

財團法人 中華民國輻射防護協會

輻射防護簡訊

第 162 期

出刊日期 110 年 4 月 15 日

本期內容

CONTENT

NCRP 新出版報告之研究議題簡介-

NCRP 178-" 對流行病學研究的推導器官劑量與其不確定度 "

1

美國國家輻射防護及量測委員會(National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP) · 是美國國會特許成立的機構；主要為尋求有系統地說明及推廣資訊、指引及輻射防護與度量。本文對其出版的 NCRP 178 號報告先扼要說明報告內容，爾後作者將再按其需求性進一步描述重點並分享。

氡知識介紹-人造氡浴(radon spa)

3

雖然有些研究顯示輻射激效的健康促進效益，但是輻防界大多持保留態度，目前並不鼓勵推展輻射激效的應用。本文作者從輻射知識推廣的角度以氡氣來介紹天然放射性的知識。

訓練班課程

6

公告本會各項訓練班開課時間

輻協新聞廣場

7

各項證照考試資訊、國內產官學界最新消息、以及近日全球輻防新聞

核醫檢查常用放射性同位素介紹

11

核醫造影檢查乃是將放射性同位素注入人體，由偵測器偵測訊號經電腦處理以獲得影像資訊的一種方式，技術是既安全又方便。其主旨在早期診斷疾病以期獲致早期治療之契機，其中對癌症診斷、分期及療效評估已獲肯定，它將更有效地監控疾病變化和治療反應。

常用核醫藥物與臨床應用介紹

13

核子醫學提供臨床診療包括：腦部、心臟、肺臟、肝膽、腸胃道、腎臟泌尿道、內分泌、骨關節系統等的功能檢查。而除了傳統核醫的造影，在評估心臟代謝或神經受體的新製劑以及正子電腦斷層檢查也在臨床醫療應用上，大幅提昇其重要性，本篇對常用的核醫藥物及其臨床應用作介紹。

NCRP 新出版報告之研究議題簡介- NCRP 178-”對流行病學研究的推 導器官劑量與其不確定度”

作者 施建樑

核能研究所副所長(退休)

前言

美國國家輻射防護及量測委員會 (National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP) 是一個受美國國會特許成立的機構；主要為尋求有系統地說明及廣泛散播資訊、指引及輻射防護與度量，這代表領導美國有關輻射防護與度量科學考量的一致性。本文將針對其新出版的 NCRP 178 號報告“對流行病學研究的推導器官劑量與其不確定度 (聚焦在美國一百萬作業人員與退伍軍人的低劑量輻射健康效應) (2018 年)”先做扼要說明其大致內容如下；爾後則將分別按其需求性進一步描述其重點並做發表。

本報告的目的為提供一般指引，給在推導流行病學研究的器官劑量與其相關不確定度；但聚焦在美國一百萬輻射作業人員與退伍軍人的低劑量輻射健康效應研究上 (One Million U.S. Workers and Veterans Study of Low-Dose radiation Health Effects, MWS) 並由 NCRP 負責協調。研究的對象包括國防原子部門退伍軍人、美國能源部輻射作業人員、核電廠輻射作業人員、醫用輻射作業人員及工業用輻射照相人員。對某一特定群

體來自體內外輻射源曝露的器官劑量，均加以推導。

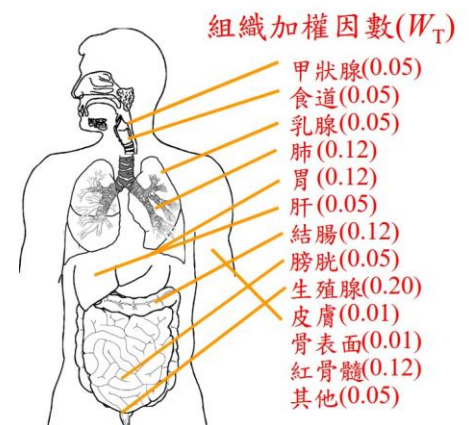
NCRP 178 報告有什麼新的？以及它為什麼重要？

以往建立對職業輻射作業人員的輻射防護指引，大部分是依據來自日本原子彈倖存者(約~51,250 位成年人)的風險估計。MWS 則是對早期美國輻射作業人員與退伍軍人逐年長期曝露的流行病學調查，它考量包含有健康、族群與生活型態等因子；故較在 1945 年二戰時期遭受曝露的日本原子彈倖存者(主要的曝露發生在小於 1 秒內)，較能代表美國輻射作業人員群體的曝露。再則，一般而言，日本原子彈倖存者群體的環境與健康，與西方群體相比的話是問題多多的；該群體是從核子爆炸下殘存下來的，他們住在受戰爭催殘的家園，並遭遇到營養不良、受剝奪、疾病感染及其他健康與心理社會等議題下。日本原子彈倖存者群體與在日本的受曝露環境，與較健康且可能發生在許多年期間曝露的西方作業人員群體，是無法相比的。而 MWS 總數是成年日本受研究群體的 10 倍，且有較多的個人累積紀錄劑量是大於 100 mSv 的。如此一來，MWS

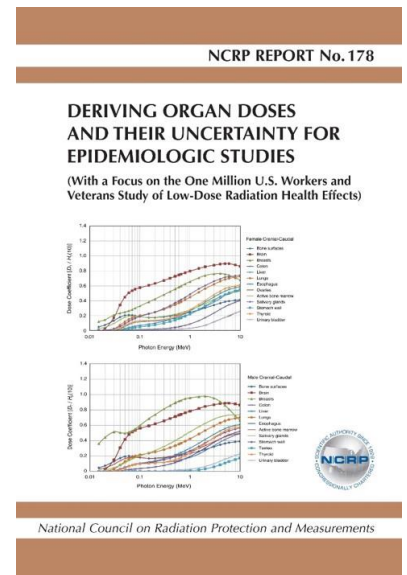
對發生在許多年期間的低曝露輻射風險與其相關不確定度的估計，具有改善的可能性。

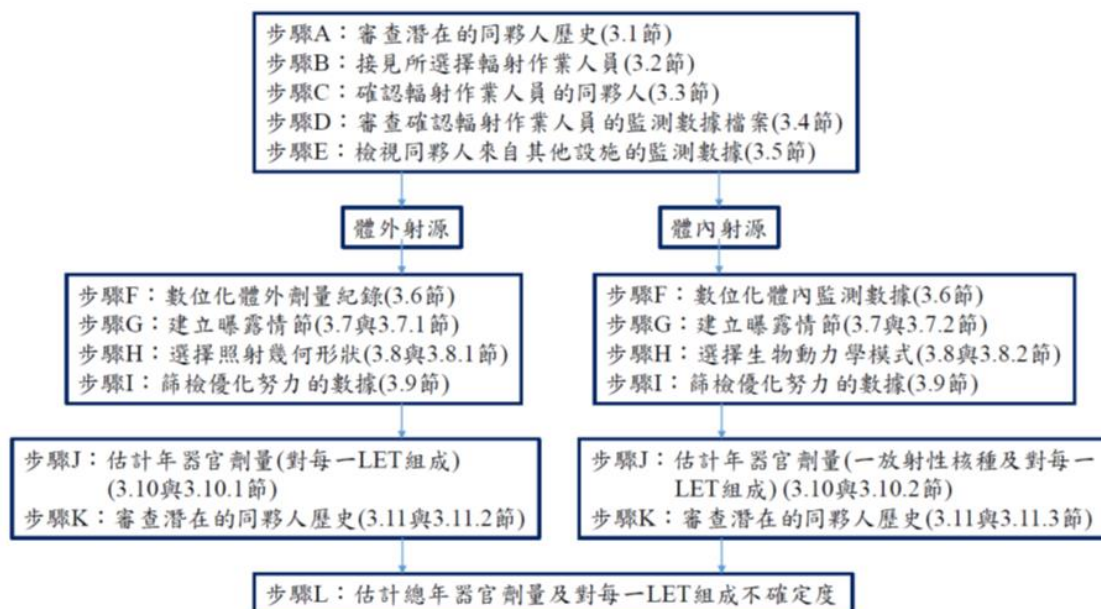
來自體外曝露器官劑量評估

- 估計來自體外照射器官劑量的基本程序，對所有研究群體是一樣的，並開始使用可應用到一個曝露情節的個人或環境度量數據。
- 由劑量計結果來推導器官劑量，對光子而言，相對地直接。對許多在 MWS 的研究群體，推導的靈敏度並非與光子能量或照射的幾何形狀十分相關。然而，在那些曝露在低光子能量的研究群體，則發現有例外。



圖一 人體組織器官與加權因數





圖三 輻射作業人員劑量重建計畫的基本步驟(引自 NCRP 178 圖 3.1)

來自體內曝露器官劑量評估

- 來自體內射源的器官劑量，能被以生物鑑定或其他生物技術來估計，但必須結合來自體外射源的器官劑量。
- 雖然對 MWS 許多研究群體的主要輻射曝露射源，是來自體外穿透輻射；一些研究群體具備有意義的放射性核種組合攝入，而需要註明特定評估技術。然而，對這些攝入的詳細劑量重建，可能會因某一放射性核種攝入低於一些篩選



圖二 人員劑量計

水平，而不具正當性(基於可考量的時間與努力)。

不確定度評估：

- 在劑量重建可獲得所有器官劑量的估計，當解釋流行病學調查結果時，應有限制且不確定度應被確認與考量。

關鍵點：

- 劑量計的目標是為了估計對器官或組織年吸收劑量，那是假設輻射引發癌症的源頭；
- 對不同研究群體調整劑量重建方法；
- 封閉劑量計與流行病學團隊間協調與交流的缺口，是成功的關鍵；
- 最適化的資源：確認與應用低於放棄詳細劑量計的一個決策劑量，將實質地減少不影響流行病學結果的工作；
- 獲得來自個人可能曾從事重要的其他設施的劑量。

NCRP 178 報告內描述的劑量重建程序，分成如下圖所示之基本程序；第 3 節的細節有詳述該程序中的每一步驟

(A-L)。本報告第 4 節，提供對目前包括在 MWS 研究群體的每一劑量重建程序應用之詳細描述。

高品質劑量計為達成這些目標的關鍵；本報告從過去 NCRP 報告及密切相關題目的評論，所擷取與構建的，包括有：

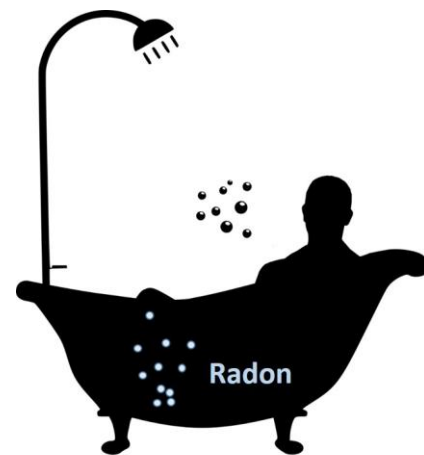
- NCRP 158 報告“體外輻射度量與劑量計的不確定度(2007 年)”；
- NCRP 163 報告“輻射劑量重建：準則與實踐(2009 年)”；
- NCRP 164 報告“體內輻射劑量評估的不確定度(2009 年)”；
- NCRP 171 報告“估計輻射風險及疾病因果關係機率的不確定度(2012 年)”；以及
- NCRP 27 報告評論“最近流行病學研究對線性無閾值模式與輻射防護的意涵(2018)”。

這份報告係由美國輻射作業人員與核武器試驗參與者輻射劑量評估的科學委員會 6-9 所準備。

氡知識介紹-人造氡浴(radon spa)

作者 陳清江

義守大學醫學影像暨放射科學系 兼任副教授



圖引用自Mohamed Hassan - Pixabay

前言

日本位於環太平洋地震帶西側，擁有眾多火山地熱區，全國約有 2 萬個溫泉設施。眾所皆知，日本人愛泡湯，有悠久的泡湯文化歷史，而近年來更結合天然放射性物質發展出與輻射激效相關的健康用品，人造氡浴(radon spa)與岩盤浴就是相當熱門的應用。

玉川溫泉

位於日本東北地區秋田縣仙北市的玉川溫泉，是全世界唯二出產北投石的溫泉，到此泡湯的遊客絡繹不絕。從風光明媚的田澤湖開車或坐巴士約 1 小時可

以到達玉川溫泉。為了療養去玉川溫泉的人非常多，不只是去泡湯，還有岩盤浴，喝溫泉水，在這裡度過悠閒時光。

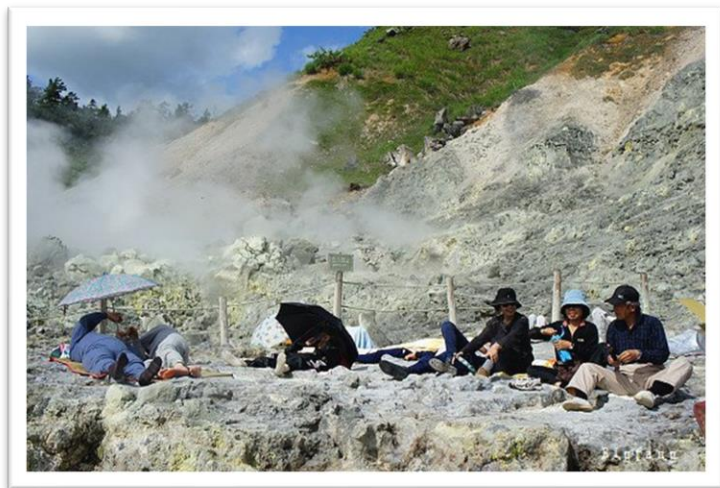
許多人去玉川溫泉不僅僅只是觀光而已，有許多是為了康復療養來到這裡做湯療的人。玉川溫泉地區有不少間讓湯療客人待 1 個禮拜甚至 1 個月左右，可以長期入住的溫泉設施。在玉川溫泉有天然岩盤浴場，在天然地熱上鋪上一條毛巾躺下，藉由地表溫度使身體溫暖。而且玉川溫泉不只可以泡還可以喝，據說光是用聞的吸取溫泉的蒸氣，都對健康很有幫助。玉川溫泉的溫泉水喝了可

以改善腸胃不適的問題，吸取蒸氣可以紓緩感冒、氣喘等症狀。像這樣不只有湯可以泡，還可以做岩盤浴、喝溫泉水，是玉川溫泉的特色。

岩盤浴

岩盤浴能促進血液循環，增加新陳代謝率。日本近年來因為健康風潮而興盛可將疲勞老化因子排出的「岩盤浴」，源起於日本的玉川溫泉，利用火山產生的地熱，讓全世界只有台灣北投及日本玉川有出產的『北投石』發熱，這種有如魔法的天然礦石，在日本大紅大紫，幾乎所有的溫泉設施、SPA、三溫暖等都紛紛引進「岩盤浴」，台灣也引進很多，大多在室內三溫暖浴場。

「岩盤浴」是一種躺在類似「北投石」天然礦石岩盤上的溫浴方法，和一般的三溫暖最大的不同是不使用蒸氣，且室溫較低約 40 度左右，溼度則保持在 60~70%，因此進入「岩盤浴」的浴室中不會有呼吸困難的感覺，對於不適應三溫暖的人也能很輕易地使用。北投石的另一特色是含有較高的天然放射核種-鐳，會釋放氡氣和阿伐、貝它與加馬射線。



圖一 日本東北地區秋田縣玉川溫泉的天然「岩盤浴」場

岩盤浴、三溫暖及溫泉有何不同呢？三溫暖和溫泉是藉由外部溫度提升來使身體流汗，由於溫度升高的速度較快，很容易造成血壓上升、心跳加速等不適狀況；而岩盤浴則是利用遠紅外線溫和地加熱身體，從內部溫熱，達到舒壓發汗的效果，汗水會由皮脂腺流出，號稱排毒效果比由汗腺流出更好。

神黑石

日本北海道原住民愛奴族稱『神黑石』為『夢幻的療癒之石』，數億年前生長在深海裏的矽藻類堆積於海底，經過地殼變動後隆起於北海道地表，不但含有多種天然礦物質，還有遠紅外線，及負離子釋放出來。配合特殊加熱，活化身體內部機能，提高自癒力，是天然健康的養生法。因此被美稱為『神黑石』，在日本延伸出運用於『岩盤浴』，也成為熱門健康話題。

神黑石宣稱的與健康有關特質為：

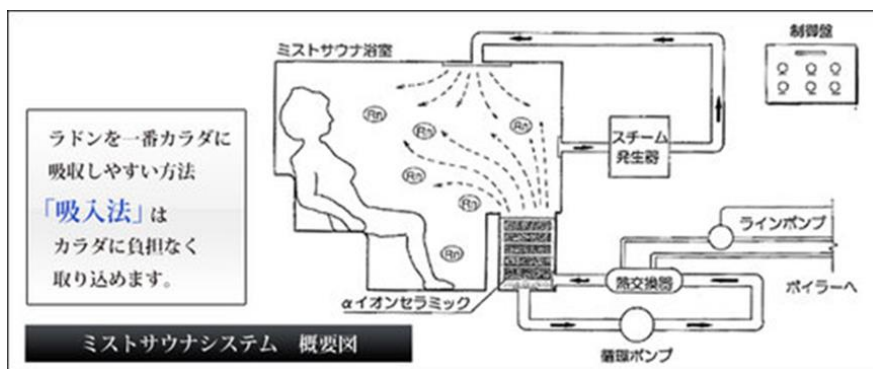
- 富含多種礦物質
- 可放射遠紅外線及負離子等能量
- 在常溫下遠紅外線放射率可達 90%
- 世界上僅有北海道之上ノ國町有出產此礦石
- 此礦石可利用於岩盤浴床、住宅建材及其他養生商品開發

因『神黑石』有此多方面特性，可以淨化水質、在建材、農業、水產業、製衣方面，目前正進行多方面的應用研究。此外，除了在溫泉旅館的岩盤浴中利用遠紅外線及負離子的效果，在溫泉中或三溫暖也可以活用在溫泉浴池中的牆壁、地板、或泉水出水口的脫臭、防菌、防霉等應用。

<https://www.youtube.com/watch?v=H0tewsYNoPs>



圖二 日本玉川溫泉區也有出產『北投石』，地質與台北的大屯火山群類似



圖三 放射性氡氣吸入器示意圖，使用含鈾 232 的礦石，產生氡 220

人造氡浴設備

日本前首相安倍晉三於 2007 年因健康問題第一次辭去首相職務，2013 年 2 月 15 日擔心其健康的聲音再從官邸傳出，因其官邸裝修附設「某種的健康設備」，據稱這健康設備就是放射性氡氣吸入器，安倍首相就在自宅使用該設備。

據設備販賣業者表示，吸入適量的氡氣可提升免疫力，對呼吸器官疾患、肝障害及糖尿病具有效果。不過這種設備原本是僅販賣給醫療設施用的專門儀器。

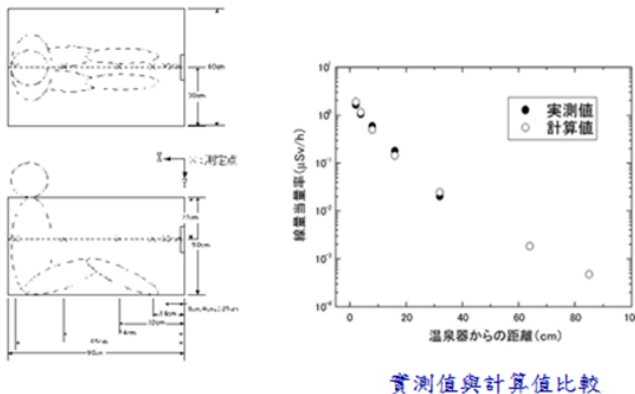
人工氡浴場所

在歐美的氡浴場以天然坑洞與廢棄礦場為主，在日本則模擬天然溫泉浴場的情

境，裝置於人工三溫暖浴場或住家中為主。

在日本的溫泉區常設有屋頂圍欄，設置在室外的露天風呂，露天風呂的魅力就是它那深具開放感的空間，特別是在溫泉地區的周邊常可以看到漂亮的景色，邊吹著微風邊泡湯，耳朵聽蟲鳴鳥叫和流水聲，眼睛看著樹木茂密的幽谷，令人心曠神怡，自然放鬆紓壓。有些溫泉還是面海的，或是抬頭就可以看到天空布滿星星，在這樣與大自然融為一體的地方，讓身心都能更放鬆而釋放壓力。但是要到達有天然溫泉的風景區，常常需要舟車勞頓一個小時以上，

家庭用氫溫泉器曝露評估實例



表一 一些含天然放射性物質的消費性產品

	製品	效能
1	Th 原石(或獨居石)	Th 溫泉浴
2	陶瓷類(氫 Rn 的產生)	氫溫泉、植物生育促進、制菌力效果、辛烷值提高、燃燒效率提高、一氧化碳與氮氧化物減少
3	稀土類礦物混紡纖維 (遠紅外線、負離子產生)	保溫效果、治療效果、除臭及抗菌效果
4	項鍊、手鐲(Rn, Th)	負離子產生

* 放射性物料管理法施行細則第 22 條「一定重量以下之核子原料」第 11 款「稀土金屬與其化合物、混合物、務及產品其含核子原料成分重量比在 0.25%以下者」相應的 235U 和 232Th 活度分別是 31 Bq/g 和 10.2 Bq/g。

放鬆身心，發展出結合芳療、美容、按摩與健身等服務的休閒場所，人工氫浴就是其中一項增值服務。

日本在 1980 年代就有將天然獨居石燒結成陶瓷，用於家庭三溫暖的浴室，用泵浦將空氣打入浴盆底部的氫產生器，作為輻射激效的應用。在營業用三溫暖的場所，則使用整桶的獨居石礦石作為氫產生器，用大型泵浦將空氣打入大眾泡泡池中，這就是人造的氫浴，本人在日本就見過這種氫浴三溫暖的廣告看板。台灣也有三溫暖的業者引進，後來因輻安問題被禁止使用。

此外還有許多利用天然礦石(多為含放

射性較高的獨居石)加工做成的號稱可保健的用品，例如健康杯、菸酒寶、遠紅外線護膝、護腕、護腰、內衣褲、項鍊、手鍊、能量石等，產品可謂五花八門。投入相關產品的研究開發可說不遺餘力，其基本的原則離不開輻射激效的應用。表一列出一些含有天然放射性物質的製品與消費性產品

氫浴有沒有醫療效果呢？

究竟氫浴有沒有醫療效果，目前還是沒有定論。輻射激效的理論很難證實，雖然有很多研究顯示輻射激效的健康促進效益，但是輻防界大多持保留態度，不鼓勵推展輻射激效的應用。雖然在歐洲歷史悠久的溫泉療法

經臨床研究對某些慢性病的確有療效，但是氫氣究竟扮演什麼角色仍是不確定。

基於輻射防護的原則，氫浴場的輻射工作人員已經有導入劑量約束的觀念，但是對於偶而來訪的病人和訪客，多半沒有嚴謹的劑量約束觀念，在歐洲有些天然洞穴療法的業者不再強調氫浴的療效，而主打溫泉好處。但在日本則是宣揚少量天然輻射的好處，氫浴設施不但取得厚生省的許可用於復健醫療，還深入家庭的應用。但是日本所用的人造氫浴設施都是使用天然礦石，其輻射劑量經評估結果都很低，所以沒有管制上的必要。



訓練班課程(110 年度)

放射性物質或可發生游離
輻射設備操作人員研習班

輻射防護專業人員訓練班：
輻防員(108 小時) / 輻防師
(144 小時)

輻射防護繼續教育訓練班
(3/6 小時)

A 組 36 小時-許可類

Ao1 高雄 文化大學推廣部

2 月 18 日 ~ 2 月 25 日

Ao2 新竹 帝國經貿大樓

1 月 26 日 ~ 2 月 2 日

B 組 18 小時-登記類

Bo1 台北 建國大樓

1 月 06 日 ~ 1 月 08 日

(取消)

Bo2 高雄 文化大學推廣部

1 月 20 日 ~ 1 月 22 日

Bo3 新竹 帝國經貿大樓

2 月 3 日 ~ 2 月 5 日

Bo4 台北 建國大樓

3 月 10 日 ~ 3 月 12 日

Bo5 台中 文化大學推廣部

3 月 17 日 ~ 3 月 19 日

Bo6 高雄 文化大學推廣部

3 月 24 日 ~ 3 月 26 日

Bo7 新竹 帝國經貿大樓

4 月 14 日 ~ 4 月 16 日

員 37 期

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

6 月 28 日 ~ 7 月 2 日

第二階段

7 月 5 日 ~ 9 日

第三階段

7 月 19 日 ~ 23 日

第四階段

7 月 26 日 ~ 29 日

高雄 科學工藝博物館南館

2 月 25 日 (上午&下午)

台北 建國大樓

3 月 4 日 (上午&下午)

新竹 清華大學

3 月 9 日 (上午&下午)

台中 文化大學推廣部

3 月 23 日 (上午&下午)

鋼鐵建材輻射偵檢人員 訓練班

鋼 1 高雄 文化大學推廣部

4 月 20 日 ~ 4 月 21 日

鋼 2 新竹 帝國經貿大樓

4 月 28 日 ~ 4 月 29 日

上課地點

台北

建國大樓：台北市館前路
28 號

新竹

帝國經貿大樓：新竹市光復
路二段 295 號 20 樓
經濟部專研中心：新竹市光
復路二段 3 號

台中

文化大學推廣部：台中市西
屯區台灣大道三段 658 號

高雄

國立科學工藝博物館-南館：
高雄市三民區九如一路
797 號
文化大學推廣部高雄教育
中心：高雄市前金區中正
四路 215 號 3 樓

課程安排問題，請聯絡本會，電話 (03) 572-2224

分機 313 李貞君 (繼續教育)；

314 林珣汶 (專業人員)；

315 邱靜宜 (鋼鐵建材、放射性物質與游離輻射設備)



輻防新聞廣場

最新證照考試日期與榜單

- ➔ 行政院原子能委員會公布 110 年第 1 次輻射防護專業測驗與輻射安全證書測驗公告及簡章。

[訊息連結](#)

「110 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「操作人員輻射安全證書測驗」，定於 110 年 5 月 2 日舉行，報名日期為 110 年 2 月 1 日至 2 月 26 日」已公布於本會網站，請點選下方(相關連結)詳閱簡章。

附檔下載

- [相關連結](#)

(發布日期 110 年 1 月 8 日)

國內新聞

- ➔ 中時新聞網報導「臺大癌醫旗下「輻射科學暨質子治療中心」預訂今年底完竣」。 [訊息連結](#)

永齡健康基金會創辦人郭台銘捐贈「臺大癌醫」旗下的「輻射科學暨質子治療中心」，預訂於明(20)日吉時舉行質子治療設備主要零件迴旋加速器的吊裝典禮，工程預定於今年底完竣，屆時將為全球醫學科技寫下新頁。

台大癌醫中心旗下的「輻射科學暨質子治療中心」所屬的質子治療設備主要零件迴旋加速器即將於 20 日舉行吊裝典禮，以表慎重，典禮還特別挑選在吉時舉行。

由於這套治療設備配備了三間治療室，同時透過三維建築圖來設計「臺大癌醫輻射科學暨質子治療中心」建物，工程相當浩大，據估工期須俟今年底才會完竣，屆時輻射科學暨質子治療中心將成為全球首家同時擁有 360 度旋轉質子治療、光子治療以及全球首創具有自屏蔽功能的 ZAP 等三種放射治療設備的醫院，輻射科學暨質子治療中心的落成，將讓腫瘤放射治療邁向多元精準，同時也為全球醫學科技樹立標竿。

記者會預訂於 20 日上午 10 時 50 分舉行，與會人士包括臺大癌醫院長楊志新、臺灣大學校長管中閔、衛福部常務次長石崇良、食藥署署長吳秀梅、健保署署長李伯璋、臺北市衛生局局長黃世傑、臺大醫學院院長倪衍玄、臺大醫院院長吳明賢、臺大癌醫榮譽院長鄭安理、臺灣大學副校長張上淳，此外，Dow Wilson 執行長瓦里安也將預錄影片，以表祝賀，另永齡基金會創辦人郭台銘也會蒞場致詞。(發布日期 110 年 2 月 19 日)

- ➔ TechNews 報導「311 日本福島核災十週年，900 噸輻射廢棄物待清理」。 [訊息連結](#)

311 日本大地震與福島第一核電廠事故已 10 年，當時強烈地震與海嘯摧毀核電廠，重創環境與社會，至今仍未平息，雖然這十年來致力排除殘留核燃料與污染水，但仍有 85% 特別除污地區仍未進行清除工作，後續還要提取 900 噸與高放射性碎片混合的熔融燃料，距離完全除役，還要 30~40 年。

2011年3月11日日本東北近海發生規模9.0地震，強震引發的海嘯造成福島第一核電廠冷卻系統停止運作，6座反應爐有3座爐心熔毀。事故發生後幾年間，日本政府和東京電力公司(Tepco)也持續處理核廢料與污染水排除作業。

在蓋格計數器(Geiger counter)偶爾發出「嗶嗶」聲的環境中，目前每天有5千人在福島第一核電廠工作。雖然十年間已經反應爐周邊環境大致清理完畢，已用重型起重機將燃料棒移走，也打造全新的混凝土防波堤以防海嘯，但後續還有許多挑戰，尚有900噸與高放射性碎片混合的熔融燃料待處理。

原先日本打算透過英國特製的機械手臂來處理用過的乏燃料棒，然而遇上COVID-19疫情，移除作業推遲一年，預計要等到2022年才能開始，粗估第一核電廠完全除役還要需30~40年，順利的話。

綠色和平東亞分部日前根據政府公開資料指出，在範圍達840平方公里的特別除污地區(SDA)內，僅15%區域完成清除輻射，85%面積沒有啟動清除工作，且福島輻射除污未進入森林地帶，日本政府更宣稱放射性銫-90(Sr-90)已受控制，團體卻在福島松樹針葉驗出。

2月日本東北再遇規模7.3強震，造成反應爐的冷卻水位一度下降，引起關切。至今核電廠內場仍有大量反應爐冷卻水及受核輻射污染的地下水，主要是透過2018年完工深入地下30公尺、長達1.5公里「冰牆」，避免污染水外洩，只是下雨等天氣與其他冷卻因素，污染水仍不斷增加，2020年平均每天就增加140立方公尺輻射污水，預計2022年夏季將會面臨污水槽空間不足問題。

福島核災重傷環境與社會，同時日本核工業也停擺。2011年3月之前還有54座核反應爐運作，核能發電占比高達三成，現在只剩9座營運，20多座即將退役，根據政府資料，2019年核能發電占比已降至6.2%。縱使日本2030年中期規劃，設下核能發電占比20%~22%目標，但有鑑於災後機組重啟並不順利、核安全發規趨嚴，以及社會反核聲浪，已被專家認為不可行。

2020年初，日本通訊社共同社則計算指出，若所有核電廠退役，成本高達1,290億美元，不過並未涵蓋福島第一電廠除役費用與清理作業成本。

(發布日期110年3月10日)

➡ TechNews報導「燃料池容量將滿，核二廠1號提前至6月除役」。 [訊息連結](#)

近年台灣能源轉型政策，以減煤、增氣及發展綠能為目標，同時積極推動核電除役，台電表示，核二廠1號機運轉執照將於2021年底屆期，除將如期除役之外，由於用過燃料池貯存容量不足，經評估預計運轉至今年6月並提前停機。

台電說明，核二廠1、2號機用過燃料池已滿，卻因核廢料貯存場址難尋、無法取出，因此無法供兩部機運轉40年役期使用，目前因應1號機反應爐內核燃料能量不足，台電自2021年2月起，仿效國外電廠作法，採取逐漸減低功率的方式以繼續運轉，預計每日減少發電量約0.2至0.3%，評估1號機可運轉至今年6月，2號機經評估則可運轉至執照屆期2023年3月。

不過1號機執照屆期後，反應爐內仍有用過核燃料，台電表示，相關系統均在安全運作，可確保反應爐內及用過燃料池在安全無虞狀態。

核二廠1號機預計於今年6月提前停機，屆時將減少供電能力98.5萬瓩，今年粗估用電量又會再增加50萬瓩，不過今年民營嘉惠電廠二期燃氣機組上半年將加入供電行列，挹注50萬瓩供電能力，再加上三座離岸風場、太陽能等再生能

源陸續建置，台電表示，將持續從需求面強化管理，預估仍可達成穩定供電目標。

台電說明，核一廠已於 2018 年進入除役階段，室外乾貯設施已興建完成，惟因新北市政府未核發水保完工證明，致乾貯設施迄今無法使用，台電將持續溝通，讓除役工作妥適展開。另外，台電也規劃並陸續推動核二廠除役準備作業，除設計畫已於 2020 年 10 月通過原能會審查，待環評作業通過後，取得原能會核發之除役許可，即可正式執行除役作業。

至於原先預計在 2020 年外運的核四燃料棒進度，台電董事長楊偉甫在上月新春團拜證實，由於 COVID-19 疫情衝擊全球的船運，船期、運輸材料與箱體調度也需要國際專業團隊協助，故核四燃料棒仍有一小批在國內，預計今年第 1 季全數運出。

(發布日期 110 年 3 月 10 日)

- ➔ 日經中文網報導「聯合國報告：福島核輻射對健康影響很小」。

[訊息連結](#)

聯合國原子輻射效應科學委員會 (UNSCEAR) 3 月 9 日發佈了分析東日本大地震造成的東京電力福島第 1 核電站事故影響的 2020 年版報告。該報告得出的結論是，福島核輻射對健康造成直接影響的可能性很小。同時指出，核輻射並不是兒童甲狀腺癌增加的原因。

該委員會驗證了論文和調查結果，並總結了核輻射對人體健康造成影響的科學依據。此次根據比上次編制 2013 年版報告時更多的數據進行了分析。

據報告推算，離開核電站周邊地區避難的居民在事故發生 1 年後的實際輻射劑量來看，成人最大為 5.5 毫西弗，1 歲幼兒最大為 7.8 毫西弗。一般認為，小於 100 毫西弗的輻射劑量不會對健康造成明顯傷害。

關於核輻射與甲狀腺癌的關係，報告強調稱，包括兒童和胎兒在內，各個年齡段的甲狀腺癌發病率都不會因為受到核輻射而增加。同時解釋稱，診斷案例之所以增加，只是因為通過高精度篩查，「查明了以前沒有檢測出來的甲狀腺功能異常患病率」。福島縣對縣內所有兒童實施了甲狀腺檢測，其中一部分被診斷為癌症或疑似癌症。(發布日期 110 年 3 月 10 日)

- ➔ 中央通訊社報導「歐盟科學諮詢機構：核電符合綠能投資」。

[訊息連結](#)

路透社取得的文件顯示，負責為歐盟評估核電應否列為綠色投資的專家小組已開綠燈，認定核能符合「永續」標準。

路透社指出，歐盟執委會打算敲定「永續經濟活動分類」(EU taxonomy for sustainable activities)，這項分類會根據是否符合嚴格的環境標準，決定何種經濟活動可在歐盟歸類為永續投資。

歐盟專家顧問群去年對核能是否算綠能存在分歧，認為核能雖在造成暖化的二氧化碳排放極低，但核廢料處理對環境衝擊需要更多分析。

歐盟旗下的科學專家機構「聯合研究中心」(Joint Research Centre, JRC) 就相關議題提出報告，JRC 訂本週發布。根據路透社取得的 JRC 報告草稿，專家小組認定核能符合綠能。

報告內容寫道：「關於核電會比其他發電方式更有害人體或環境的說法，經分析後並無任何科學佐證。」

報告指出，將核廢料儲存於深層的地質結構應屬「適宜與安全」，還援引法國、芬蘭等國在發展核廢儲存場具有領先地位為例。

JRC 的報告將先由兩個歐盟專家委員會審查 3 個月，再交歐盟執委會最後定奪。
(發布日期 110 年 3 月 29 日)

➔ 經濟日報報導「日本擬排福島核廢水入海 台灣環團聯合聲明反對」。 [訊息連結](#)

日本政府宣布，2 年後會將福島核廢水稀釋排入海中。台灣廢核團體發表聯合聲明，認為日本不應因成本考量，將鄰近國家的環境生態、海洋漁業與人民健康置於輻射污染的威脅之中。

日本政府今天針對福島第一核電廠在 311 核災後持續產生的含氚核廢水，召開相關部會閣員會議，正式決定福島核廢水將在稀釋後排入海中，目標是 2 年後開始排放。

全國廢核行動平台今天發表聲明，嚴正反對日本將輻射污水排放至海洋，使輻射物質進入到生態圈，造成輻射污染風險，更不應因成本考量，將鄰近國家的環境生態、海洋漁業與人民健康置於輻射污染的威脅之中。

日本民間團體建議可用其他方式如透過大型水槽的陸地儲存與透過砂漿固化的儲存，以及增加儲存區土地等提案，但日本政府卻在對這些提案沒有進行充分討論下，選擇直接放流至海洋的作法。

廢核平台提到，日本政府和東京電力公司曾表示核電廠區內仍有總量 1200 兆貝克的氚，這意味著將來可能會釋放出更多受污染的水，排放至海中透過魚貝類而對人體產生不良影響。

廢核平台指出，跨國發起的「福島核災將屆 10 週年，反對輻射污水排入海洋，終結核電」連署已有 24 個國家、311 個團體共同聯名，台灣也有近 40 個團體加入連署表達反對。

國際綠色和平執行總監珍妮佛·摩根 (JenniferMorgan) 表示，21 世紀的海洋正面臨諸多威脅與挑戰，日本政府決定把核污水排入太平洋不僅是暴行，更違反聯合國海洋法公約 (UNCLOS)，未來的幾個月內將受到強烈抵制。

綠色和平東亞分部氣候與能源專案主任鈴木 (Kazue Suzuki) 批評，日本政府再次罔顧日本人民安全，不僅低估輻射污染的風險，且忽視其他儲存核污水的空間及降低輻射的技術，以最便宜行事的方式將核污水倒入太平洋。

綠色和平提到，聯合國人權特別報告員在 2020 年 6 月及今年 3 月兩次警告日本政府，核污水排入海洋將侵犯日本公民、韓國及台灣等鄰近區域人權，並呼籲日本政府相關排放決定應留待武漢肺炎危機結束，且經足夠的國際諮詢後再行決定。

然而，日本政府今天宣布核廢污水將排入海中，綠色和平對此嚴正譴責，此舉已傷害日本及鄰近地區的人權，日本政府也違反國際公約，極可能遭到抵制。

(發布日期 110 年 4 月 13 日)

核醫檢查常用 放射性同位素介紹

作者 俞長青

高雄榮民總醫院核子醫學科組長



第一次被告知需要接受核醫造影檢查時，多數人的開始反應是：什麼是核醫造影？而且當知道與放射性元素有關總讓有些人難免緊張。核醫造影檢查簡單的說乃是將放射性同位素注入人體(方式有靜脈注射或口服)後，由偵測器偵測訊號再經電腦處理以獲得影像資訊的一種檢查，目前技術是既安全又方便，受檢者其實不需擔心，只需預留充分的時間前往受檢即可。

核醫學史-從放射性藥物治療開始

1935 年，約翰·勞倫斯 (John Lawrence, 1904-1991) 前往美國加州柏克萊 (Berkeley) 進行研究，他對一些患有白血病的小鼠注射了以迴旋加速器產生的放射性磷。數小時後他發現老鼠的狀況有所改善。約翰勞倫斯還擔心他的同事受到大量輻射會危害健康，因此，他將其中一隻老鼠放在迴旋加速器內，附近有被 α 粒子撞擊的鈹樣品。約翰的弟弟歐內斯特被告知要以低劑量曝露小鼠

大約一分鐘，再關閉迴旋加速器。幾個小時後發現那隻老鼠死了，這使實驗室的人感到十分恐懼，因此增加迴旋加速器周圍的屏蔽，不過後來確定這隻老鼠是死於窒息而不是輻射曝露。

約翰·勞倫斯於 1937 年移居柏克萊，在那裡他用放射性同位素對人類疾病進行了首次治療。約翰勞倫斯的母親後來被診斷出子宮癌，並被告知只剩幾個月生命，她兩個兒子設法將她送往專門醫院接受放射治療。治療結果相當成功，他們的母親又生活了 15 年。

第一次成功的放射性同位素治療發生在 1939 年，當時以磷 32 用於治療真性紅細胞增多症，這是一種紅細胞過多的血液疾病。不過核子醫學檢查第一個重大成就是在 1946 年，在使用碘 131 治療甲狀腺癌的同時，並發現使用碘 131 也是診斷甲狀腺的非常有用的工具，這種新的器官成像方法標誌了醫學史上一個新時代的開始。

約翰·勞倫斯於 1970 年退休，後來因其“在核醫學領域的開拓性工作和持續的領導地位”而於 1983 年獲得了費米獎。在其退休後的時代，核醫學的進步仍在繼續，在 1970 年代，可以拍攝包括肝臟，脾臟和腦腫瘤位置在內的人體大多數器官的圖像。在 1980 年代，該

技術已經發展到使用高精度相機診斷心臟病的技術。如今，涉及放射性同位素的 100 多種程序可用於多種不同狀況的診斷和治療。

我國核醫檢查常用放射性同位素

目前國內核子醫學部門提供的臨床診療項目包括：腦部、心臟、肺臟、肝膽、腸胃道、腎臟泌尿道、內分泌、骨關節系統等的功能檢查。由於疾病發生過程中生化性功能變化比解剖性結構變化更早出現，因此核醫檢查的主旨即在早期診斷疾病以期獲致早期治療之契機。當然，人體疾病變化可能極為複雜，此時配合相關理學或實驗室檢查來獲得完整資料以期有效掌握病況是必須的。

除在傳統核醫如結合功能與解剖方式的造影儀，評估心臟代謝或神經受體的新製劑等，近年迭有進展外，核醫正子電腦斷層檢查也應用在臨床病人上，其中對癌症診斷、分期及療效評估已獲肯定，對神經精神異常、心智變化及心臟功能的評估則逐步落實在病人臨床應用上，在美國除多項癌症項目已獲健保可給付外，包含癲癇發作、心肌缺氧等項目予以給付，及目前最熱門的基因治療也因為可以藉由正子斷層影像反應其表現程度而大大提昇其在主流醫學的重要性。



圖 1 核醫藥物之父
約翰·勞倫斯

表一 核醫常用放射性同位素

放射性同位素	主要 γ 射線能量 Kev (γ 轉換機率)	半化期
Tc-99m (鎝-99m)	140 (90%)	6 小時
Tl-201 (鉍-201)	69-83 (93%), 167(9.4 %)	73 小時
Ga-67 (稼-67)	93(40%), 184(20%), 300(17%)	78 小時
I-131 (碘-131)	364 (81%)	8 天

為何核醫造影需要預留充分的時間呢？以最常見的骨骼造影為例，藥物需經 2-3 小時方能被骨骼有效的吸收，軟組織亦適當地將其清除，此時造影有最佳的影像品質。另外，心肌灌注掃描時需有兩次造影來做比較，第一次造影為壓力相，造影前受檢者藉由注射 PERSANTIN 藥物(一種血管擴張劑)或跑步來使心臟血管擴張，造影結束後需經 3 小時時間，使注入的核醫藥物經由再分布的過程進入心肌細胞，此時作第二次造影檢查，更能幫助核醫科醫師了解你心臟血管的情形。

核醫藥物使用的放射性同位素，具少量的輻射，大部份的核醫藥物為鎝-99m，鎝-99m 的半化期為 6 小時，藥物再經由人體的生理代謝反應會加速它的排泄，所以有效半化期比 6 小時短了許多，由此計算，藥物注入人體後 24

小時體內的放射活性只有原來的 5% 以下，所以您無須擔心輻射對身體造成傷害。核醫藥物與您接受電腦斷層掃描時所注射之藥物(如:顯影劑)不同，所以不會有過敏反應發生。檢查完畢後活動亦不受影響，但是為了加速體內核醫藥物之代謝，建議可適度增加飲水量。

核子醫學檢查的過程不具侵入性，而是先將微量的放射性藥物經由靜脈注射或口服的方式進入人體，藥物經血液循環進入器官，經過一段時間的生理生化反應後，再由閃爍攝影機從體外追蹤它的去處，來觀察評估各器官之功能及形態，從而幫助疾病之診斷及治療。對於許多病變，可提供極具價值的資訊，來決定治療的方法、療效的評估以及預測疾病的癒後。核醫檢查的範圍幾乎含括全身各器官，應用各種不同的腫瘤掃描來偵測腫瘤位置也是核子醫學主要用途

之一。核子醫學在癌症診斷之應用，主要應用在治療前腫瘤位置的偵測、區別良性或惡性腫瘤、診斷腫瘤是否復發以及遠處轉移的可能性。

隨著醫療科技的進步，核子醫學已由過去移動式線性掃描，進展到照相式閃爍造影及單光子斷層掃描，乃至於配置解剖功能之同步偵測造影和正子斷層造影，可說是醫學領域發展中的高科技學門，將製藥、儀器等新知以最快的速度導入醫學範疇並與時俱進，並持續將核子醫學推向更深入、更廣泛的分子影像醫學領域中，它將更有效地監控疾病變化和治療反應。所帶來的效益則是進一步提昇醫療水平，增加病患福祉，也可因減少不必要的資源浪費而減輕政府醫療財政負擔。

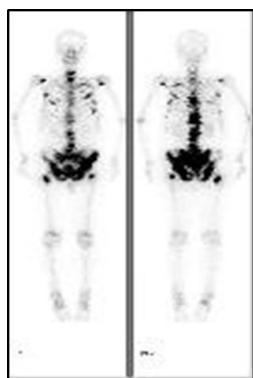
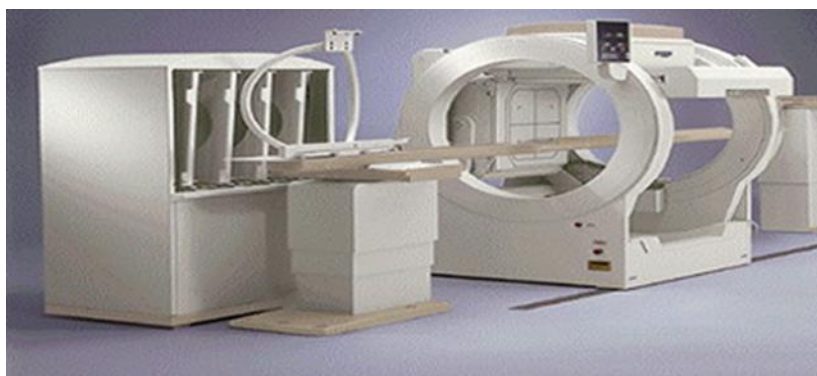


圖 2 全身骨癌轉移骨掃描影像

圖 3 γ -ray 攝影機

常用核醫藥物與臨床應用介紹

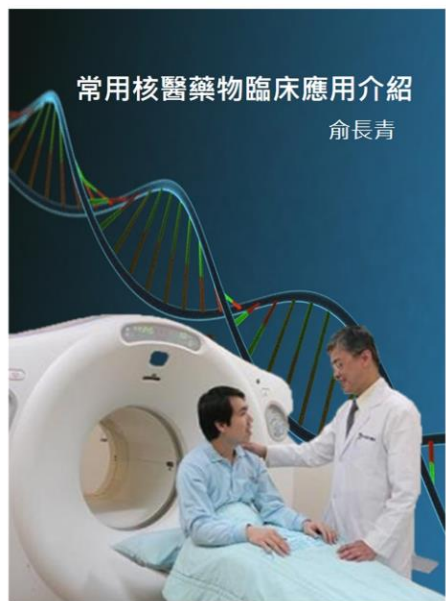
作者 俞長青

高雄榮民總醫院核子醫學科組長

目前國內核子醫學部門提供的臨床診療項目包括：腦部、心臟、肺臟、肝膽、腸胃道、腎臟泌尿道、內分泌、骨關節系統等的功能檢查。而除了在傳統核醫如結合功能與解剖方式的造影儀，評估心臟代謝或神經受體的新製劑等，近年迭有進展外，核醫正子電腦斷層檢查也在臨床病人的醫療應用上，大大提昇其在醫學上的重要性。在此針對常用的核醫核種如表一及其應用如表二，進一步敘述如下：(1) Tc-99m MDP(鎝-99m 甲

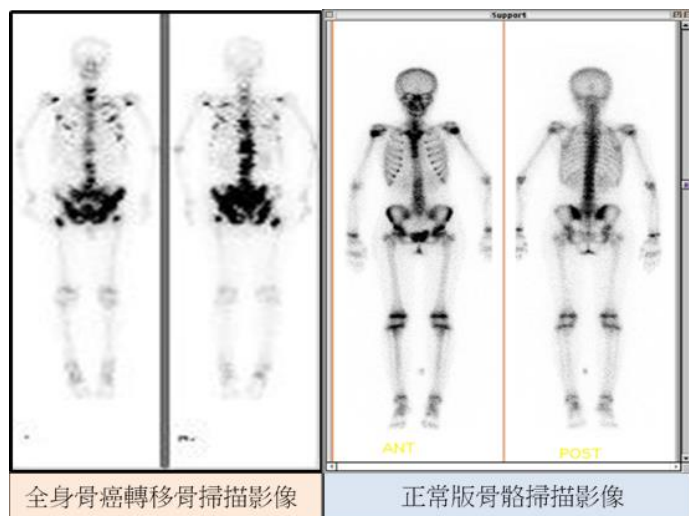
基雙磷酸)骨骼掃描：骨骼掃描在診斷追蹤癌症骨轉移上，是最常見的偵測利器如圖一，方法是將會發射伽瑪射線的鎝-99m 甲基雙磷酸 (Tc-99m MDP)，由靜脈注射進入人體後，吸附於骨骼內的礦物質，再藉伽瑪攝影機偵測人體所發射出的射線影像。病灶的骨質變化能敏感地測出，可及早診斷癌細胞有否產生骨骼轉移。

骨骼掃描主要用於癌細胞轉移至骨骼的偵測，其他良性骨骼病變如骨髓炎、骨

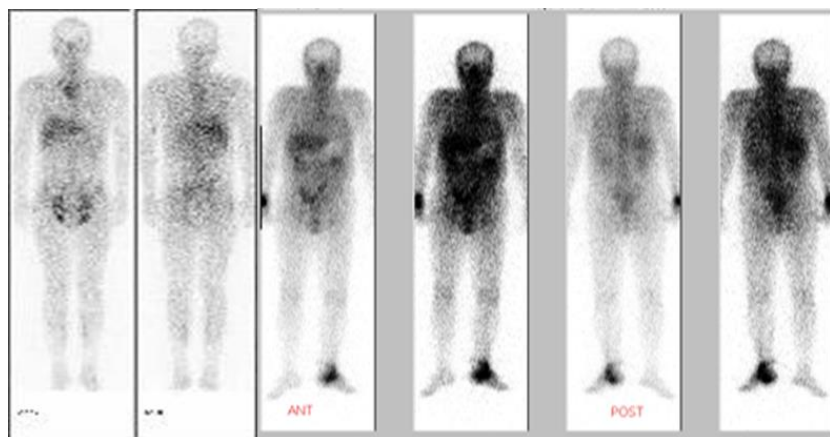


骼壞死、關節炎、骨折...等，亦可用骨骼掃描來診斷。過程上有注射骨骼掃描製劑->間隔 2.5~4 小時->進行全身掃描，時間約 30~60 分鐘(掃描過程中需平躺不動)->檢查結束。

(2) Ga-67(鎩-67)使用於腫瘤及發炎掃描：應用的範圍包括惡性淋巴瘤、肝臟腫瘤、黑色素瘤、肺癌、其他惡性腫瘤等如圖二。鎩 (Gallium) 離子與二價鐵 (Ferric) 離子相似，所以鎩進入人體後的運輸、攝取、儲存、代謝與二價鐵離子相似。鎩-67 進入人體後會與血液中的運鐵蛋白 (Transferrin) 結合成為鎩-運鐵蛋白 (Ga-Transferrin) 複合體。鎩-67 被腫瘤攝取的作用機轉仍不清楚，但多數的學者認為鎩-67 與腫瘤細胞膜上的運鐵蛋白元(transferrin-specific receptor) 受體作用後進入細胞內，再與細胞內的溶解體 (lysosomes) 結合，而停留於細胞內。除了與腫瘤細胞細胞膜上的運鐵蛋白接受器有關之外，血流灌注增加、微血管通透性擴張、組織間液增加、白血球聚積等紅腫熱痛的生理反應，也會造成 Ga-67 放射活性增強現象。



圖一 Tc-99m MDP 骨骼掃描



圖二 Ga-67(鎵-67)使用於腫瘤及發炎掃描

主要應用於腫瘤位置的偵測、區別良性或惡性腫瘤、診斷腫瘤是否復發。第一天注射鎵-67 同位素->第三天進行第一次全身掃描，約需 30~60 分鐘->視情況次日再進行第二次掃描，約需 30~60分鐘 -> 檢查結束。

(3) 心肌灌注掃描(Tc-99m-MIBI & TI-201 Myocardial perfusion scan) : Tc-99m-MIBI 和 TI-201 已廣泛運用在心臟血流灌注攝影如圖三、圖四；Tc-99m-MIBI 會隨血流分佈再進入到細胞的粒線體(mitochondria)中。癌細胞代謝速率快，粒線體密度高，因此會比正

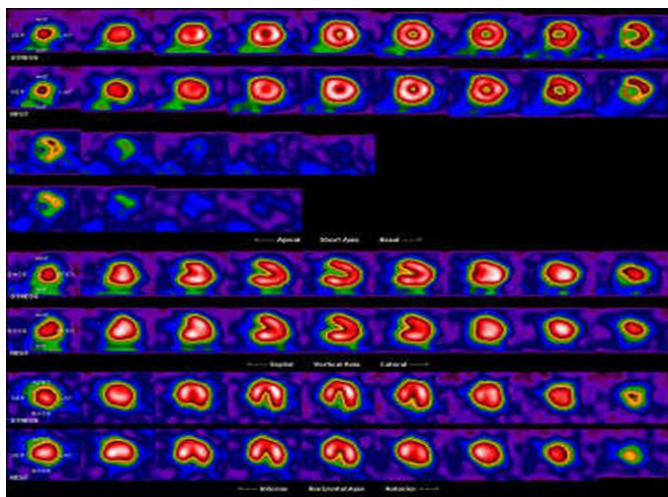
常組織攝取更高的 Tc-99m-MIBI。我們也利用 Tc-99m-MIBI 全身掃描來偵測腫瘤的可能病灶。

(4) I-131(碘-131):核醫造影除了用於診斷之外還可用於治療，最常見的為治療甲狀腺機能亢進與甲狀腺癌。甲狀腺癌病患經切除之後，再輔助碘-131(碘-131 也是一種放射性同位素，半衰期為 8 天)治療，通常有更好的效果。術後再定期追蹤碘-131 全身造影來偵測甲狀腺癌是否轉移更是評估預後之一大利器。由於甲狀腺細胞利用碘合成甲狀腺素，所以可以應用碘-131 (I-131) 進

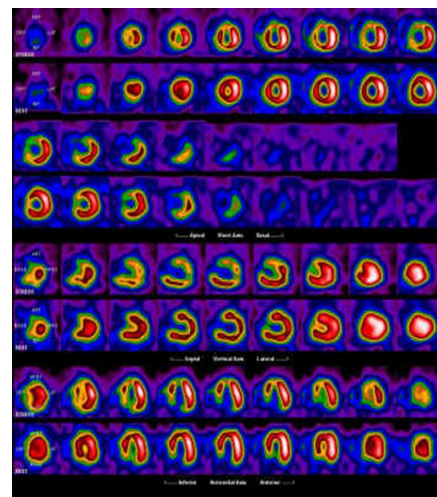
行甲狀腺攝影、甲狀腺癌轉移的診斷、治療。分化良好甲狀腺癌手術後 I-131 治療，是以高劑量的 I-131 來殺死殘留的或轉移部位的癌細胞。若是分化不良的甲狀腺癌，細胞不攝取碘，則可利用 TI-201 來進行追蹤。TI-201 類似鉀元素，會經由鈉離子幫浦進入細胞內，癌細胞膜上的鈉離子幫浦活性高，因此 TI-201 聚集就多。TI-201 也可以用作其他癌症的全身檢查。

(5) 單株抗體掃描:主要是以標幟同位素之特殊腫瘤抗體打入體內，由於抗體會尋找到目標腫瘤以及轉移病變，利用全身掃描即可發現腫瘤的蹤跡。目前已上市的單株抗體有針對大腸癌(anti-CEA)、肝癌 anti-AFP)、攝護腺癌 anti-PSA)等。另外核子醫學應用於測量癌細胞受體多寡、癌細胞抗藥性評估等方面，近來亦有顯著的進展，並已有相當好的臨床應用結果。

(6) 正子電腦斷層掃描(PET/CT, Positron Emission Tomography/Computed Tomography) : 正子電腦斷層掃描儀(PET/CT)是核子醫學對癌症的另一項新貢獻。



圖三 正常心肌灌注掃描影像。在三個互相垂直軸向的切面中，不論是壓力態或是靜態的影像均未顯示左心室的灌注缺損。

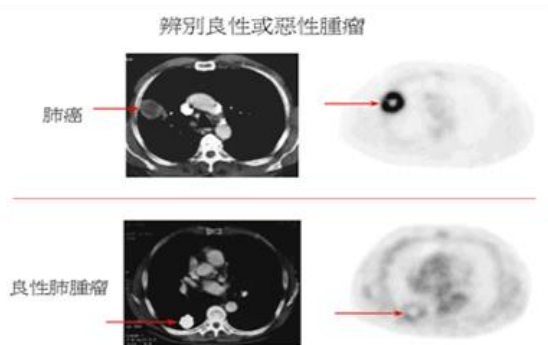


圖四 可逆性心肌灌注缺損。在壓力態影像中可見明顯的灌注缺損在左心室的前壁中隔、中隔及下壁中隔。而靜態影像中可見灌注缺損程度減少。

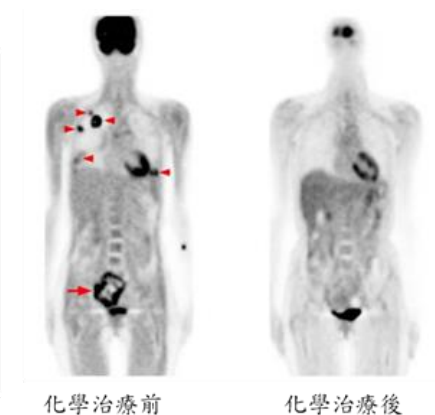


一般而言，人體正常細胞會吸收、利用葡萄糖，來維持細胞的功能。癌細胞會比正常細胞吸收、消耗更多的葡萄糖。如果我們用一種氟-18(^{18}F)標記的去氧葡萄糖注射到人體之後，由「正子電腦斷層掃描儀」(PET/CT)，檢查體內細胞吸收該製劑的多寡，來追蹤人體內葡萄糖的新陳代謝過程，便可以有效的將腫瘤組織與正常組織區分開來，以達到在有效治療腫瘤組織的同時，減少對正常組織破壞的目的。正子電腦斷層掃描最大的特色在於它同時結合了正子掃描的分子生物影像及電腦斷層掃描的解剖結構影像的雙重優點，亦即一次檢查同時包含了疾病的分子生物及解剖結構的雙重資訊，因此可提供更正確的臨床診斷依據。

在癌症的最早期，正子電腦斷層檢查可發現其他潛在的癌症病變。相對的，有些懷疑是轉移的癌症轉移病變，並不會吸收過量的氟-18 標記的去氧葡萄糖，比較像是非癌症的組織。因此，在癌症診斷及分期，PET/CT 除了可判定原發性病灶是否為惡性外，更能早期發現是否已產生轉移，做出正確的分期、並據以對治療方針的擬定產生決定性的影響，國外的研究指出約 35%~ 64% 各種癌症的患者，因為做了正子造影掃描而改變其醫療計劃，而其中又以肺癌、乳癌、大腸癌、皮膚黑色素癌及其他難以辨識癌蹤的癌症最為顯著。正子影像



(a)



化學治療前

化學治療後

(b)

圖五 正子造影的腫瘤辨識及癌症治療效果評估

檢查對身體各部位偵測之準確性有所不同，但一般而言大概準確度皆在 90% 以上。國外有一份分析報告針對 1474 肺腫瘤病例，正子影像檢查的靈敏為 96.8% 特異度為 77.8%。特異度較差的原因為有一些發炎性病灶也會攝取大量的 FDG，所以會產生偽陽性的結果，另外有一篇報告指出，PET/CT 對肺癌病灶之偵測準確性比單純的 PET 及單純的 CT 高過許多，當然 PET 檢查所產生的偽陽性結果的問題，目前已有許多新的藥物(F-18 FLT, C-11 Choline, C-11 tyrosine...)在進行臨床試驗，希望經由這些新的藥物被使用，可以有效的改善正子影像檢查的特異度。

治療後亦可利用 PET/CT 所顯示的腫瘤代謝情況來判定治療是否有效。經過治療的癌症病患，最想要知道的便是治療有沒有效，以及癌症是否復發。可以利用「葡萄糖正子電腦斷層掃描」檢查區分治療後殘餘的癌細胞，還是癌細胞死亡後的疤痕組織。追蹤血液中的腫瘤標記發現逐漸升高，但無法查知病變到底在那裡時，也可以利用「葡萄糖正子電腦斷層掃描」做定期追蹤，可早期發現是否有局部復發或遠端轉移。

2000 年 12 月 4 日 - 美國時代雜誌 (TIME) 選出當年三項『年度風雲發

明』，其中唯一有關醫療科技的就是 PET/CT，PET/CT 還被喻為本世紀最偉大的 100 項發明之一。

正子斷層造影(PET/CT)在腫瘤方面的應用-惡性或良性腫瘤的辨識圖五(a)。其實腫瘤並非全為惡性，以照射 X 光發現的肺部單顆腫瘤案例中，80%是屬於良性的，僅 20%屬惡性。利用正子斷層造影(PET/CT)能辨識出腫瘤的性質，以利腫瘤開刀前的評估。

癌症治療效果的評估對正在治療或完成治療的癌症病人，藉由正子斷層造影，可比較治療前後的效果，以評估治療的方法(如手術、化療或放療)是否有效，圖五(b)若癌細胞已受到控制，原來呈現病灶的部份就不會出現新陳代謝活躍的情形。

(7)腫瘤標幟:除了核醫影像檢查外，利用放射性核種標記之免疫試管檢查(放射免疫分析)，可以測定血中各種荷爾蒙濃度，病毒及細菌抗原及抗體，酵素及腫瘤標幟(如 AFP, CEA, PSA, CA 15-3, CA 125 等)等。與其它免疫分析方法相比較，核醫之放射免疫分析，為目前公認最靈敏的方法。對於各種癌症的腫瘤標幟測定，可幫助癌症診斷與治療後復發之追蹤。

表一 常用核醫藥物

產品名稱	適應症
核研氟化亞鈾(鈾-201)注射劑	心肌灌注造影(用以診斷冠狀動脈疾病、急性心肌梗塞和冠狀動脈繞道移植的手術後評估)
核研去氧葡萄糖 (氟-18) 注射劑	肺癌、大腸癌、淋巴癌、黑色素瘤、冠心病、癲癇之偵測
核研氙-81m 氣體發生器	肺部呼吸功能診斷
核研碳-13 驗菌劑	幽門螺旋桿菌感染檢查
核研多巴胺轉運體造影劑	多巴胺轉運體標示顯影(巴金森症)

表二 核醫藥物臨床應用

核醫藥物	檢查名稱	適應症
Tc-99m-MDP	全身骨骼造影	骨骼造影診斷
Tc-99m-DMSA, Tc-99m-MAG3, Tc-99m-DTPA	腎臟造影	腎皮質構造, 腎功能、腎絲球過濾率測定,腎水腫或阻塞膀胱輸尿管逆流
Tc-99m-HMPAO, Tc-99m-DTPA, Tc-99m-TRODAT-1	腦造影	腦血流、腦腫瘤、巴金森症
Tl-201(Tc-99m-MIBI)	心肌血流造影	冠狀動脈疾病、急性心肌梗塞和冠狀動脈繞道移植的手術後評估
Ga-67	全身鎂炎症、 腫瘤造影	霍金氏病、淋巴瘤、支氣管性腫瘤等惡性腫瘤之助診
I-131	全身碘、 甲狀腺碘造影	甲狀腺機能亢進、甲狀腺癌

發行人
張似璵

執行編輯
林珏汶

編輯委員
尹學禮
江祥輝
劉代欽
蔡惠予
魯經邦



出版單位

財團法人中華民國輻射防護協會

行政院新聞局 出版事業登記證
局版北市誌字 第柒伍零號

地址

30017 新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1

03-5722224 電話 | 03-5722521 傳真

01486683 統編

rpa.newsletter@gmail.com 電郵 | www.rpa.org.tw 網站