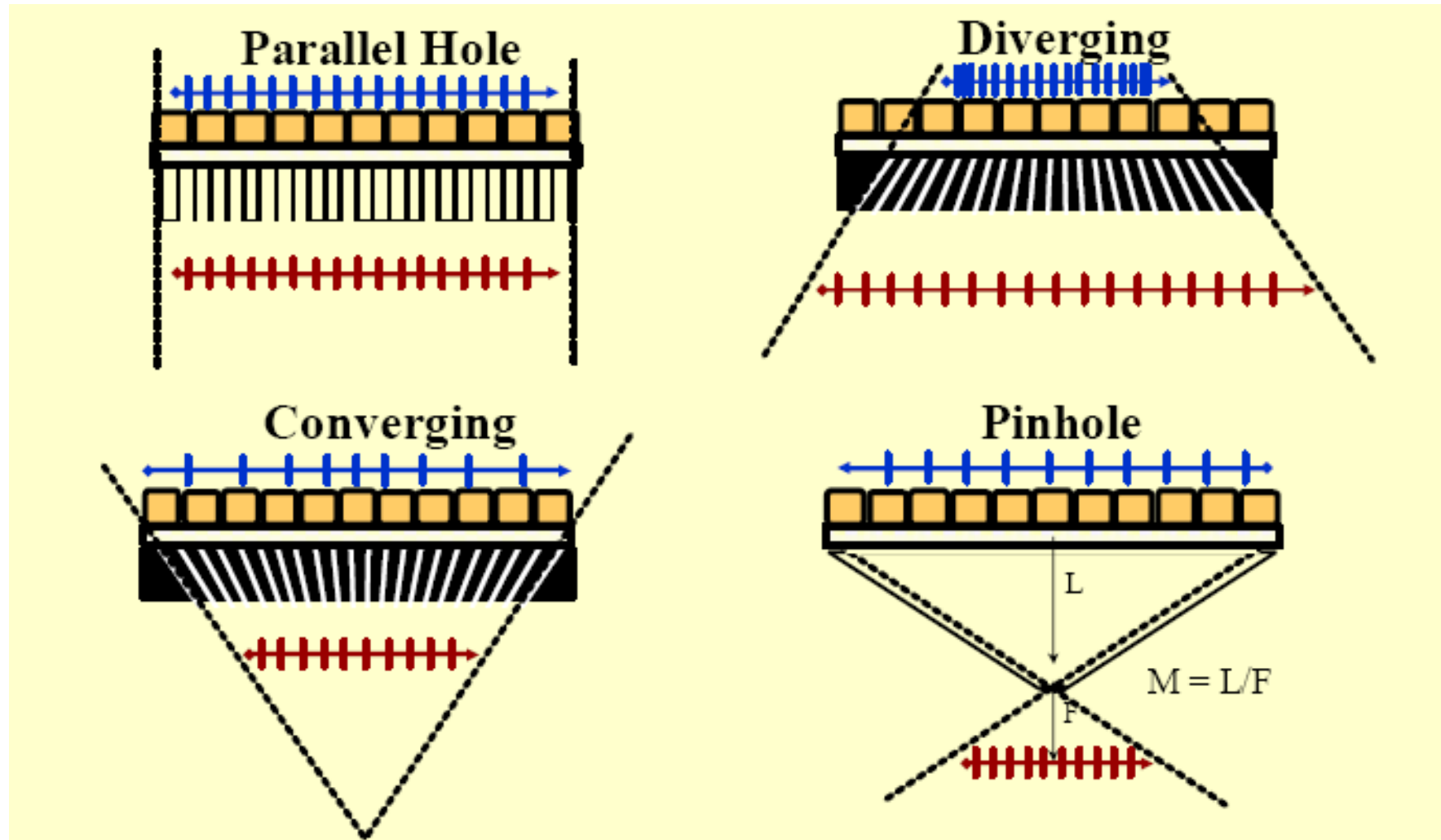
(b) 依功能區分：可分為高靈敏度、高解析度、全
般性。

(c) 依形狀區分：可分為平行孔、聚焦式 (Fan
Beam)、散焦式、針孔式。

Energy Rating of Available Collimator

Collimator type	Max. Energy Rating (keV)	Isotopes
Low Energy	140-200	^{99m}Tc , ^{201}Tl , ^{123}I ^{133}Xe
Medium Energy	300	^{67}Ga , ^{111}In
High Energy	360-500	^{131}I
Ultra-high Energy	511	Positron emitters

Collimator Types



2. Detector Crystal

閃爍晶體的種類與比較

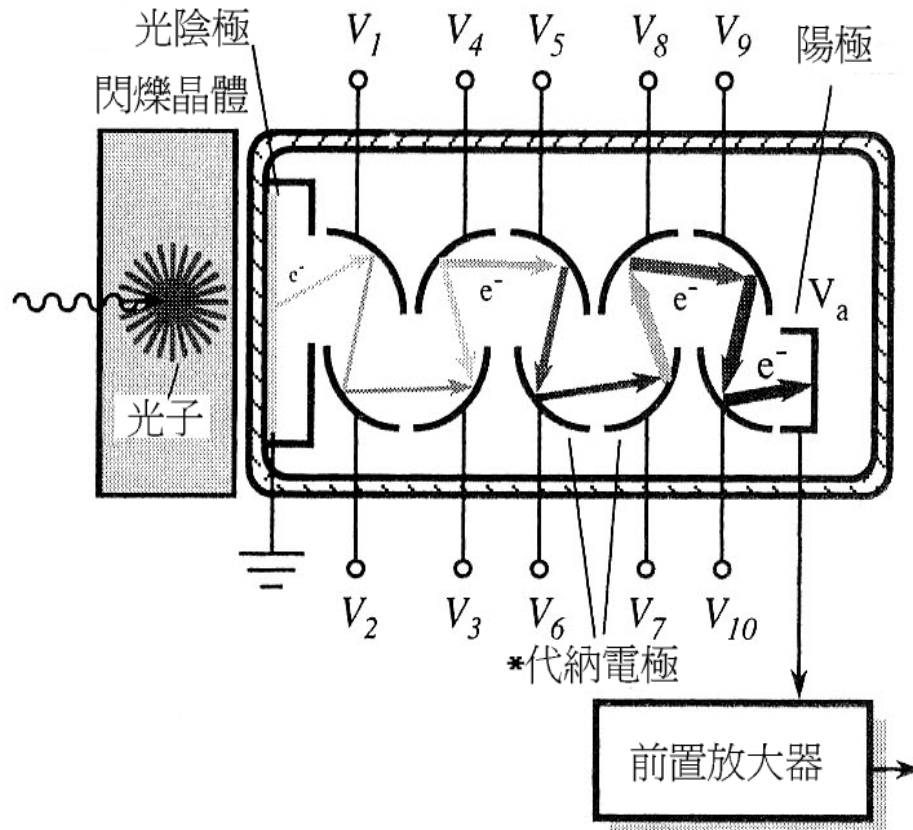
晶體	密度 (g/cm ³)	有效原 子序	潮解性	機械強 度	衰變 常數 (ns)	相對射 出強度	射出波長
LSO	7.4 ★	65	NO	是	40 ★	75 ★	420
BGO	7.13 ★	75 ★	NO	是	300	15	480
GSO	6.71	59	NO	易脆	60	30	430
Ba F ₂	4.88	50	NO	是	0.8 ★	12	220&310
NaI(Tl)	3.67	51	YES	易脆	230	100 ★	410

理想閃爍晶體的特性

晶體的特性	目的
高密度、高原子序	增加 γ 射線的偵測效率
短暫的衰變時間	能偵測更多的偶合事件
發光波長接近400 nm	使光電倍增管的敏感度達到最高
抗輻射的強度	晶體的穩定性(不易變質)
不潮解性	容易封裝
機械強度	容易製造較小的晶塊
經濟方面的考量	合理的價位

3. 光電倍增管

- 將光轉換成電的訊號



*代納電極 (dynode) = 強化場、倍增電極、電流增倍板、電子放大極板、電子增益極板...

閃爍造影機之組件

- 1. Collimator 準直儀：是用來濾除一些非平行入射的 γ -ray.
- 2. Crystal 碘化鈉晶體：作用則是與 γ -ray 作用產生可見光，供後端的 PM tube 轉換為電子訊號用的. Crystal 厚度增加可以增加吸收 γ -ray 的機率提高靈敏度；但會發生多重作用的機率減低解析度。
- 3. Photo multiplier tube (PMT)：光電倍增管是一種具有高靈敏度與超快響應時間的光探測元件，在一般典型的光電倍增管中，在其響應範圍最佳的近紅外光區到紫外光區，可以將只有數百個光子的光訊號轉換為有用的脈衝電流，進而利用此脈衝電流來做訊號的分析。
- 4. Pre-amplifier：將電流脈衝訊號加強。
Amplifier 增幅器(擴大器)：將前置訊號放大器所產生的脈衝訊號再度加強。
- 5. Pulse height analyzer 脈衝高度分析器：選擇適宜的脈衝訊號通過。
- 6. Analog-to digital converter：將電流脈衝訊號轉換成數位訊號

核子醫學

● 非密封放射性物質

放射性同位素	主要 γ 射線能量(Kev)	半衰期
Tc-99m	140 (90%)	6小時
Tl-201	69-83 (93%) , 167(9.4 %)	73小時
Ga-67	93(40%), 184(20%), 300(17%)	78小時
I-131	364 (81%)	8天
In-111	171 (90%), 245 (94%)	67小時
F-18	511	109分鐘

● 輻射偵檢器

γ -ray 入射時，camera 怎麼去知道閃爍晶體發光的正確位置在哪裡？

- 準直儀是用來濾除一些非平行入射的 γ -ray
- 碘化鈉晶體的作用則是與 γ -ray 作用產生可見光，供後端的 PM tube 轉換為電子訊號用的
- 利用 電阻矩陣電路來去分析自光電倍增管所傳來的訊號，同時藉著 脈衝高度分析器(Pulse height analyzer) 濾除一些因為 γ -ray 在體內前進受到阻礙喪失部分能量散射的部分，最後才輸出到顯示器上面。
- 深入一點來探討的話，訊號的定位方式就是當入射的 γ -ray 撞擊到 閃爍晶體發出可見光後，在背後的光電管便將其轉換為電子訊號，由於一個 γ -camera 有許多的 *PM tube*，因此一次的發光事件產生時，同時會被好幾根 *PM tube* 會接收到，離發光點越近的 *PM tube* 所收到的訊號會越強，越遠則越弱。

測驗題

- 1. Gallium tumor 掃描時，加馬攝影機採用下列那一種準直儀(collimator)最適合？(A)低能量(low energy)準直儀 (B)中能量(medium energy)準直儀 (C)高能量(high energy)準直儀 (D)針孔式(pin-hole)準直儀
- 2. 加馬攝影機的碘化鈉 (NaI) 晶體中，最常加入下列何種物質，以使其在室溫下，也可引發閃光反應 (scintillation effect) ？(A)鉍 (B)鉀 (C)鈣 (D)氟
- 3. 閃爍攝影機的NaI(Tl)晶體作用為：(A)引導伽瑪射線 (B)將伽瑪射線轉變成能量 (C)將伽瑪射線轉變成光線 (D)將伽瑪射線轉變成電子訊號
- 4. 加馬攝影機的光電倍增管的作用為何？(A)將放射線能量放大 (B)將放射線轉變成可見光 (C)將可見光轉變成電子脈衝 (D)將放射線轉變成電子脈衝
- 5. 做為核醫造影儀的閃爍晶體，以具有下列何種特性者較佳？
(A)較低的光子產生(light output) (B)衰變時間(decay time)較短 (C)較低的原子序(atomic number) (D)晶體透明度較差

測驗題-解答

- 1. B
- 2. A
- 3. C
- 4. C
- 5. B

The End

Thank you for attention !