

財團法人 中華民國輻射防護協會

輻射防護簡訊

第 149 期

出刊日期 108 年 2 月 15 日

本期內容 CONTENT

專題報導 - 介入性放射診療之醫療工作人員眼球水晶體劑量探討

1

由於國際放射防護委員會建議職業輻射曝露之眼球水晶體年劑量限值的降低，輻射工作人員之眼球水晶體輻射劑量探討，已然成為近年國際間熱門討論的議題之一。

亞太醫學物理年會會議

5

亞洲-大洋洲醫學物理組織聯盟(AFOMP)屬於國際醫學物理組織(IOMP)下的區域組織，AFOMP 成立於 2000 年，自 2001 年起定期於每年 11 月舉辦國際會議，且與國際原子能總署(IAEA)、世界衛生組織(WHO)、國際輻射防護委員會(ICRP)等國際機構建立緊密的關係與信息交流。

訓練班課程

10

公告本會各項訓練班開課時間

輻協新聞廣場

12

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 全球輻防新聞

輻說 - 廖彥朋專欄

13

我們每天掛在嘴邊的「合理抑低」真的合理嗎？今天許多輻射實務真正矛盾並不在規則的本身，光只有知識是不足以支持專業的，更多從「人」出發的思考才能讓專業成為社會的要素。

放射治療新紀元 - 更有效的消滅癌細胞

17

近年來，全球每年超過一千四百萬人被診斷出癌症，在癌症的治療過程中通常不單使用一種治療方法，約一半的病患在療程中選擇放射治療，並配合手術或化療。

介入性放射診療之醫療工作人員眼球水晶體劑量探討

作者 劉育容

台灣電力公司 核能工程師

清華大學原科院輻防協會獎學金 106 年得主

由於國際放射防護委員會建議職業輻射曝露之眼球水晶體年劑量限值的降低，輻射工作人員之眼球水晶體輻射劑量探討，已然成為近年國際間熱門討論的議題之一。



圖 1 介入性放射診療示意圖

圖片來源：Aurora BayCare Medical Center. Neurointervention and Conditions We Treat. 2017.

前言

國際放射防護委員會(ICRP)於 2012 年出版之 118 號報告中提及：擬將輻射工作人員眼球水晶體之等價劑量限制由一年內不得超過 150 mSv，調整為五年加總不超過 100 mSv (即年平均劑量不超過 20 mSv)，且任一年不得超過 50 mSv。國際原子能總署(IAEA)亦採納該最新規定，並於 2014 年出版之 IAEA Safety Standards: GSR Part 3 報告中，將眼球水晶體新限值納入討論。新的眼球水晶體劑量限值的提出，引起各相關領域對眼球水晶體輻射防護之重視。

在眾多輻射工作人員中，介入性放射診療的醫療工作人員，因診療所需，必須長時間與近距離的接受輻射曝露，相較於其他輻射工作人員而言，接受甚高的輻射劑量，亦是誘發眼球水晶體罹患白內障的高風險群之一。因此，建立經輻射曝露之眼球水晶體劑量測量和評估方法，調查研究目前介入性放射診療之工作人員職業曝露的眼球水晶體劑量現況，改善工作人員

輻射防護措施等工作，對於保護介入性放射診療工作人員的健康和促進介入性放射診療的發展，具有重要的意義。

眼球水晶體劑量限值的變化

眼球水晶體為人體對輻射最敏感性的組織之一。目前，在制定眼部輻射防護標準時，均假設輻射誘發水晶體罹患白內障屬於確定性效應，該效應的發生有劑量低限值(或稱閾值)。2007 年出版的 ICRP 第 103 號報告提出輻射誘發白內障的劑量閾值為急性照射劑量 5 Gy，與 1990 年出版的第 60 號報告相同。直至 2012 年出版的第 118 號報告才提出，經針對臨床、職業輻射受曝人群與原爆倖存者等的流行病學研究，建議將誘發白內障之急性照射閾值降低至 0.5 Gy，為早期數值的十分之一。

由於前述閾值之降低，ICRP 訂定新的輻射工作人員劑量限值：眼球水晶體等價劑量限制為五年加總不得超過 100 mSv，且任一年不得超過 50 mSv

。IAEA 也將該新限值納入 IAEA Safety Standards: GSR Part 3，並於 2014 年 7 月發布。我國目前現行的法規《游離輻射防護安全標準》採用 ICRP 第 60 號報告的建議，規定輻射工作人員之眼球水晶體等價劑量於一年內不得超過 150 mSv。新的國際標準，不但降低了輻射誘發白內障之劑量閾值，也大幅降低了輻射工作人員眼球水晶體劑量限值，可以預見未來我國亦會根據國際現況，對法規進行修訂。

介入性放射診療為高危險群

介入性放射學(Interventional radiology)是利用 X 光影像設備的引導，在皮膚局部麻醉的情況下，插入診療器材的步驟。臨床上會利用導管、微導管等器具，從病患之血管進入將導管送到遠處的病灶，再將微線圈、組織膠、氣球等栓塞材料、人工血管支架(Stent)或藥物等導入病灶血管中以治療血管性疾病。因介入性放射診療擁有創傷小、簡便、安全、有效、併發症少和明顯縮短住院時間等優

點，使此技術迅速發展與應用廣泛，輻射防護問題同時受到關注。聯合國原子輻射效應科學委員會 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR) 於 2000 年報告裡提及：醫療行業中，介入性放射診療的輻射工作人員（醫師與協助人員）因診療所需，其曝露時間較長且與射源近距

離操作，成為受到輻射劑量最高的群體，亦是誘發眼球水晶體造成白內障之高風險群之一。

眼球水晶體劑量監測方法

國際輻射單位與度量委員會 (International Commission on Radiation Units and Measurements，簡稱 ICRU) 定義個人等效劑量

(Personal dose equivalent, $H_p(d)$) 為人體某特定點適當深度 d (mm) 處，體外曝露之等效劑量。對於眼球水晶體之曝露，為 3mm 深度處軟組織，其單位為西弗(Sv)。而 $H_p(d)$ 可以用於實務上個人劑量的測量，將輻射偵檢器配戴於身上，並在偵檢器覆蓋上適當的組織等效厚度，即可以評估眼睛水晶體的等效劑量。



圖 2 血管攝影實驗擺設示意圖

目前國外的研究中，對於眼球水晶體的劑量監測多數採用熱發光劑量計 (Thermoluminescent dosimeter, TLD)，因其具有高敏感度、低衰減性和良好的組織等效等優點。2011 年 Geber 等人將 TLD 單晶片置於人頭假體眼睛位置表面下 3 mm 的小洞中，以及用頭帶固定 TLD 單晶片置於眼球

附近不同位置進行劑量量測。2008 年歐盟資助的 ORAMED (Optimization of radiation protection for medical staff) 計畫中，Bilski 等人研發製作出一 EYE-D™ 劑量計，將 TLD 放置一 3 mm 厚的聚酰胺(Polyamide)材質的半圓外殼包覆，並固定劑量計於一可調整的頭帶上，該團隊設計出專門量測

眼球水晶體劑量計。2012 年 Viktor 等人使用直讀式的偵檢器測量眼球水晶體劑量，該偵檢器為瑞典 Unfors 公司生產的 EDD-30，將其置於工作人員的眼睛位置附近，可即時監測水晶體劑量值。

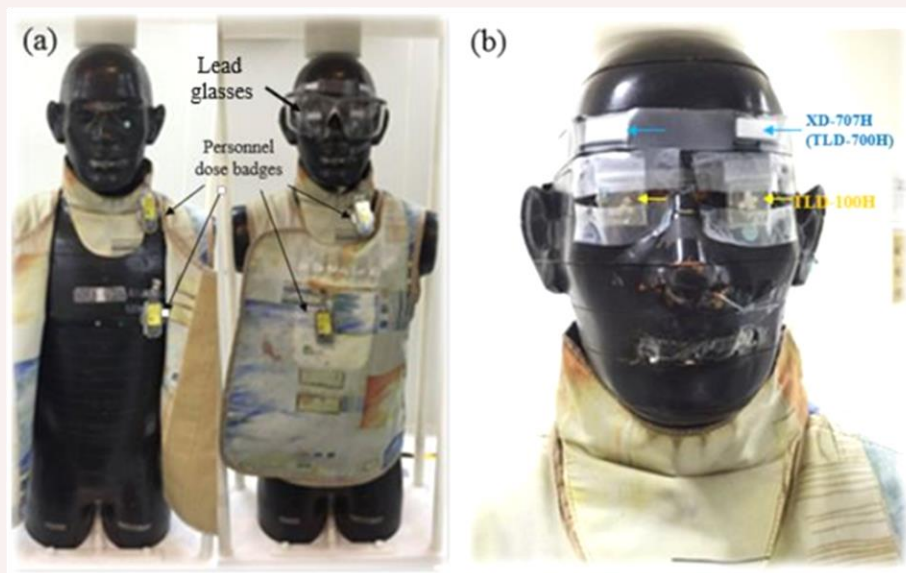


圖 3 劑量計的擺設位置示意圖 (a) 劑量佩章配戴的四個位置
(b) 頭戴式劑量計和熱發光劑量計單晶片

國內現況

根據國內針對介入性放射診療醫師年劑量研究推估顯示，介入性放射診療醫療人員的眼睛水晶體為輻射曝露的高危險群，年劑量高於新眼球水晶體限值。該實驗設計將一穿戴鉛衣與鉛護頸的命道假體當作進行診療的醫護人員，於透視攝影 X 光機之診療床上放置另一擬人假體 (Radiologic Support Device Inc.) 當作接受診療的病人，以提供醫護人員眼球水晶體輻射散射之貢獻。圖 2 為實驗擺設示意圖。關於劑量計之放置位置，將晶片式熱發光劑量計 (TLD-100H) 放置於命道假體眼球位置上 (覆蓋 3 釐米厚的組織等效補償物)，將頭帶式熱發光劑量計 (Headband dosimeter) 置於假體眉毛位置 (大約在 TLD-100H 上方 3.5 cm 的位置)，光刺激發光人員劑量佩章 (Landauer OSLD) 配戴於左胸鉛衣內 (常規配置位置)、左胸鉛衣外、衣領處 (頸部) 鉛衣內與衣領處 (頸部) 鉛衣外

四個位置，以比較人員劑量佩章、頭帶式劑量計評估之結果與實際眼球位置劑量之差異。圖 3 為劑量計的位置示意圖。

表 1 為評估醫院的影像診療部門於 2016 年間，六位醫師的總診療數 (包括腹部與頭部介入性診療) 和推估的眼球水晶體年劑量值，單位為 mSv。其中四名醫師 (A、B、C 與 D) 為專精於腹部的介入性放射診療，另外兩名醫師 (E 與 F) 專精於頭部的介入性放射診療，每位醫師皆有配戴鉛眼鏡的習慣。將醫師於 2016 年執行之總診療數目 (次數/年)、每次療程之平均輻射曝露時間 (分鐘) 與 TLD-100H 的測量劑量值相乘，即可以評估出每位醫師的眼球水晶體年劑量。其中，A 醫師為經驗豐富的放射科醫師 (資歷超過 30 年)，每次療程所進行的平均輻射曝露時間僅需 5 分鐘，但其一年所執行病人診療次數相當可觀，其眼球水晶體的年劑量值約為 380 mSv；B 醫師的

眼球水晶體的年劑量值約為 229 mSv。結果顯示 A 與 B 醫師的眼球水晶體年劑量皆超過台灣的現行法規年限值 (每年 150 mSv 的年限值)，其他醫師 (C、D、E 與 F) 之水晶體年劑量接未超過 150 mSv，但仍超過新的眼球水晶體的年限值 (五年年平均不超過 20 mSv)。目前國內輻射工作人員眼球劑量評估方法為該身體軀幹部位 (胸前) 配戴人員劑量佩章，於研究發現常規的人員劑量配戴位置 (胸部位置鉛衣內) 所評估之劑量值遠低於眼球水晶體的劑量值，原因為配戴位置與實際眼球位置距離相差甚遠，以及輻射幾乎被鉛衣所屏蔽，因此評估之劑量值遠低於眼球水晶體之實際劑量。故常規的人員劑量佩章評估出來的眼球水晶體的劑量值，無法準確地評估眼球水晶體劑量。

表 1 介入性放射診療醫師眼水晶體年劑量評估

| Radiologist | Cases per year (2016) | Average time per procedure (min) | Eye lens dose per year with lead glasses (mSv) |
|-------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| A | 1537 (Abdomen) | 5 | 380.10 |
| B | 462 (Abdomen) | 10 | 228.51 |
| C | 256 (Abdomen) | 10 | 126.62 |
| D | 43 (Abdomen) | 10 | 21.27 |
| E | 124 (Head) | 30 | 69.34 |
| F | 55 (Head) | 30 | 30.76 |

結論

由於 ICRP 建議職業輻射曝露之眼球水晶體年劑量由一年不超過 150 mSv，降為五年加總不得超過 100 mSv，年平均不超過 20 mSv，且任一年不得超過 50 mSv。如何正確地評估出眼球水晶體的劑量，以了解輻射工作人員實際於工作中眼球水晶體會接受到之劑量，已然成為近年來國際間熱門討論的議題。

根據國內研究推估的輻射工作人員年眼球劑量的結果顯示，國內介入性放射診療醫療人員之眼睛水晶體為輻射曝露高危險群，某醫院之介入性放射診療醫療人員年劑量皆高於眼球水晶體新的限值，有些醫療人員甚至超過目前的法規限值；但因為以往的眼球水晶體評估方式不正確，因此無法真實反應出確切的眼球水晶體劑量，進而造成疏忽。

有關應採取之輻射防護措施，建議於工作環境中增設輻射防護設施與裝備，如：鉛面罩(Lead face shield)、護目鏡式鉛眼鏡(Lead goggles)和天花

板懸吊式鉛屏風(Ceiling-mounted radiation shield)等，及適當地管制工作人員的輻射曝露時間，以降低介入性放射診療醫療人員眼球水晶體的劑量，使年劑量符合法規年限值之要求。筆者期許未來國內介入性診療輻射工作人員眼球水晶體輻射曝露過高之情況能獲重視，進而改善險峻之現況、更加關注眼睛水晶體之輻射防護與安全之議題。

參考文獻

1. ICRP, ICRP PUBLICATION 118: ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context, in *Annals of the ICRP*. 2012. p. 11, 116-139, 293-302.
2. Aurora BayCare Medical Center. *Neurointervention and Conditions We Treat*. 2017.
3. NCRP, Radiation Protection Guidance for Activities in Low Earth Orbit. No.132. 2000, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD. p. 83-88.
4. UNSCEAR, Sources and effects of ionising radiation. Volume 1: Sources, Annex D, Medical radiation exposures. 2000: New York: United Nations.
5. Geber, T., M. Gunnarsson, and S. Mattsson, Eye lens dosimetry for interventional procedures – Relation between the absorbed dose to the lens and dose at measurement positions. *Radiation Measurements*, 2011. 46(11): p. 1248-1251.
6. Bilski, P., et al., The new EYE-D™ dosimeter for measurements of H P (3) for medical staff. *Radiation Measurements*, 2011. 46(11): p. 1239-1242.
7. Viktor, S. and L. Charlotta. Evaluation of Eye Lens Doses Received by Medical Staff Working in Interventional Radiology at Sahlgrenska University Hospital. 2012; Available from: www.gu.se/digitalAssets/1360/136009_1_viktor-sandblom-rapport.pdf.
8. 劉育容, 介入性放射診療之醫療工作人員眼球水晶體劑量評估, 生醫工程與環境科學系. 2017, 國立清華大學, 新竹.
9. Liu, Y.-R., et al., Dose estimation of eye lens for interventional procedures in diagnosis. *Radiation Physics and Chemistry*.



2018 亞太醫學物理會議之行

作者 蔡惠予

國立清華大學核子工程與科學研究所 副教授

輻射防護協會 董事

亞洲-大洋洲醫學物理組織聯盟(AFOMP)屬於國際醫學物理組織(IOMP)下的區域組織，AFOMP 成立於 2000 年，自 2001 年起定期於每年 11 月舉辦國際會議，且與國際原子能總署(IAEA)、世界衛生組織(WHO)、國際輻射防護委員會(ICRP)等國際機構建立緊密的關係與信息交流。

2018 年 AFOMP 聯合東南亞醫學物理組織聯盟(SEAFOMP) 於 2018 年 11 月 11 日至 14 日在馬來西亞吉隆坡共同舉辦第 18 屆亞太醫學物理會議(Asia-Oceania Congress of Medical Physics, AOCMP)與第 16 屆東南亞醫學物理會議(South-East Asia Congress of Medical Physics, SEACOMP) 聯合大會，此外亦有 IOMP 的區域組織之一中東醫學物理學

組織 (MEFOMP) 的成員參與這次大會，共計有 39 國五百多人參與盛會。此大會的目標是希望聚集亞太醫學物理和相關衛生專業人員，分享專業知識，進行科學討論、文化交流和醫療技術更新。大會吸引來自醫學物理、生醫工程、放射物理、放射治療、核子醫學、輻射防護、生物物理、放射生物學等領域的學者參加。

此次會議共有 27 國的研究學者進行口頭報告 151 篇、海報報告 149 篇。台灣在此會議中發表 4 篇研究報告，參與人員包括中華民國醫學物理學會代表蔡維達、廖彥朋，中華民國輻射防護協會代表葉美好、蔡惠予。



圖 1 台灣與會人員：葉美好、廖彥朋、蔡惠予、蔡維達 (左至右)

大會邀請來自 21 個國家共 68 位專家參與盛會，舉辦了一場豐盛的知識交流饗宴。會議為期四天，第一天是會前討論會(Pre-Congress)，第二~四天則為

科學研討會議。會前討論會分成三個領域平行進行，包括放射治療物理、核子醫學物理、診斷醫學物理，葉美好物理師代表參加了診斷醫學物理領域的課程

註。科學研討會議則廣邀研究發表，亦包含與醫學物理相關之專題，如影像組學(radiomics)、3D 列印於醫學上的應用、乳房攝影專題討論會。



圖 2 大會邀請來自 21 個國家共 68 位專家



背景介紹

國際醫學物理組織 (International Organization for Medical Physics, IOMP) 共有下列六個區域組織 (Regional Organizations) :

- 歐洲醫學物理組織聯盟
European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP)
成員國數目：35
- 亞洲-大洋洲醫學物理組織聯盟
Asia-Oceania Federation of

Organizations for Medical Physics (AFOMP)
成員國數目：16

- 東南亞醫學物理組織聯盟
South-East Asian Federation of Organizations for Medical Physics (SEAFOMP)
成員國數目：6
- 中東醫學物理學會
Middle East Federation of

Medical Physics (MEFOMP)
成員國數目：12

- 拉丁美洲醫學物理學會
Latin American Medical Physics Association (ALFIM)
成員國數目：11
- 非洲醫學物理組織聯合會
Federation of African Medical Physics Organizations (FAMPO)
成員國數目：15

科學會議的進行方式非常多元，包括專題演講、午餐研討會、小組討論會議、科學專題研究發表等。由於本次屬於聯合會議，因此亦包含由各區域組織所主導的專題討論會，包括放射治療安全 (IAEA)、診斷劑量參考水平(MEFOMP)、以 IAEA TR483 報告為基礎的小照野劑量學(SEAFOMP)、醫學物理領域的女性(SEAFOMP)、以及醫學物理的教育與訓練(AFOMP, IAEA)，內容可謂包羅萬象。

這次會議最精彩的莫過於圓桌論壇，大場次的圓桌論壇討論「面對人工智慧時代的醫療/醫學物理」，引言人為 Kwan Hoong Ng 博士、Raja Tizal Azma 博士，其身份分別為醫學物理師、影像診療醫師代表，論壇專家尚包括介入性診療醫師、臨床腫瘤醫師、歐洲澳洲亞洲的醫學物理師。人工智慧是目前最受關注的議題，對醫學物理領域尤顯重要，在醫學影像上早有電腦輔助診

斷進而演變成影像組學*，在放射治療上則有電腦運算射束入射方向來達成最佳化病人的治療劑量計畫，近期再加上巨量資料庫可以訓練機器運算學習，故此人工智慧在醫學領域是不容忽視的，醫學物理師也需具備相關的能力來面對這個演變。現場討論非常熱烈，特別有澳洲醫學物理師提出醫療現場的衝擊，大陸研究團隊分享組成人工智慧團隊的過程及思維，引言人 Raja Tizal Azma 博士的主持功力深厚，能針對個別的議題點出重要的問題，引導論壇專家回應，進行聚焦式的深入探討。

小場次的圓桌論壇討論「創造一個平衡的觀點來看待由輻射而來的風險」引言人 Colin Martin 博士是國際輻射防護委員會第三委員會**的前主席，論壇專家包括馬來西亞、希臘、澳洲、保加利亞的醫學物理師。過程中討論到人們對輻射的懼怕與排斥，台灣分享核能議題的社會經驗（當時正值以核養綠公

投），論壇專家提出芬蘭核電廠區未受輻射污染的土壤，社會不接受其外釋，經過將近 30 年的努力溝通才讓外界同意。

❖ 影像組學 (Radiomics)：針對醫學影像，使用先進的特徵分析方法，以從中提取更多關鍵信息，涉及領域包括資料科學、生物組學、醫學影像學、放射治療學、病理學等。

❖❖ 國際輻射防護委員會第三委員會 (ICRP Committee 3)：第三委員會關注游離輻射用於醫療診斷、放射治療或生物醫學研究時的輻射防護，以保護人們、兒童與胎兒，此外也評估意外曝露的醫療後果。



圖3 特別專題演講時台下的聽眾

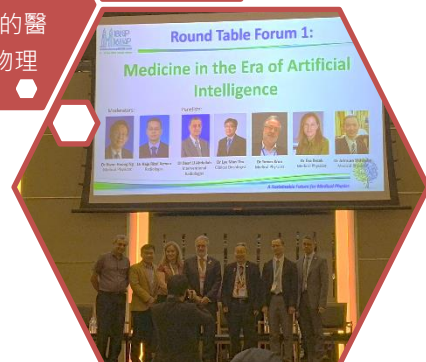


圖6 海報發表的展演會場



圖4 圓桌論壇二：創造平衡觀點來看待由輻射而來的風險。

圖5 圓桌論壇一：面對人工智慧時代的醫療/醫學物理



論壇專家亦指出空氣污染與輻射造成的死亡率差異頗大，實在無須對輻射如此懼怕，然而人們對輻射的抗拒乃源自於心理層面，需要透過教育來理解事實進而改變感受，歐盟就有對高中生進行輻射教育的大計畫。至於在醫療輻射上，醫學物理師代表著醫用輻射防護的專業，應在醫療體系中肩負起教育的重責，教育一般臨床醫師給予正確的觀念去面對病人的詢問，支援放射科醫師或放射腫瘤科醫師評估醫療輻射風險。閉幕前有極吸引人的更新講座，兩個主題分別為「給醫學物理師的分子生物學」與「國際輻射防護委員會關於醫學上使用有效劑量(effective dose)的建議」，前者講員 De Ming Chau 博士以非常深入淺出的圖形化講解，帶領聽眾一探

分子生物學；後者講員為 Colin Martin 博士，則呼應圓桌論壇的議題，仔細說明在輻射防護體系中專有名詞「有效劑量」的意義，有效劑量是評估輻射風險的指標，但有效劑量並非一個精確的數值(內含不確定性)，不適合用於代表個人的劑量，僅適用於評估個人的風險水平。

科學專題會議同時段平行於三個場地辦理不同主題的專題發表，筆者口頭報告研究團隊所進行的透視攝影射束準直儀之全台灣訪查評估研究成果，演講後希臘醫學物理師對我們的訪查表示印象深刻，將接任 AFOMP 主席的 Arun Chougule 博士亦回應且與我討論。除了嚴謹的科學活動外，大會晚宴於第二天

晚上進行，其中最精彩的莫過是各國上台分享，無論是表演、介紹自己的國家或帶動唱，都能打破藩籬拉近彼此距離。馬來西亞 Kwan Hoong Ng 教授對於推動亞洲醫學物理不遺餘力，曾多次造訪台灣，他和我們交流許多寶貴意見，也希望台灣能更多參與亞太醫學物理的活動，並答應今年 4 月再度來訪和我們談談醫學物理的教育與醫療保健物理。

繼宣布第十九屆亞太醫學物理會議將於科威特舉辦之後，為大會劃下了句點也開啟了另一個起點。筆者能參與這個盛會，實在是豐富與精彩的體驗，期待未來台灣醫學物理界能在亞太區展現更深遠的影響力。



圖 7 大會晚宴：廖彥朋歌唱表演(上)、蔡維達介紹台灣(左下)、SEAFOMP 榮譽主席 Kwan Hoong Ng 教授與筆者(右下)



圖 8 第 18 屆 AOCMP 與 SEAFOMP 聯合會議之大合照



註

會前討論會(Pre-Congress) 診斷醫學物理重點：

- (1) 國際原子能總署提出病人的輻射防護 (IAEA Radiation Protection of Patients)：在放射診斷的領域中，低劑量及低劑量率效應、風險及危害愈來愈受到重視。
- (2) 診斷參考水平的概念 (The concept of Diagnosis reference level)：醫療輻射曝露診斷參考水平是放射性檢查條件設定最佳化過程中的重要工具。診斷參考水平可分為國家診斷參考水平及機構診斷參考水平，在此研討會中，較強調機構診斷參考水平，此水平能藉由醫療院所每年定期審視評估檢查劑量，更有效率地改善檢查方式且發現問題，若是機構的劑量經定期審視發現其高於診斷參考水平，應檢討造成劑量偏高的原因，並採取修正措施。
- (3) 輻射防護與輻射安全之最佳化 (Optimization of protection and safety)：輻射防護的出發點是要減低輻射對人類健康的危害。我們要了解輻射對人體健康造成的效應，並根據輻射效應的特點，來達到輻射防護安全最佳化的目的，然而，輻射防護的主要目的是要防止確定性效應及降低機率性效應的發生率至可接受的範圍，因此需要提供適當的防護標準和建議，要把輻射應用的益處、風險和經濟三方面取得最佳的平衡。



訓練班課程(108 年度)

放射性物質或可發生游離
輻射設備操作人員研習班

A 組 36 小時-許可類

A1 高雄 文化大學推廣部

1 月 8 日~1 月 15 日

A2 新竹 帝國經貿大樓

1 月 22 日~1 月 29 日

B 組 18 小時-登記類

B1 高雄 文化大學推廣部

1 月 16 日~1 月 18 日

B2 台北 建國大樓

2 月 19 日~2 月 21 日

B3 台中 文化大學推廣部

2 月 20 日~2 月 22 日

B4 新竹 帝國經貿大樓

3 月 6 日~3 月 8 日

B5 高雄 文化大學推廣部

3 月 20 日~3 月 22 日

B6 台北 建國大樓

4 月 10 日~4 月 12 日

B7 台中 文化大學推廣部

4 月 24 日~4 月 26 日

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

員 34 期

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

107 年 12 月 10 日~14 日

第二階段

107 年 12 月 17 日~21 日

第三階段

108 年 1 月 7 日~11 日

第四階段

108 年 1 月 14 日~17 日

輻射防護繼續教育訓練班
(3/6 小時)

新竹 清華大學

3 月 11 日(上午&下午)

台北 建國大樓

3 月 15 日(上午&下午)

高雄 科學工藝博物館南館

3 月 29 日(上午&下午)

台中 文化大學推廣部

4 月 16 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

3 月 27~3 月 28 日

鋼 2 新竹 帝國經貿大樓

4 月 17~4 月 18 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

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、放射物質與游離輻射設備)

傳真 (03) 572-2521315



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「107 年第 2 次輻射防護專業測驗與輻射安全證書測驗及格人員名單」。 [訊息連結](#)

「107 年第 2 次輻射防護專業測驗與輻射安全證書測驗及格人員名單」已公布於原能會網站，請點選下方(附檔下載)即可下載瀏覽。

附檔下載(1):[107 年第 2 次輻射防護專業測驗及格人員名單](#)

附檔下載(2):[107 年第 2 次操作人員輻射安全證書測驗及格人員名單](#)

試題與解答已公布於原能會網站，請點選相關連結即可下載瀏覽。 [輻防及輻安測驗專區](#) (發布日期 107 年 12 月 10 日)

- 行政院原子能委員會 108 年第 1 次輻射防護及操作人員測驗。 [訊息連結](#)

報名期間：民國 108 年 1 月 28 日起至 2 月 23 日截止。

測驗日期：民國 108 年 4 月 27 日(星期六)。

測驗地點：

台北試區：考試院國家考場(台北市文山區木柵路 1 段 72 號)

高雄試區：高雄市立三民高級家事商業學校(高雄市左營區裕誠路 1102 號)

詳細報名簡章等相關測驗資料，請點選下方(相關連結)即可下載瀏覽。

相關連結：[輻防及輻安測驗](#) (發布日期 108 年 1 月 15 日)

國內新聞

- 行政院原子能委員會強化全台民生供水及市售飲用水輻射安全監測。 [訊息連結](#)

國人對於飲用水之輻射安全日益關心，原能會所屬輻射偵測中心為確保國人飲用水之輻射安全，定期採取台灣自來水公司所屬淨水廠及臺北自來水事業處所屬給水廠之飲用水樣品，並至消費市場購買各品牌瓶裝水試樣進行放射性含量分析。107 年各類飲用水放射性含量分析結果皆符合法規規定，無輻射安全顧慮，國人可以安心飲用。

本中心自 107 年開始與台灣自來水公司協調由原來之 26 所淨水廠擴大至 203 個淨水廠進行飲用水放射性含量調查，並規劃於 108 年擴大普及至全國 331 個淨水廠，加上臺北自來水事業處所屬 10 個給水廠及金門縣政府所屬 3 個淨水廠總計 344 個淨水廠，另外考量高雄地區之民眾特有之加水站購買飲用水習慣，新增此項之飲用水取樣分析計畫，以保障國人飲用水放射性方面之安全。

以上各項分析結果均刊載於「台灣地區放射性落塵與食品調查」半年報中，相關訊息亦同時公布於原能會網站之環境輻射監測項下(<https://www.aec.gov.tw>)，可上網查詢及下載。國人對於飲用水之輻射安全日益關心，原能會所屬輻射偵測

中心為確保國人飲用水之輻射安全，定期採取台灣自來水公司所屬淨水廠及臺北自來水事業處所屬給水廠之飲用水樣品，並至消費市場購買各品牌瓶裝水試樣進行放射性含量分析。107 年各類飲用水放射性含量分析結果皆符合法規規定，無輻射安全顧慮，國人可以安心飲用。

本中心自 107 年開始與台灣自來水公司協調由原來之 26 所淨水廠擴大至 203 個淨水廠進行飲用水放射性含量調查，並規劃於 108 年擴大普及至全國 331 個淨水廠，加上臺北自來水事業處所屬 10 個給水廠及金門縣政府所屬 3 個淨水廠總計 344 個淨水廠，另外考量高雄地區之民眾特有之加水站購買飲用水習慣，新增此項之飲用水取樣分析計畫，以保障國人飲用水放射性方面之安全。

以上各項分析結果均刊載於「台灣地區放射性落塵與食品調查」半年報中，相關訊息亦同時公布於原能會網站之環境輻射監測項下(<https://www.aec.gov.tw>)，可上網查詢及下載。（發布日期 108 年 1 月 23 日）

➔ 行政院原子能委員會對中金公司金山廠含天然放射性物質廢鐵之管制說明。[訊息連結](#)

原能會列管中金公司之廢鐵金屬，含微量天然放射性物質，不含人工核種。廢金屬表面輻射劑量低微，對場所外民眾安全與環境並無影響。原能會每月派員檢查，防止廠內的廢鐵金屬被不當外釋，並已洽請當地警察分局於金山廠區大門設置巡邏箱及監視器，加強含天然放射性物質廢金屬的管制，請民眾安心。

原能會物管局於今(108)年 1 月 14 日接獲金山分局通報，疑似有人盜賣中金廠區廢鐵，隨即派員前往檢查，經確認列管的沉降槽、溶解槽及管件等廢金屬均無異常，但亦發現有人盜取其他廢鐵的跡象，立即前往請金山分局協助提供線索，並追查廢鐵回收商，並未發現有輻射異常的廢鐵外流，請民眾放心。回收商另亦告知中部地區的鋼鐵廠有疑似中金輻射異常廢鐵。經查該輻射異常廢鐵亦為低微輻射，並經本會列管並妥善安置於鋼鐵廠內，對民眾不會有影響，本會已於 1 月 22 日前往檢查，因其特徵及所含核種與中金輻射廢鐵有所不同，並非來自中金公司，另將協助鋼鐵廠妥善處理。

中金公司金山廠座落於新北市金山區五湖里，主要進口含天然放射性物質之鈦鐵礦為原料，以硫酸法製造二氧化鈦，其產品廣泛應用於油漆、塗料、造紙、油墨、塑膠、橡膠及陶瓷等工業。由於我國環保法規管制日趨嚴格，民眾環保意識抬頭，加上生產成本提高，降低其競爭力，導致金山廠自民國 88 年元月停工迄今，廠房呈現閒置狀態。

中金公司金山廠以含有天然放射性物質之鈦礦為原料，生產二氧化鈦，此類天然放射性物質，經非核能工業相關之技術加工，而導致活度濃度增強，所衍生之廢棄物，在製程中附著在沉降槽、溶解槽及管件等廢金屬，經檢測含有鐳-226 天然放射性核種，但未含人工核種，廢金屬表面輻射劑量率為 0.143 ~ 3.986 微西弗/小時 ($\mu\text{Sv/h}$)，屬輕微輻射異常。受天然放射性物質衍生廢棄物污染的廢金屬，輻射劑量通常很低，對民眾的健康風險影響甚微，並不是大家所認知的「放射性廢棄物」，更不是「核廢料」，對場所外民眾安全與環境並無影響，請民眾安心。

原能會依據「天然放射性物質衍生廢棄物管理辦法」之規定執行管制，每月派員檢查，防止廠內的廢鐵金屬被不當外釋。中金公司金山廠列管之天然放射性物質及其衍生廢棄物，存放於廠區內，依據原能會輻射偵測結果，其廠界輻射劑量在 0.04 ~ 0.13 微西弗/小時，為台灣地區一般背景輻射 0.2 微西弗/小時範圍以下，不會對附近環境及民眾造成放射性影響。

廠區內部分附著天然放射性物質的設備、機具及管件等廢金屬，屬於人民的私有財產，由於對廠外民眾及環境並未構成輻射安全危害，原能會無權予以強制處分。原能會已督促業者積極處理列管之天然放射性物質及其衍生廢棄物，並提供輻防專業及技術諮詢，輔導中金公司清理金山廠的衍生廢棄物，以澈底解決問題。原能會除加強派員檢查外，並已洽請當地警察分局於金山廠區大門設置巡邏箱及監視器，加強天然放射性物質衍生廢棄物管制。

原能會為全民的原能會，將持續監督並做好中金公司天然放射性物質衍生廢棄物的安全管制工作，以確保公眾健康與環境品質，請大家安心、放心。

相關連結：[天然放射性物質衍生廢棄物安全管制](#)（發布日期 108 年 1 月 23 日）

國外核能新聞

- ➔ 2018 年 12 月歐洲核能新聞剪影。[訊息連結](#)

瑞士 | ENSI 因應 Mühleberg 核電廠除役管制做好準備。瑞士 Energate 新聞 107 年 12 月 27 日 (資料來源:[Energate Messenger News 2018-12-27](#))

瑞士 | 聯邦委員會批准核能相關命令修正案。瑞士 ENSI 新聞稿 107 年 12 月 7 日 (資料來源:[ENSI News 2018-12-7](#))

德國|Brunsbüttel 核電廠開始除役。德國 NDR 新聞 107 年 12 月 21 日 (資料來源:[NDR News 2018-12-21](#))

(發布日期 108 年 1 月 8 日)

即時訊息與法令更新

- ➔ 可發生游離輻射設備銷售服務業者名單。[訊息連結](#)。

「放射性物質或可發生游離輻射設備銷售服務業者名單」已公布於原能會網站，請點選下方(相關連結)即可下載瀏覽。[相關連結](#)（發布日期 108 年 2 月 1 日）

- ➔ 行政院原子能委員會令：訂定「建材輻射劑量率量測與取樣及放射性核種分析基準」，自即日生效。[訊息連結](#)

(發布日期 108 年 1 月 11 日)

- ➔ 行政院原子能委員會令：修正「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」部分條文。[訊息連結](#)

(發布日期 107 年 12 月 22 日)



不合理抑低

作者 廖彥朋

《台灣網民》專頁原作者，網友暱稱為「養殖戶」，自稱「周魚民的老闆」。

大學念的是放射科學，發現自己沒有這方面才華，碩士轉讀醫學物理，又發現這行沒有前途，在醫院工作三年半之後帶著兩把吉他逃到日本，在京都大學醫學研究科當醫科學專攻博士生。



- ✓ 長庚大學醫學物理暨影像科學碩士
- ✓ 雙和醫院醫學物理師
- ✓ 中華民國醫學物理學會醫學物理師認證
- ✓ 日本京都大學醫學研究科醫科學博士生(ing)

我們每天掛在嘴邊的「合理抑低」真的合理嗎？今天許多輻射實務真正矛盾並不在規則的本身，光只有知識是不足以支持專業的，更多從「人」出發的思考才能讓專業成為社會的要素。

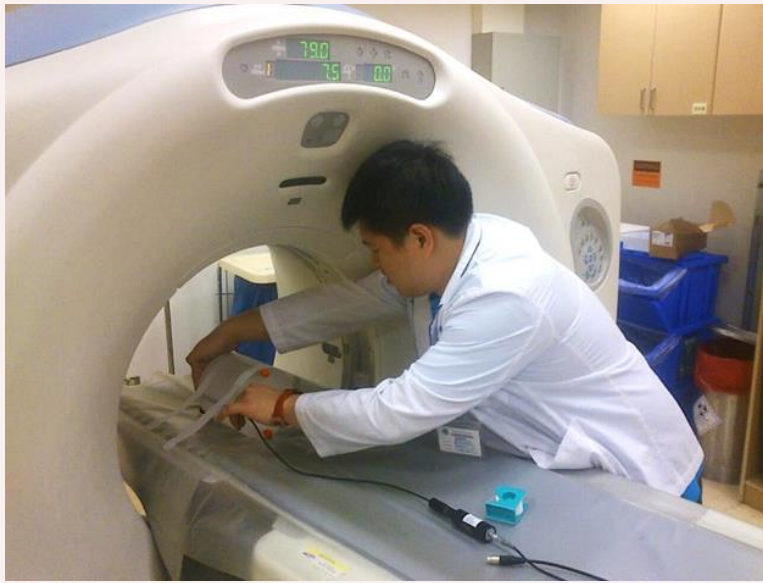
我曾經跟一位歷史系畢業的學弟討論一個假設性的問題：「如果今天生了一場會死的大病，有一種藥物八成會治好，另一種藥物只有五成，正常情況下你會選擇哪一個？」學弟思考了一下回答我：「那得看我有錢買哪個。」說真的，這個答案對我造成了非常大的衝擊。雖然我自己過去在醫院工作一段時間，卻從來沒有發現這個顯而易見的思考盲點，因為我太健康了，太不窮了，沒有站在真正命懸一線的人的立場思考問題。無條件地選擇效果好的藥物並不是「正常情況」，以財力決定選擇才是。

「合理抑低 (As Low As Reasonably Achievable, ALARA)」這個概念大約誕生於二戰後，尤其在廣島長崎的原爆事故後，人們更相信「輻射傷害沒有低限值」這個想法，之後也成為輻射防護領域中如同聖旨般的最高指導原則。如果重新檢視一下「合理抑低」這四個字會發現一件非常有趣的事情：當你把重點分別擺在「合理」或是「抑低」時，哪怕只多萬分之一的權重，對於整件事情的看法將截然不同。最主要原因在於「合理」這兩個字完全是基於論述者主觀的價值觀判斷，而「抑低」本身又是極端保守的防護機制，在兩個極端的對決之下，只要任何一方略勝一籌，都將造成「不合理抑低」的悲劇。

回顧數十年來在台灣的輻射防護實務，其實處處都是「不合理抑低」的經典範例。就拿 X 光攝影室的輻射屏蔽為例，依據原能會的規定「管制區外距任何可以接近 X 光室四週障壁外表面

30cm 處之劑量率最高不超過 0.5 μ Sv/h」，這意味著，如果有一台可以連續照射三百六十五天、一天二十四小時的 X 光機在這間檢查室運轉，同時有個人就緊貼這面牆搭個帳篷定居一整年不離開一步，我們先不討論三餐和大小便的問題，即便在這個設定之下，他最多也只能增加不到 5 mSv 的劑量，換言之，這是一個保守到難以置信的標準，然而在實務上，全台灣幾乎所有的醫院都是以「測定值降到背景值範圍」為標準進行這些輻射防護工程。我們都知道每一寸的鉛皮都是要錢的，而 X 光在鉛裡是指數衰減，也就是說鉛皮衰減 X 光的效益將隨著厚度的增加而減少，由此可見，健保給付的緊縮並沒有阻礙我們實現「零輻射」的決心。

有些人認為這些輻防亂象是因為民眾的輻射知識不足所造成的，但別忘了



去實施、監督、管理這些輻防工程的可都是我們的兄弟姐妹啊！當民眾因為知識的缺乏而感到恐懼時，我們是應該當下提供正確的資訊、改善民眾觀念，還是就順著這些不合理、毫無專業基礎的想法去做呢？每當有重要議題被謠言扭曲時，我們都會感慨專業不受重視、專業沒有得到共鳴，然而在這些每天執行的實務中，我們不也成為了踐踏專業的基石了嗎？我會這麼說真的不是無的放矢，我自己就經常在網路上看到有網友說：「某某專家都說輻射傷害沒有低限值了……」然後就洋洋灑灑地發表一篇慷慨激昂的論說文，每次遇到這種狀況我都不知道該怎麼辦才好，畢竟我們的兄弟姐妹就是留給人家這樣的印象。

好吧，就算健保給付緊縮我們也不怕，鉛牆就是要加厚到爽才夠氣派（雖然這個氣派感沒有任何人可以感覺得到），至少對一般民眾而言不能說是有壞處，老子喜歡花錢也沒人擋得住是吧！要說這是合理，勉勉強強還可以接受，不過這種無極限恐輻的概念帶進檢查室裡就成了另外一種災難了。前幾年在放射醫學圈裡熱烈討論的一

個問題：「乳房攝影時是否要用鉛圍巾保護敏感的甲狀腺？」支持者的理由當然顯而易見就是因為考慮 ALARA，畢竟甲狀腺不是照射範圍，又很敏感，所以我們連散射都不可接受。憑良心講，這樣的論點不僅僅滿足了罪不及妻孥的「抑低」需求，乍聽之下也蠻「合理」的，但實務上卻是嚴重的悲劇，因為經常就有鉛圍巾剛好遮住關鍵照野的事情發生，反而病人得脫掉鉛圍巾重新照射。原本為了降低「妻孥」的劑量，沒想到最後還是落得滿門抄斬，更別說事主還多鞭屍了一次。這樣的結果讓放射醫學圈最終決定反對在乳房攝影時使用鉛圍巾，因為乳房攝影本身的劑量並不高，事實上也沒有必要為了這樣的事情偷雞蝕米。

所以基於這樣的醫院實務，有些放射醫學領域的人私底下喜歡說「AHARA」，那個 H 當然就是 High 的意思，我們希望可以在病人還可以忍受的情況下將劑量調整得愈高愈好，畢竟病人可能五分鐘之後就要斷氣了，我們不可能以五年之後的事情作為行動準則（更何況還未必會發生）。以放射影像而言，我們最重要的事情

莫過於從各種攝影中找到疾病的蛛絲馬跡，只有具有高品質的醫學影像才能成為精準診斷的工具。即便當代有許多提升影像品質的後處理技術，就本質而言，影像品質的高低還是非常仰賴輻射劑量的多寡，在這個狀況之下，我們的確是應該在不產生具體傷害的前提下將診斷品質達到可能的極限才是。這時候問題又來了，如果「輻射傷害沒有低限值」，也就是一說，如果我們依舊把低劑量輻射所產生的那些到今天為止都無法觀察到的傷害當作是傷害的話，那麼我們永遠沒有得到優質影像的一天。

我們每天掛在嘴邊的「合理抑低」真的合理嗎？我認為今天許多輻射實務真正矛盾並不在規則的本身，從業人員的自我認同與道德勇氣更是影響社會氛圍的重要因素。光只有知識是不足以支持專業的，更多從「人」出發的思考才能讓專業成為社會的要素。

放射治療新紀元 – 更有效的消滅癌細胞

編譯者 黃偉倫

國立清華大學核子工程與科學研究所 碩士

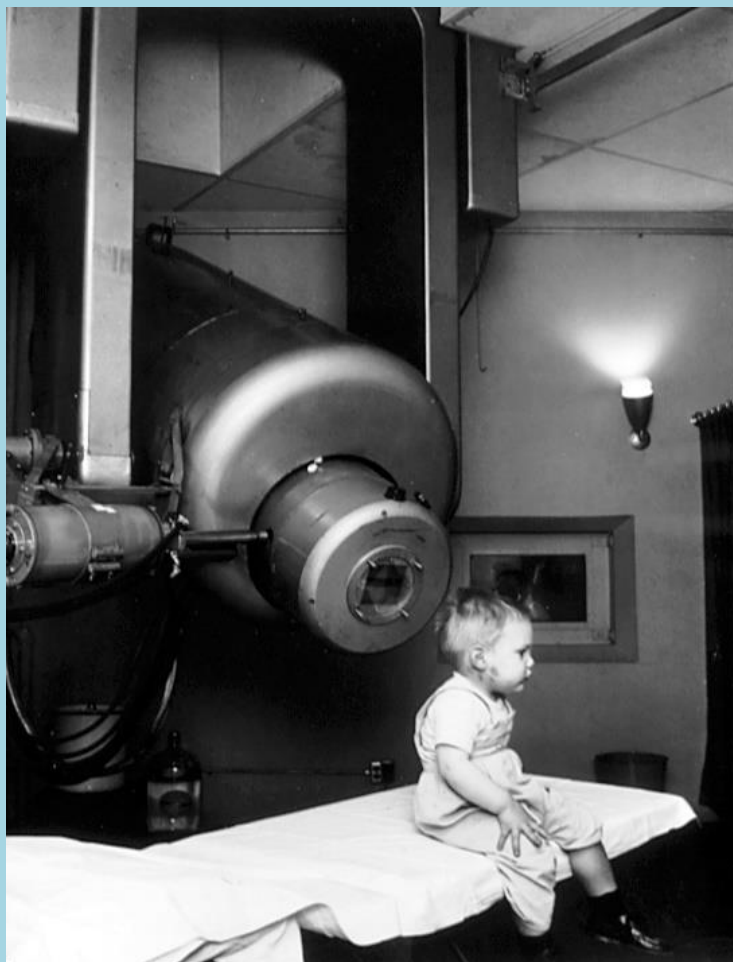
近年來，全球每年超過一千四百萬人被診斷出癌症，在癌症的治療過程中通常不單使用一種治療方法，約一半的病患在療程中選擇放射治療，並配合手術或化療。

西元 1901 年輻射首次運用在癌症治療上，自此打開了癌症治療的新篇章。得力於物理、技術、和演算能力的不斷精進，放射治療進入了一個更有效和安全的新世代，亦提升腫瘤定位的精準度、改善治療成效與降低復發機率，讓病患在療程時的生活品質得以改善。

放射治療的目標

放射治療的目的是利用放射線照射腫瘤，盡可能殺死所有癌細胞，同時以病患安全為優先考量，最小化腫瘤附近正常組織和關鍵器官的傷害。為了達到此目標，治療前需仔細的評估腫瘤，借助診斷成像與相關工具擬定治療計畫，之後才使用放射治療儀器將所需劑量精確的打在腫瘤位置，以達到治療效果。

高劑量的輻射能有效地殺死更多的癌細胞，但同時也將腫瘤附近的正常細胞置於高風險的環境，因此精準的腫瘤定位和劑量傳遞，是安全及有效的進行放射治療之關鍵，所以近年放射治療技術的提升主要圍繞在這二個主題上。



第一位使用放射治療治療視網膜母細胞瘤的病患
(照片來源: National Cancer Institute)

放射治療的概念與原理

當身體內的細胞出現異常的分裂和成長且不可控制之時，將造成癌症的發生，其最有效的治療方法即直接殺死或移除癌細胞。放射治療由放射腫瘤、醫學物理和放射治療等專家，經過一連串的評估後，藉由放射治療儀器所產生的游離輻射在癌細胞內釋放能量，造成癌細胞的 DNA 鍵結受損，癌細胞天生的缺陷讓受損的 DNA 無法修復，因此照射後的癌細胞將無法分裂和成長，最終邁向死亡。照射中，正常細胞也暴露在少量的輻射之下，但由於正常細胞構造完整，較癌細胞

有更強的能力修復受損 DNA，增加了正常細胞在放射治療後的存活能力。

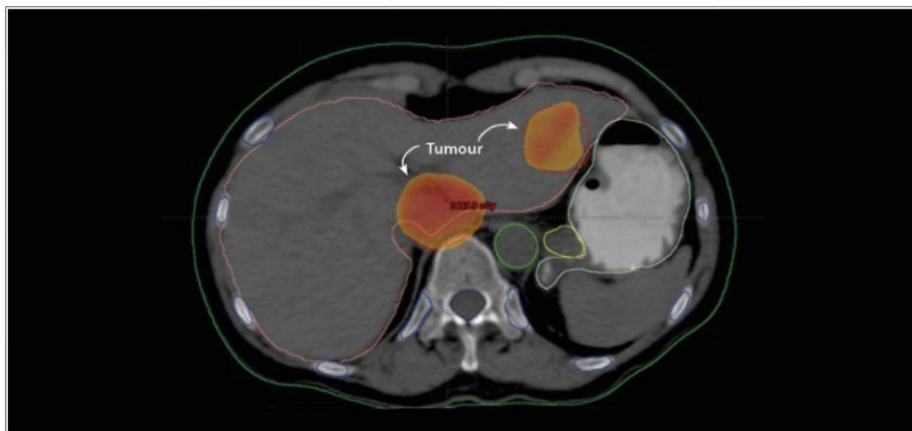
為求降低腫瘤附近正常細胞與關鍵器官所受到的傷害，除了力求腫瘤位置的精準定位和照射截面與腫瘤輪廓相符，也可藉多角度的照射，分擔各照射路徑上正常細胞受到的輻射劑量，最終不同角度的射束匯聚在腫瘤上，累積劑量使癌細胞達到致死性破壞。

軀體立體定位放射線治療的發展近況

影像和治療計畫技術不斷進步，從傳統的 2D 放射治療技術演進為 3D 放射治療技術，使相關的影像與後續成像(在

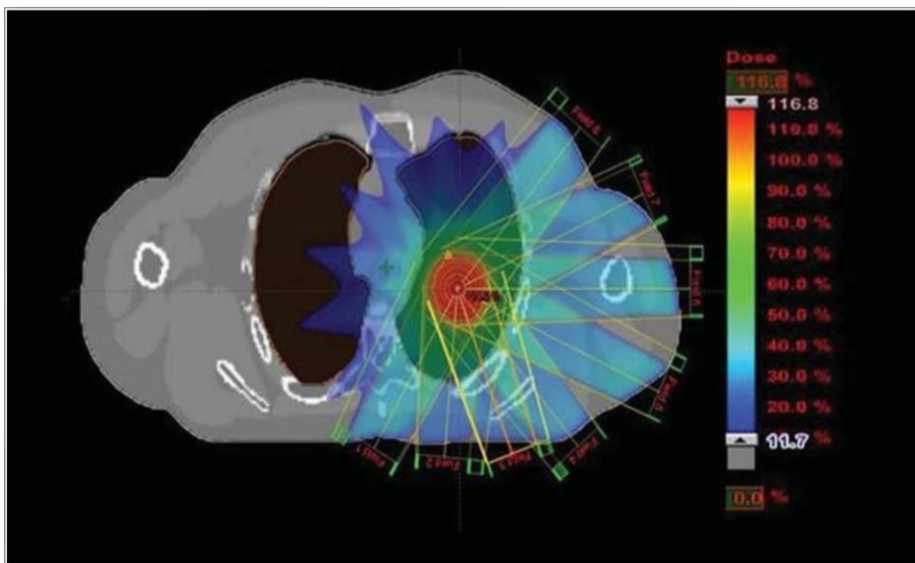
取得腫瘤位置影像後，定義腫瘤與正常組織交界點的步驟)能有更好的品質，治療計畫程式的自動化也幫助放射腫瘤科醫師能準確的計算腫瘤各部位所需給予的輻射劑量和照射角度。

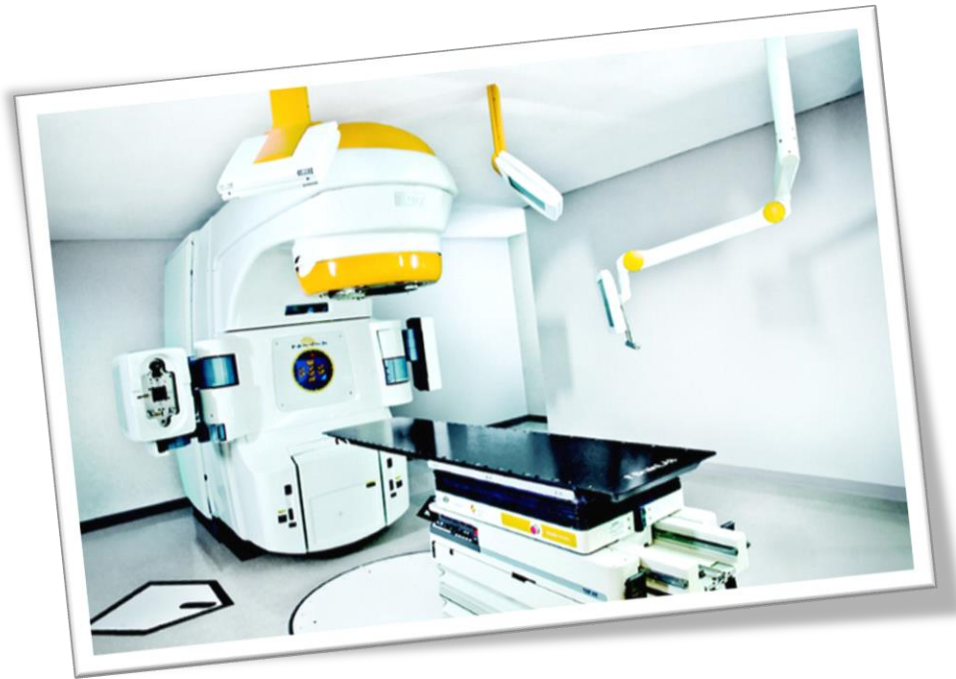
診斷成像和放射治療儀器的品質，皆與治療的精準度相輔相成，傳統的診斷成像缺乏細節且受限於治療儀器，導致治療精準度低，需降低劑量來保護病患的安全，甚至根據患者的身體狀況，有時在療程中排除放射治療選項。3D 放射治療技術的發展，大幅的改善了治療的精準度，提供病患更好的治療選擇。



使用軀體立體定位放射線治療治療肝癌的病患(圖片來源: National Cancer Institute, Egypt)

SBRT治療計畫對於XCAT假體中肺部腫瘤照射的射束角度與劑量分布(圖片來源: Journal of cancer research and therapeutics)





SBRT 治療設施 (圖片來源: Max healthcare)

軀體立體定位放射治療 (Stereotactic Body Radiation Therapy, SBRT) 將照射技術與精確度提升到一個全新世代。SBRT 除了高細節的成像，其獨特之處在於具備長、寬、深度以及位移之 4D 成像技術，幫助在治療時動態導引射線並調整參數，能非常準確地將射束從數個角度照射腫瘤所在位置。藉由增加照射角度的數量，每條射束的能量強度均可降低，減少射束路徑上的正常細胞產生副作用的風險，數條射束最終匯聚在腫瘤處，使癌細胞暴露在相對傳統治療更高劑量的輻射之下，意味著可降低治療的照射次數，提供更有效率的治療。

與 IAEA 合作超過 20 年的埃及國家癌症機構 (National Cancer Institute, NCI) 放射腫瘤部門主任 Tarek Shouman 說：「對於一些常規放射治療不適合或效率低的癌症，SBRT 是個新的治療機會。」Shouman 與在 NCI

的團隊，靠著 IAEA 的技術支援，目前使用 SBRT 來治療早期肝癌、復發性頭頸癌和肝細胞癌 (Hepatocellular carcinoma, HCC)，其中 HCC 為埃及男性最常病發的癌症種類。

肝癌是目前世界上致死率第三高的癌症，像 HCC 這類的肝癌，數年來常規的放射治療為了避免危害周圍的正常肝細胞，無法將足夠高劑量的輻射投放到肝癌細胞，導致這類癌症無法得到有效的治療，SBRT 從最根本處改善了放射治療的成效，即使對非常小的肝腫瘤也能提供高劑量低風險的治療。

SBRT 在腦癌、肺癌、頭頸癌與 HCC 可將病患的照射次數從原本的 30 到 35 次降低至 1 到 5 次，經統計 SBRT 對某些癌症的二年存活期高達 80% 至 90%，這與手術切除腫瘤的成功率相近，但風險卻更小。SBRT 的發展迅速，未來可望有更多技術上的突破。

硼中子捕獲治療的概念與原理

硼中子捕獲治療 (Boron neutron capture therapy, BNCT) 最早於 1930 年代由美國物理學家 Locher 提出，與一般放射治療將儀器產生的游離輻射直接作用在癌細胞上不同，BNCT 是種二元性治療。BNCT 的治療過程可區分為二部分，先利用含硼-10 藥物聚集於腫瘤處，後使用特定能量範圍的中子照射腫瘤，讓硼-10 捕獲中子釋放能量破壞癌細胞。

BNCT 的關鍵之一為高品質的中子射源，確保足夠數量與能量的中子到達腫瘤位置，減少患者治療時接受到過多不必要的輻射劑量。中子較其他游離輻射有較高的穿透能力，對深層的癌細胞也可提供有效的治療，同時能降低正常細胞的劑量。相較於一般放射治療，BNCT 對於照射截面的形狀精確度要求並不嚴苛，確保腫瘤包覆在照射截面內即可。

含硼藥物的優劣也影響 BNCT 的治療效果，此藥物必須有以下三個重要特性：(1) 對正常細胞及組織的毒性低、(2) 能迅速從人體中代謝移除、(3) 對癌細胞親和性高且對正常細胞親和性低，如此才能殺死癌細胞同時保護正常細胞。因癌細胞代謝異常旺盛，對胺基酸有高度的吸收能力，目前使用結構與人體必需胺基酸相似的藥物來乘載硼-10，在腫瘤吸收此類胺基酸同時也將吸收硼-10 元素。如癌細胞無法吸收足夠的含硼藥物，造成癌細胞/正常細胞的吸收比未達特定標準，將無法進行有效的治療，需考慮放棄此療法。

當含硼藥物聚集在腫瘤處後即可開始進行照射，利用硼-10 的高中子吸收截面，吸收中子後釋出高能量 α 粒子與鋰-7 等重粒子，此二粒子在組織中行徑距離大

概與一個細胞的大小相當，因此能量只會沉積在反應發生周圍的癌細胞中，距離較遠的正常細胞將不受到傷害，此乃結合標靶治療與放射治療優點的二元性治療。

硼中子捕獲治療的發展近況

硼中子捕獲治療(BNCT)是近年逐漸發展成熟的癌症治療技術，可用於外科手術不易治療的惡性腫瘤，例如：多形性神經膠質母細胞瘤(Glioblastoma Multiform, GBM)。早期由於含硼藥物在腫瘤分布並不理想，且中子束品質低，對於病人的治療效果不佳，無法有效延長病患的存活期，但近年藥物的研發與核子工程技術的進步，使得治療成效獲得大幅提升。

傳統的反應器型硼中子捕獲治療設施(Reactor-Based BNCT, RB-BNCT)，其中子束來源為核子反應器，因核子反應器的種種限制，使 RB-BNCT 在醫院內建設不易，隨著近年粒子加速器的進步，取而代之的是更為輕便、便宜的加速器型硼中子捕獲治療設施(Accelerator-Base BNCT, AB-BNCT)作為中子束的來源。因 AB-BNCT 技術新穎、建設不易，目前世界上可提供人體治療的設施寥若晨星，且這些設施尚在臨床試驗階段，成果尚未發布。

國立清華大學自 1992 年開始 BNCT 的有關研究，在 RB-BNCT 的技術發展上已頗有心得，並積極推進 AB-BNCT 的研究與設施建立。2010 年開始與台北榮總癌病中心合作，對無法再以其他方式進行治療的復發性頭頸癌病患開始試驗性研究，兩階段試驗性研究的結果顯示：第一階段中 17 位病患，6 人腫瘤完全消失(Complete response, CR)，6 人腫瘤明顯縮小(Partial response,

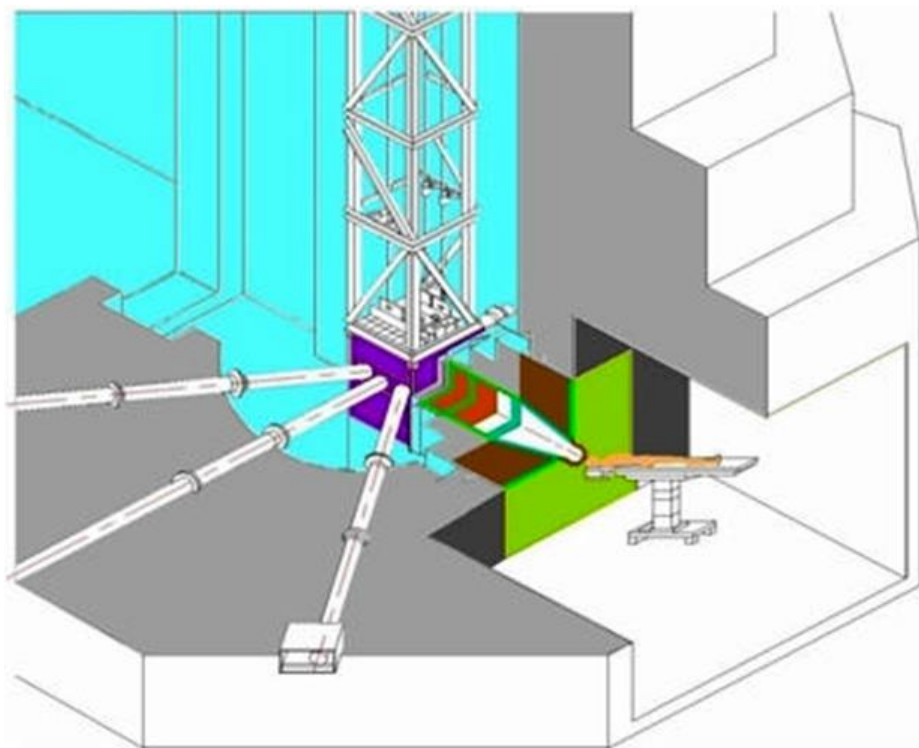
CR)，二年局部控制率 28%，二年全部存活期 47%；第二階段接收了 9 位病患，3 人腫瘤完全消失，治療結果尚在追蹤中。

BNCT 對於復發性頭頸癌的治療效果佳，療程只需 1 至 2 次的照射即可，大幅減輕病患負擔，並增進生活品質，未來的趨勢之一是以 BNCT 為頭頸癌的一線治療，並結合一般放射治療或化療，達到更好的治療效果。AB-BNCT 必然是未來的發展趨勢，藉由

AB-BNCT 的設施建立，期望未來會有更多癌症病患受惠。

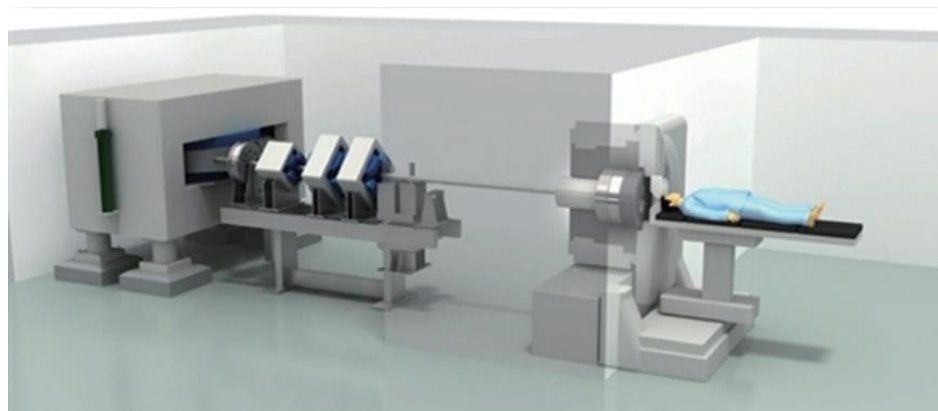
資料來源

1. <https://www.iaea.org/newscenter/news/killing-more-cancer-cells-than-ever-before-a-new-era-in-radiotherapy>
2. 王令璋(2017)。硼中子捕獲治療臨床應用之過去、現在與未來。台灣醫界，Vol.60, No.6, 303-306
3. <https://www.phew.tw/article/cont/phe-wealth/medical/Medicaltrends/4745/201808284745>



AB-BNCT 治療設施，左為加速器室，右為治療室。

(圖片來源: Lioness: light ion: boron neutron capture therapy, Sumitomo Heavy Industries)



清華大學 RB-BNCT 治療設施，右下為治療室，其後方為反應器設施。

(圖片來源: 2008 硼中子捕獲治療國際研討會，國立清華大學)

發行人
張似璵

執行編輯
陳 瑋

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