

計畫編號：DOH88-TD-1063

行政院衛生署八十八年度科技研究發展計畫

計畫名稱：醫用高能直線加速器使用之規範
與驗證制度之建立

研究報告

執行機構：高雄長庚紀念醫院

計畫主持人：梁 雲

研究人員：許軒之、陳翰森、游浚彥、劉明祥

執行期間：87年7月1日至88年6月30日

＊＊本研究報告僅供參考，不代表本署意見＊＊

目錄	頁數
目次	1
一、中文摘要	2
二、英文摘要	4
三、前言	6
四、材料與方法	8
五、結果	11
六、討論	13
七、參考文獻	17
圖次	18
表次	23
附錄	25

摘要：

摘要：

關鍵詞：高能直線加速器、使用規範、驗證制度

目的：對貴重而精密的可發生高能量游離輻射線設備在醫療上的使用，訂定一套規範以及落實驗證制度，使癌症病患接受放射線治療時有安全的保障。

研究方法

- (一) 直線加速器每日使用前的基本校正：以一年的經驗及完整記錄在每日校正項目中來評估設備的穩定性及準確性。
- (二) 直線加速器每日使用過程監控：以一年時間分析及記錄現有套裝軟體監控技術人員治療病患過程中可能發生的瑕疵。
- (三) 直線加速器治療記錄本每週的定期校閱：收集一年中在每週治療記錄本校閱出的錯誤，以作為病患治療誤差的預警制度。

結果

- (一) 對五部直線加速器在 Gantry 位置，ODI, laser, field size, output, flatness, symmetry 等項目做每日校正，其各項誤差率均在 AAPM-TG-40 號報告的忍受值以內，顯示直線加速器的穩定度良好。
- (二) 回溯分析經一年治療病患達 71976 照野的三台使用 Varis 軟體的直線加速

器，在技術人員的操作過程中，僅有約 1.5%錯誤率。而最多錯誤的前三名為(1) 能量選擇錯誤(29%)，(2)照野開錯(29%)，(3)monitor unit 設定錯誤出現。

(三) 治療記錄本的每週校閱，發現在 9000 本病歷校閱次數中，有 1.9%的錯誤出現，錯誤內容以治療記錄項目寫錯誤佔 52%，劑量計算錯誤佔 45%，剩餘 3% 為治療輔助參數設定錯誤。

結論及建議

使用精密高能直線加速器在每天治療病患前，必需經過測試及校正，才可使用於治療病患。有良好保養，此設備的穩定度才能確保。而上述執行校正及品管項目，是最基本的要求。以 Varis 記錄及監控系統，確能減少技術人員在執行複雜治療時引起的錯誤。每週治療記錄本的校閱，可找出技術人員在計算病患給予劑量或記錄上的錯誤。進而在人員訓練上予以加強，務求把可能發生的錯誤減至最低。

Abstract

Key word: linear accelerator, regulation, verification system

Object: Setup the regulation and verification system for the expensive and sophisticated medical used high energy ionizing facilities in order to protect the safety for the cancer patients to receive radiotherapy.

Materials and Methods

- 1) Basic daily calibration for linear accelerator: to collect the whole year daily calibration data in order to evaluate the stabilization and accuracy of the facility
- 2) Monitoring the daily operation of linear accelerator: to collect the whole year errors through the record and verify software system while the radiation therapists operating the facility
- 3) Weekly review of the treatment record of linear accelerator: to collect the whole year errors of the man-made mistakes for weekly chart review in order to setup the warning system for patient treatment

Results

- 1) The data for daily calibration for five linear accelerators revealed that the gantry position, ODI (optical density index), laser, field size, output, beam flatness and symmetry were all within the tolerance level reported by AAPM-TG-40. It means that the stabilization and accuracy of these facilities are in good condition.

- 2) We had retrospective study of the 71976 treatment portals by 3 linear accelerator in last year, which used Varis record and verifies software for daily monitoring the operation of the treatment. Only 1.5% errors were found. The most often errors were 1) 29% for selecting wrong energy 2) 29% for field size setup errors 3) 3% wrong setup for monitor units
- 3) There were 9000 times weekly chart reviews in past year. Only 1.9- % errors were found. The treatment record mistake were 52%, miss-calculation for monitor units were 45%, then the setup errors for some parameters were 3%.

Discussion and suggestion

It is mandatory to perform daily calibration for sophisticated linear accelerator before patient's treatment. Having a good maintenance is the guarantee for facilities stabilization. The above calibration items were the basic requirements for quality assurance. Varis record and verify software markedly reduced the man-made mistakes by radiation therapists in proceeding the complicating technique. The weekly checked chart could find out the recording or calculating errors by radiation therapists. Hence, based on our experience, we can strictly enforce to minimize these kinds of errors in the training program for our colleagues. We also suggest that the hospitals having the department of radiation oncology in proceeding the complicating treatment technique should have regular daily calibration for the facilities, monitoring the operating procedures by therapists, and minimizing the man-made mistake in record or calculation for the treatment. It is importance for the quality control by using ionizing radiation for cancer treatment.

前言

近年來，癌症死亡人數一直居國內十大死因之首，而高能量的放射治療儀器，如：直線加速器、鈷六十遠隔治療機等，在眾多癌症治療方法中也佔相當重要角色，尤其是直線加速器更是當今放射治療的主力。在政策上，衛生署爲了避免醫療資源的過度集中，造成不必要的浪費，因此對昂貴的醫療設備進口有所管制。此項管制有助於貴重醫療儀器的區域性均衡，使醫療水平的城鄉差異盡量拉近，其立意可謂甚佳。可是，這些貴重而精密的醫療設備一旦進口，設立在各大、小型醫院第一線使用在病患身上，其使用的適當性，品質的管制，驗證制度等則缺乏政策或法令去規範。

目前國內高能直線加速器從 82 年底統計的 29 台到現在增加至 52 台[1]，短短三年間多增加了 23 台，約接近一倍的數量。這設備可算是構造最複雜，精準度要求甚高，輻射能量極強的醫療儀器。它可以用來針對人體的惡性腫瘤部位加以照射，達到消滅癌細胞的效果，但當它使用不當時，也可對人體正常的器官或組織，造成不可逆性的傷害。基本上，病患每天接受直線加速器釋放出的高能量光子（photon）或電子（electron）照射，其過程是不癢不痛，無色無味。當放射腫瘤科醫師醫囑上給予劑量（prescribed dose）爲 A 單位，照射範圍爲 100 平方公分時，你只能相信此機器的輸出劑量功率，大小範圍爲恆定與正常，機器轉動時的角度與儀表顯示爲一致，應該會準確地治療病患。事實上，一台精密度高的直線加速器極需要每日去校正、測定，有良好的品管規範，才能安全地使用在治療病患上。

近年來，因為電子技術及電腦設施不斷進步，放射治療技術也因此日趨複雜。新的技術如三度空間立體定位放射手術（stereotactic radiosurgery）、順形放射治療（conformal radiotherapy）[2]、半照野阻擋技術（half beam block technique）[3]等都涉及複雜的放射治療技術，技術師在治療過程當中有沒有人為的疏失，例如照野大小設定之誤差，給予劑量的錯誤輸入，或治療輔助工具的誤放等。因此人員的操作監控甚為重要。所以放射治療的醫療品質除了上述一些物理因素之外，執行治療工作的放射技術師也是相當重要；如果技術師不細心執行治療作業程序，則再好的治療計畫，再好的機械條件也是功虧一簣。由此觀之，機械、電子方面的誤差我們可以很容易掌握，但對於人為誤差(如：病歷抄寫錯誤、劑量算錯、機器執行治療時參數設定錯誤、機器旋轉角度轉錯、治療照野大小開錯、…等等)，我們確實不容易掌握管理。

這些疏失在每一個放射治療部門均會發生，但如何建立一驗證制度，使錯誤在短期發現，並予以更正，超過容忍度，總治療劑量便要調整等。一份完整的治療記錄及定期校閱對癌症病患是一種保障，可減少人為的疏失。正因為國內醫用直線加速器近三年來大幅度增加，而衛生單位也沒有一套完整的驗證制度與使用規範予以輔導，使國內放射治療水準參差不齊，相對會影響癌症病患的局部控制率與存活率。如僥倖存活下來，放射治療的副作用也令病患生活品質低落。這確實為國內直線加速器使用上的問題狀況。

目前國內正缺乏對醫用高能直線加速器使用規範與驗證制度的研究，文獻發

表更付諸闕如。更且醫學物理師的專業證照制度仍未建立，很多擁有直線加速器的醫院並沒有合格受過完整訓練的醫學放射物理師，使此昂貴而精密的高能量游離輻射設備，品質管制方面有很大的漏洞。

在國外，此等研究大多是在醫用放射物理學的範疇，對直線加速器產生出來放射線的物理性做驗證，機器的穩定度，準確性做品管[4,5,6]。但是在直線加速器的人為操控（可說在臨床應用），治療記錄的整體規範及驗證上，仍未見有整合性的報導。放射治療部門的硬體設備使用規範及驗證制度，正為部門的品質管制重要的一環。本研究如確實能建立醫用直線加速器的規範及驗證制度，可建議作為健保給付的參考標準。

材料與方法

本計畫實施的工作項目主要分為三部份：

一、直線加速器每日使用前的基本校正

對於醫用加速器之品質驗證計劃，國外已有許多文獻得以查閱，主要參考資料為美國醫學物理學會研究小組 40 及 45 號報告[4,5]，本計劃所提出的醫用加速器每日驗證制度可分為三個部分，每日檢測的時間共約需花 15 分鐘。

1.機械方面的檢測：

包括 gantry、ODI 及 positioning laser 的準確性[7]。

2.輻射劑量輸出方面之檢測：使用檢測之儀器為 Sun Nuclear Profiler。

包括射束之 output、flatness、symmetry 及輸出能量[8]。

3.安全開關之檢測：

含治療室影音監視系統之正常工作及鉛門之安全開關[4,5]。

本計劃乃使用一多功能之輻射劑量測定儀 (Sun Nuclear Profiler)，可於一次輻射曝露後同時得到多種放射線之特性，除包含 output、flatness、symmetry 外，更可分析 light/radiation fields 相合性，penumbra 等，甚至可分析動態楔型濾片之 profile。將每日檢測的結果記錄於附錄一，並記錄當日大氣壓力及室內溫度以便於資料做溫壓修正。對於檢測結果我們將以系統化的整理而分析出最常發生不準確的項目，以作為訂立規範的依據。

二、直線加速器每日使用過程監控

由於放射線治療為高能量、高劑量，故治療前的參數設定如照野大小、劑量 (monitor unit)、轉臂角度 (gantry angle) 及 couch position 等均需審慎設定。本計劃於直線加速器上加裝 Varis 套裝軟體[12] (乃利用電腦網路架構將直線加速器和電腦資料庫之病患資料聯結在一起，藉此系統發揮記錄與驗證的功能)，於治療前先將每位病人之參數輸入電腦，項目包括射束種類、照野大小、能量選擇、劑量 (monitor unit) 多寡、楔型濾板 (wedge) 使用與否、機器本

身旋轉臂 (gantry) 角度及治療床位置 (couch position) 等(圖一)，輸入後須做記錄於附錄二並由另一人重新檢查(double check)以避免原始資料錯誤。日後每日治療時若技術師輸入機器之參數有誤，此系統即刻會亮出紅燈警訊(圖二)，提醒更正並將錯誤原因(圖三)做記錄於附錄三。我們將以一年的時間，對七萬一千九百餘治療部位數做評估，從而分析技術師於治療病患過程中常犯的錯誤原因及比率。

三、直線加速器治療記錄本的定期校閱

校閱人員：具豐富臨床經驗的物理師或劑量師

校閱頻率：每週一次

校閱內容：(表一)

- 1.使用之參數及附屬設備是否與治療計劃相符，如楔型濾板的角度、射束加重比例 (beam weighting)、射源能量等。
- 2.劑量單位 (monitor unit) 之驗算
- 3.治療記錄是否錯誤

回報制度：

病歷檢閱後，訂立合理可接受的誤差範圍，若超出可接受的誤差，須立即停止治療。

錯誤分析：

預計以一年的時間對 9000 本病歷作分析，歸納失誤原因及統計誤差比例，以作為日後對技術人員加強訓練的依據。

結果

使用 Sun Nuclear Profiler 校正設備收集五部直線加速器(表二)在一年中的運轉情況。在機械校正方面，Gantry 與 ODI 在直線加速器中為固定設施，穩定性高，Gantry 角度均在 1° 以內，而 ODI 誤差值更小。因此，在一年監測校正當中，其誤差均在忍受值範圍之內。

在劑量校正方面，以各種能量 output 為測量之重點，在附圖中(圖四、五、六)顯示 L2 到 L4 為兩種光子能量設備，包括 6 與 10 或 15MV 之光子，其每日監測之誤差值均在 3%以內。此外，射束 flatness 與 symmetry 方面，每次均顯示在 profiler 之儀表板當中，沒有記錄在校正記錄本上，但 flatness 之誤差值均在 2%內，而 Symmetry 也在 3%以內。

由表三的結果統計發現，本科三部接有 VARIS 系統的直線加速器在 87 年 7 月至 88 年 6 月間共治療了七萬一千九百六十四部位數，其中共有一千一百零四次發生技術師選擇錯誤治療參數，如：能量、治療照野、...等等或放錯 wedge 等附屬器材，其發生率為平均 1.5%(表三)。在所有的錯誤項目中，以選錯能量的發生率較高(因為其中有一部直線加速器為單一能量，所以只有兩部的錯誤

率即高達 29%)。照野大小的錯誤率也是 29%，其他依序還有 M.U 按錯，旋轉臂角度錯誤，....等等(圖七)。

從 1998 年 7 月至 1999 年 6 月期間，在約 9000 本次數的病歷查核中發現 172 本有錯誤的病歷，其中屬於劑量計算錯誤占 45%，屬於治療記錄填寫錯誤占 52%，其餘 3%屬於治療設定錯誤或其他錯誤。所發現錯誤在各治療機器分布情形如 (表四)，發生錯誤較高為 L4，L1 及 L2 次之；而就發生錯誤類別與治療機器關係上 (圖八)，L1 及 L2 等機器的錯誤類別，屬於第一類的誤差即劑量計算錯誤均高於第二類的治療記錄填寫錯誤，而編號 L3、L4、L5 等機器則與前者相反；另一方面，因本科病患每天接受治療時間為固定同一時段，故我們可就所有發生錯誤病歷分析其與病患接受治療時間關係 (圖九)，其中最高者為下午 3 時至 4 時，我們進一步分析每一時段所發生錯誤病歷其各類誤差所占比例 (圖十)，其中下午 1 至 2 時段第一類誤差較第二類誤差有顯著提高，但並無發現有統計上意義存在，但就各治療時段錯誤中各機器的分布情形 (表五)，我們可明顯發現 L4 機器在下午 3 至 4 時在劑量計算有偏高情形，共有 13 例錯誤，而治療記錄填寫錯誤占 9 例，以上關於錯誤時段的分析，對部門來說，除可提供治療技術師進一步的資訊以避免錯誤，更可提供每一時段安排病患人數的參考指標；而在所有劑量給予誤差的病歷中，其單次給予劑量與每日處方劑量誤差率 (表六)，大都低於 5%，而大於 15%有 8 例，均立即報告直屬醫師，做治療總劑量之調整。

結論

近年來因為電子、電腦等技術發展日飛猛進，在放射治療領域內，複雜而精密的設備帶領著治療技術往上提升，其目的是希望在癌症病患放射治療上能有更好的療效及更少的副作用。本研究是以一年時間收集放射治療部門內每天使用五部直線加速器，治療兩百癌症病患的經驗，訂造一套規範與品管模式，以供各界參考。

(I) 直線加速器每日使用前的基本校正：

五部直線加速器的每日校正，使用 Sun Nuclear Profiler 對 Gantry, ODI, laser, output, flatness, symmetry 等項做持續性的測量，以確保直線加速器的穩定性。各項目中均有其忍受度(Tolerance)。在經一年測量，各直線加速器的穩定度均在要求 3%以內。從未發生過在 Daily check 中出現重大誤差。直線加速器每日使用前的基本校正，雖然說在一年的監測當中均沒重大的誤差，這並不是說可予以忽略。這只是證明平常直線加速器有良好的定期保養，尤其是部門內有自己的維護工程人員，精密設備的穩定度有一定的保障。而常態設定的校正項目可說是基本而必需的，也是對放射線品質的最終監控。

(II) 直線加速器每日使用過程監控

三台有 Varis 系統監控的直線加速器上，可對技術人員操作過程做記錄及驗證。在收集三年多的資料上顯示，此系統可發揮一定的品質管制效果。尤其是在執行複

雜療程時，錯誤的發生會相對增加。本科在 84 年間始進行複雜的三度空間順形放射治療，在 Varis 系統監控下，數據顯示隨著技術人員熟練程度，其發生錯誤的機率逐漸下降(圖十一)。相對的，當新進人員加入時，錯誤相對提高。

在記錄發生錯誤的項目當中，以選錯治療能量為最常發生錯誤，其次為照野開錯，再為 monitor unit 設定錯誤與及 gantry 轉動誤差等。當然這些錯誤在 Varis 系統中會馬上顯示，並著使治療不得進行。

經一年的統計顯示，三台有 Varis 監控的加速器平均錯誤率，約在 1.5%，其在可接受範圍之內。(接受度在 3%以內)

建議使用高能直線加速器治療癌症病患，為確保治療的品質，極需要對治療過程的操作有所監控，以盡量減少人為之疏失。尤其是現今之放射治療技術趨於複雜化，沒有記錄與驗證系統的監控，治療過程確會令人擔憂。但此系統之所以能成功運作，有賴醫師、護理、行政、技術等人員把病患各部份之資料輸入軟體才能達到一定作業之效果。

(III) 直線加速器治療記錄本的定期核閱

此為以額外人力去稽查放射治療記錄本在計算劑量，執行治療記錄，治療輔助器具的使用等是否有錯誤做監控。分析在一年內於 9000 本數的病歷查核中發現有 172 本為錯誤，約 1.9%，此為可接受程度。其中以治療記錄填寫錯誤為最多，次為劑量計算錯誤。

從發生錯誤在各治療機器分布上，由於各治療機器系統不同，也反應在所檢查出錯誤的形態上，其中 L1 及 L2 為較早期之機型，治療參數的給予為操作人員手動給予方式，無記錄和驗證系統，故在治療病患安排以較簡單的治療技術為主，但由於多未使用電腦治療計劃系統計算監控單位 (monitor unit)，所以產生較高的劑量計算錯誤比例；而在其餘的機器，由於擁有多葉準直儀、不對稱照野 (asymmetric jaws) [3]及記錄和驗證系統，故在病患的安排多為較複雜的順形治療為主，多數病歷都經仔細驗算過，故劑量計算錯誤情形較少見，但由於治療的複雜化，也造成治療記錄書寫的複雜程度提高，錯誤發生率也隨著提高。因此，對於執行複雜的治療計劃，除了使用先進的治療系統外，配合定期的病歷查核是不可或缺的。

在給予劑量錯誤上，共有 8 例其單次治療誤差超過每日處方劑量 15%，經分析為每日處方劑量更改但監控單位未適時修正，或使用的射束修正器材如楔形濾片、補償器 (compensator) 等但監控單位修正錯誤或未修正，因此為降低上述情況發生機率，對治療中變更處方劑量，除了在病歷上更改外，應建立監控單位更正後回報的規範，而對於使用射束修正器材的劑量修正，應建立計算驗算制度。

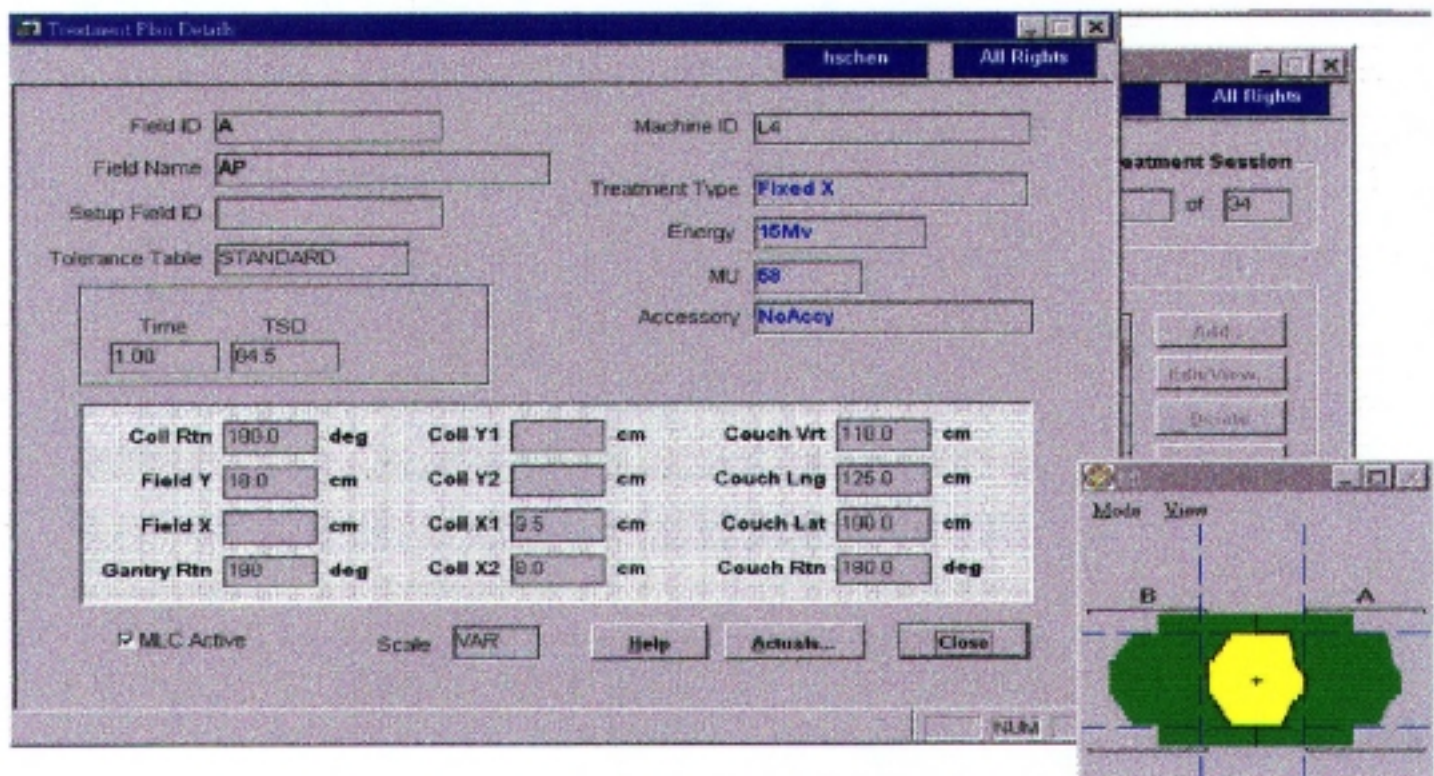
國際輻射單位與語量測委員會 (ICRU) 建議施予病患的劑量與處方劑量必須在 5% 的誤差內 [10]，而在原子能委員會對遠隔治療項目中記錄事件 (record event) 及醫療失當 (misadministration) 的規範也有明確的標準 [11]，因此在執行每週病歷查核所發現的誤差，應訂定回報制度，本科是以總誤差劑量到達每週處方劑量 5% 時，須通知該病患主治醫師評估其影響程度，並決定是否更改原治療計劃，且彙整於定期

舉行的品質確認會議中提出報告。

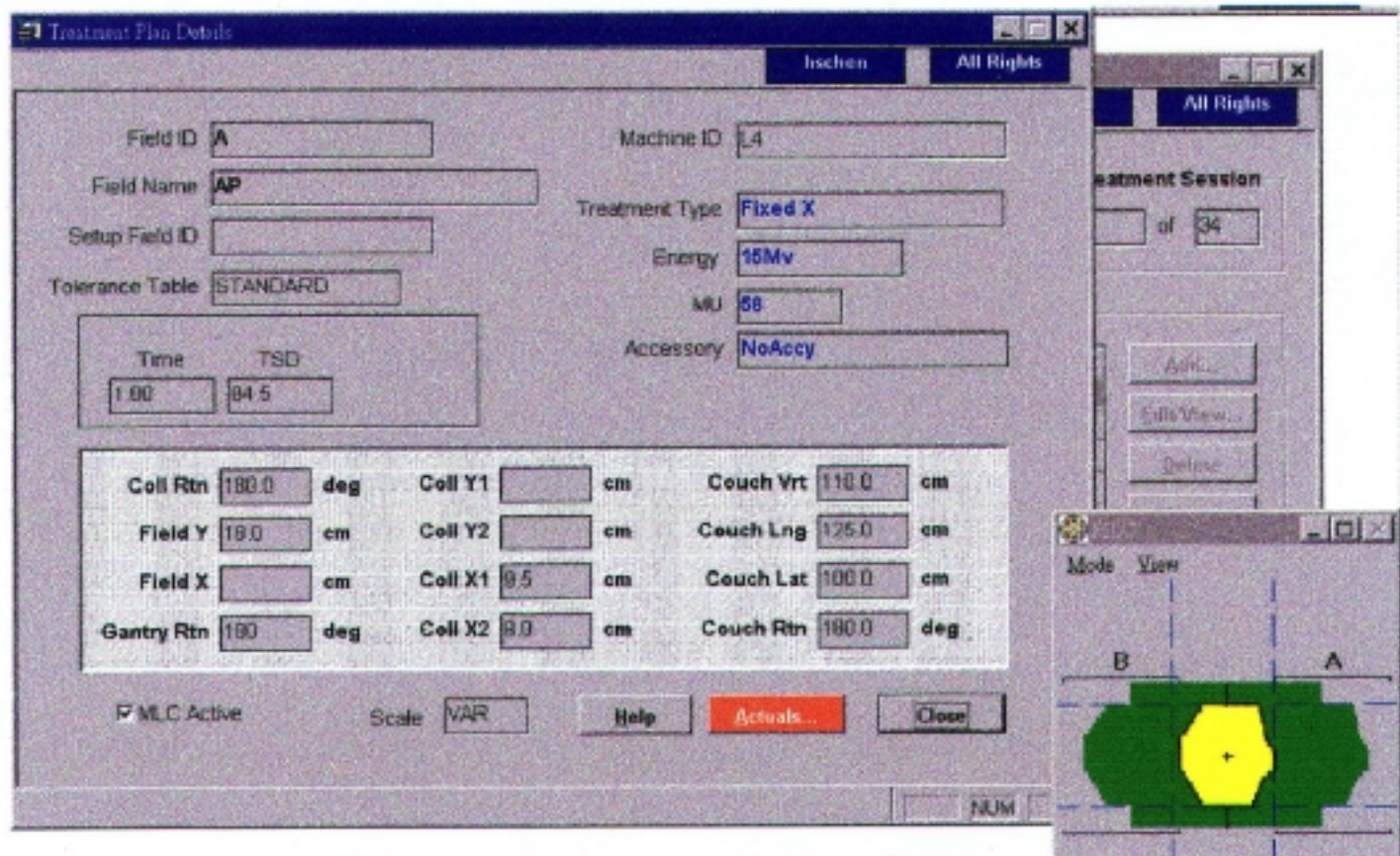
實施全面性的定期的病歷查核對於執行複雜的治療計劃能進一步確認治療執行的正確性，如有人為疏失，也能儘早發現錯誤並更正，而其結果分析，可提供人員教育訓練的參考，對治療品質的提昇，有其正面的效益存在。

參考文獻：

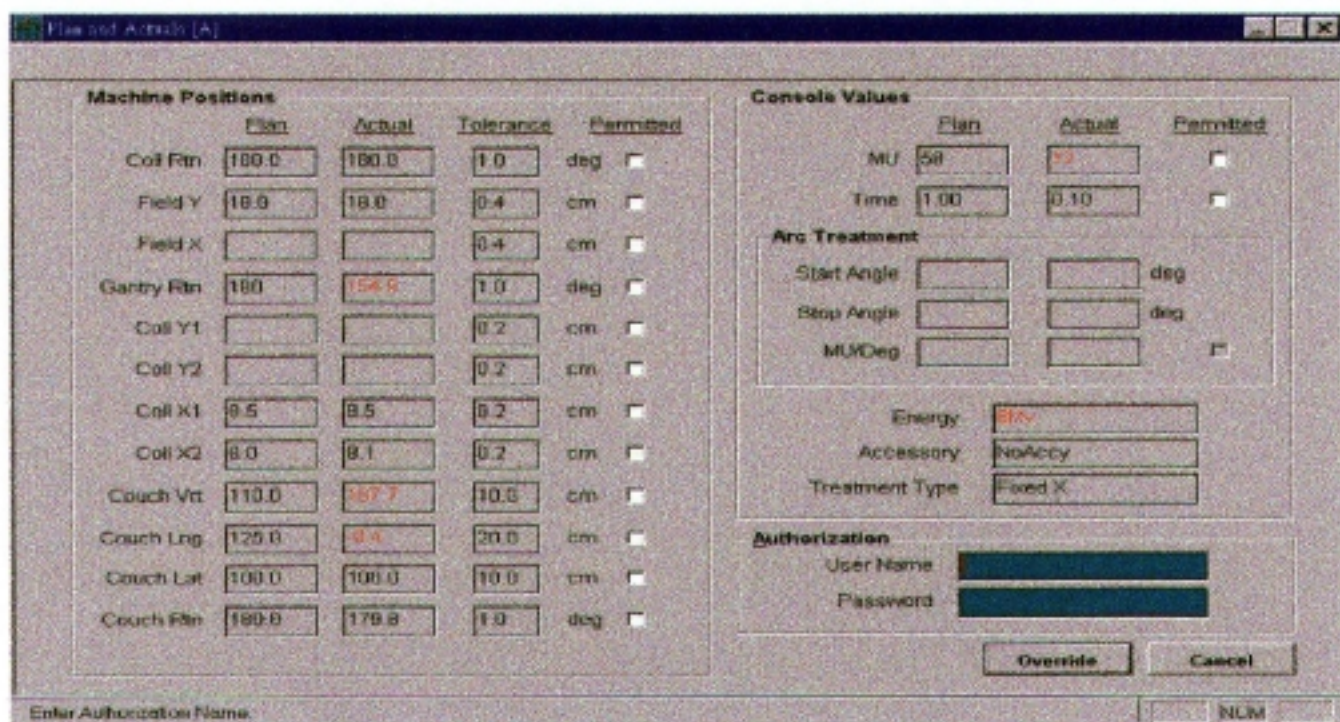
1. Stephen Wan Leung, Fu-Min Fang, Shyh-An Yeh, Chong-Jong Wang, Hui-Chun Chen: Manpower and facilities distribution in radiation oncology—the evaluation in Taiwan area. *Therapeutic Radiology and Oncology*. 1(2):109-114, 1994
2. Stephen Wan Leung, Shyh-An Yeh, Chong-Jong Wang, Hui-Chun Chen, Li-Min Sun, Fu-Min Fang: The review of 3-dimensional conformal radiotherapy. *Therapeutic Radiology and Oncology*. 3(2):135-141, 1996
3. Ming-Hsiang Liou, Stephen Wan Leung, J.H. Leu, W.H. Kan, J.M. Wu: Asymmetric jaws in radiotherapeutic technology. *Therapeutic Radiology and Oncology*. 3(3):199-204, 1996
4. Gerald Kutcher: Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Med. Phys.* 21:581-618, 1994
5. Ravinder Nath: AAPM code of practice for radiotherapy accelerators: Report of AAPM Radiation Therapy Task Group 45. *Med. Phys.* 21(7):1093-1121, 1994
6. AAPM Report 12: Physical aspects of quality assurance in radiotherapy. AAPM, New York, NY, 1984
7. Chris Constantinou: Protocol and procedures for quality assurance of linear accelerators. Brockton, MA, 1993
8. Faiz M. Khan: The physics of radiation therapy, second edition, 1994
9. Benedick A. Fraass, Ph.D., Kathy L. Lash, B.S., R.T.T., Gwynne M. Matrone, Sussan K. Volkman, Daniel L. McShan, Ph.D., Marc L. Kessler, Ph.D. and Allen S. Lichter, M.D.: The impact of treatment complexity and computer-control delivery technology on treatment delivery errors. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 42(3):651-659, 1998
10. ICRU (1976): Determination of absorbed dose in a patient irradiated by beams of x- or gamma-rays in radiotherapy procedures, ICRU Rep. 24, International Commission on Radiation Units and Measurement, Bethesda, MD.
11. 行政院原子能委員會。醫院游離輻射防護委員會導則。醫用游離輻射安全管制手冊。行政院原子能委員會編印；55-60。
12. VARIAN: VARI-S Using Treatment manual



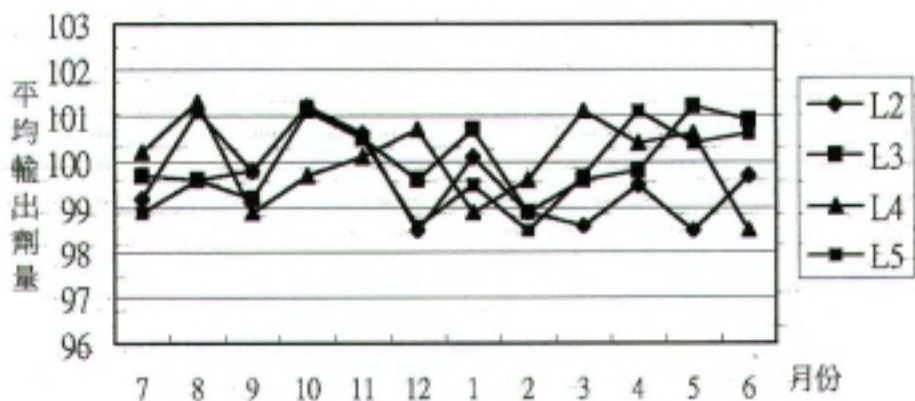
圖一、個人治療參數及多葉式準直儀形狀均輸入電腦存檔



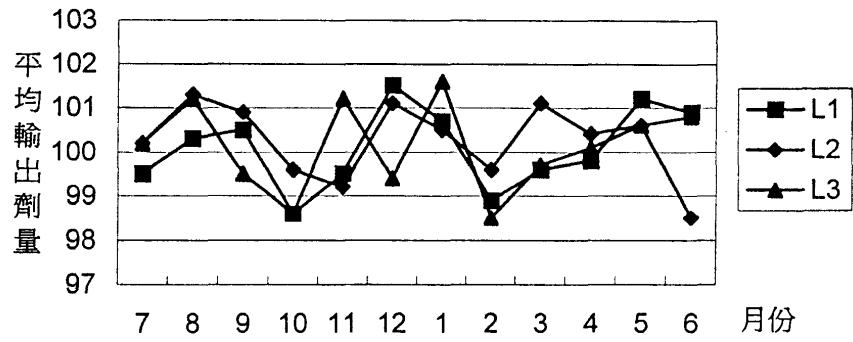
圖二、當輸入治療參數與正確資料不符時，電腦會出現紅色警告訊號。



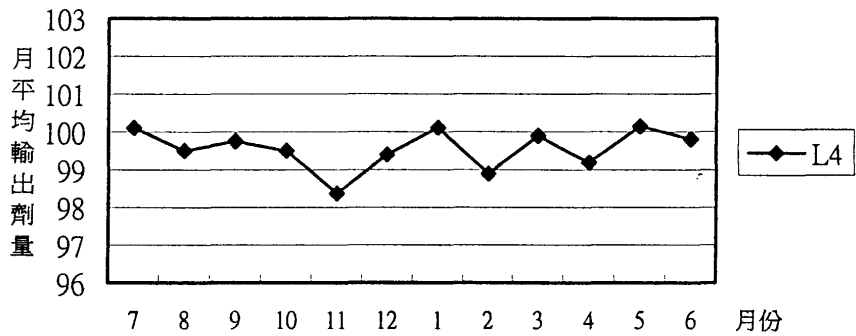
圖三、當紅色訊號出現時，可由圖二之紅色按鈕得知錯誤項目為那些。



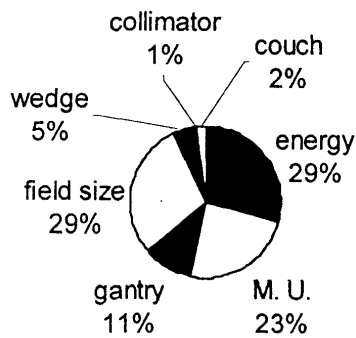
圖四、直線加速器6MV月平均輸出劑量折線圖



圖五、直線加速器10MV月平均輸出劑量折線圖

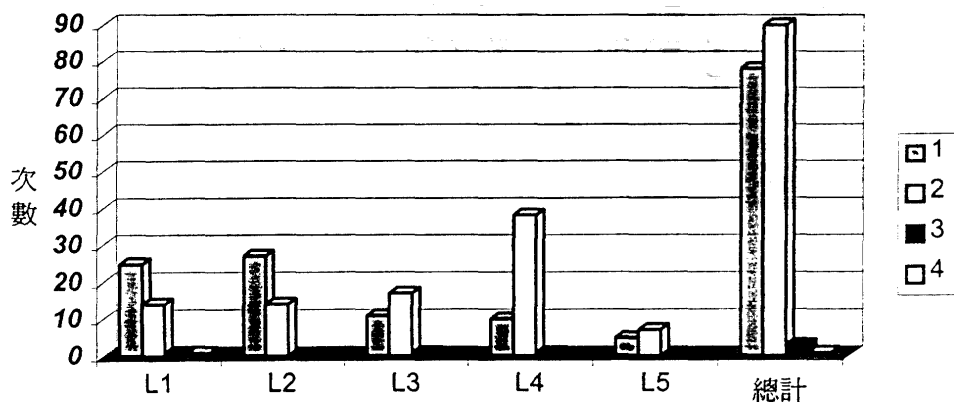


圖六、直線加速器15MV月平均輸出劑量折線圖

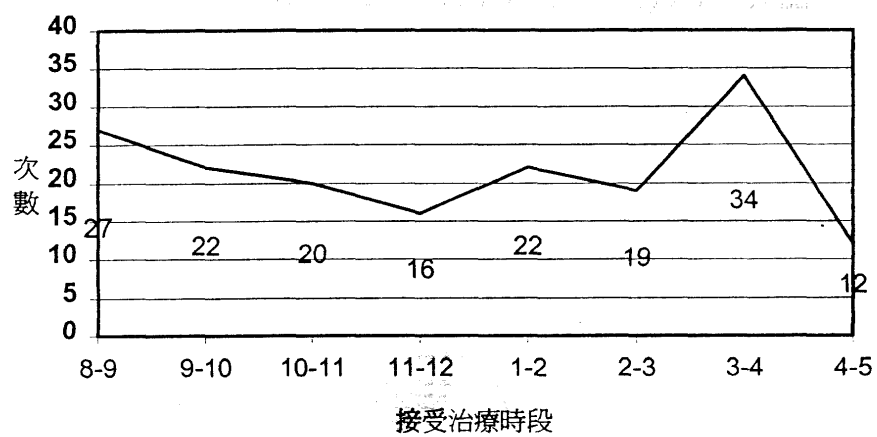


圖七、發生錯誤項目之分類及百分比分佈圖

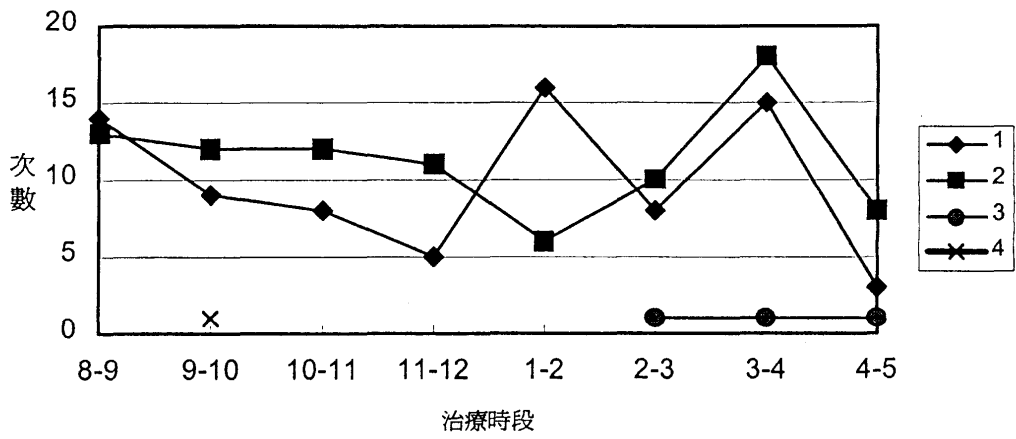
(L-5 沒有錯選 energy 的問題，否則 energy 的錯誤率將會更高，但本圖可提供如單一能量之機型做參考)



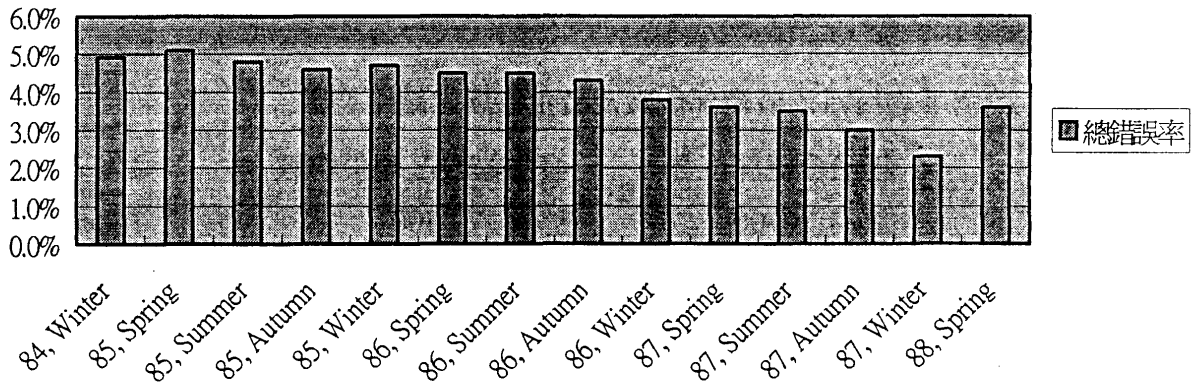
圖八、發生誤差次數與治療機器分類統計圖



圖九、發生誤差次數與病患接受治療時段統計圖



圖十、誤差類別與接受治療時間統計圖



圖十一、每季總錯誤率之發生率

表一 錯誤原因分類說明

- 1. 劑量計算或給予錯誤
- 2. 治療記錄填寫錯誤
- 3. 治療流程或設定錯誤
- 4. 其他

表二 治療機器特徵一覽表

特徵	L1	L2	L3	L4	L5
廠牌	NEC	Siemens	Varians	Varians	Varians
控制方式	electronic	electronic	computer	computer	computer
治療給予模式	manual	manual	R-V system	R-V system	R-V system
照野阻擋方式	blocks	blocks	MLC	MLC	MLC
光子能量	10	6,10	6,10	6,15	6
不對稱準直儀	no	no	yes	yes	yes

註：R-V system 為記錄和驗證系統 (record and verify system)

表三、各機器平均每月治療總部位數及發生錯誤之總平均數

機器	年治療總部位數	發生錯誤之總平均數	發生率
L-3	20700	300	1.45%
L-4	31607	516	1.63%
L-5	19656	288	1.47%
總和	71963	1104	1.53%

表四 發生錯誤次數在治療機器分布情形

L1	41
L2	41
L3	29
L4	49
L5	12

表五 所發現錯誤在各治療時段及機器分布情形

	L1	L2	L3	L4	L5
8-9	7	10	1	7	2
9-10	1	9	5	7	
10-11	7	5	4	3	1
11-12	4	3	3	5	1
13-14	9	4	3	4	2
14-15	3	3	4	6	3
15-16	8	7	4	13	2
16-17	2		5	4	1

表六 給予劑量與處方劑量誤差率分布情形

誤差率 (% / per fraction)	
小於或等於 5%	64
大於 5%且小於或等於 10%	6
大於 10%且小於或等於 15%	4
大於 15%	8

A. Mechanical Checks

Parameters	Reading	Variation	Tolerance	Pass	Comment
1. Gantry (AP direction)			1 deg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
2. ODI (100cm SSD)			2 mm	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
3. Lasers Left	+		2 mm	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Right	+		2 mm	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Overhead	+		2 mm	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	

B. Dosimetry Checks

溫度 _____ °C

壓力 _____ mmHg

Parameters	Energy	Output	Baseline	Baseline±3%	Pass	Comment
X-rays	MV		100	97 - 103	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
X-rays	MV		100	97 - 103	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Electrons	MeV		100	97 - 103	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	

C. Safety Interlocks

Parameters	Functional	Parameters	Functional
1. Monitors	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	3. Door interlock	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
2. Speakers	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		

Signature _____

Reviewed _____

Comment	
---------	--

