



Title	密封小線源治療における術者被曝線量について-Ir治療とCs治療の比較-
Author(s)	松岡, 祥介; 辻井, 博彦; 鎌田, 正 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(8), p. 1035-1040
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16311
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

密封小線源治療における術者被曝線量について

—Ir 治療と Cs 治療の比較—

北海道大学医学部放射線科

松岡 祥介	辻井 博彦	鎌田 正	溝江 純悦
有本 卓郎	白土 博樹	斎藤 博哉	辻 比呂志
広村 忠雄	入江 五朗		

（昭和60年 7 月 5 日受付）

（昭和61年 2 月24日最終原稿受付）

Measurement of Radiation Exposures to the Radiotherapists in the Brachytherapy

—Comparison of the Iridium and Cesium Therapy—

Yoshisuke Matsuoka, Hirohiko Tsujii, Junnetsu Mizoe, Takurou Arimoto,
Tadashi Kamada, Hiroki Shirato, Hiroya Saitou, Hiroshi Tsuji,
Tadao Hiromura and Goro Irie

Department of Radiology, Hokkaido University, School of Medicine

Research Code No. : 601.3

Key Words : Brachytherapy, Iridium, Cesium, Radiation
exposure, TLD

Radiation exposures to the radiotherapists during brachytherapy with Iridium and Cesium were measured. For which TLD and pocket chamber were used. The materials were 30 patients, 14 of whom were treated by Iridium, and other 16 patients were treated by Cesium, from November 1983 to June 1984. The procedures of brachytherapy were divided into three parts: preparation, insertion, and withdrawal. In the Iridium therapy, 7 patients were treated for lesions in bile duct and in the Cesium therapy 13 patients were treated for lesions in head and neck. In the Iridium therapy the mean radiation exposures to the chest were 12.3 mrem, 177 mrem to the fingers, 9.6 mrem to the abdomen, 13.6 mrem to the head. In the Cesium therapy the mean radiation exposures to the chest were 49.4 mrem, 292 mrem to the fingers, 18.3 mrem to the abdomen, 49.4 mrem to the head. Thus, radiation exposures in the Iridium therapy were lower than those in the Cesium therapy in each sites of measurement. This could be because, in the Iridium therapy, afterloading procedure were used and the energy of Iridium gamma-ray is lower than that of Cesium gamma-ray and protection boards could be more effective in the Iridium therapy, than in the Cesium therapy. We analyzed radiation exposures according to the amount of sources, which are divided into two groups, 10-39Cs. Eq. mCi ($3.7 \times 10 - 1.4 \times 10$ Cs. Eq. Bq) and 40-80Cs. Eq. mCi ($1.5 \times 10 - 3.0 \times 10$ Cs. Eq. Bq). In the source ranging 40-80 Cs. Eq. mCi, radiation exposures to the fingers in the Iridium therapy were almost the same as those in the Cesium therapy. When head and neck were treated radiation exposures to the fingers in the Iridium therapy were higher than those in the Cesium therapy. Therefore more effort should be paid to reduce radiation exposures to the fingers in the Iridium therapy, especially in assembling procedure.

I. はじめに

密封小線源治療を行なう場合、術者の被曝線量を軽減することが問題である。その解決策として、ラジウムやセシウムに比べて、 γ 線のエネルギーが低く、遮蔽が容易なイリジウムを用いる治療が多くなってきている。我々は1983年以来、セシウム治療に加えてイリジウム治療を開始しており、適応疾患の拡大とともに術者の被曝線量の軽減に務めている。今回我々はイリジウム治療、セシウム治療における術者被曝線量を測定し、両者を比較、検討したので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

1983年11月から1984年6月までの間に、密封小線源治療を行った30名を対象とした。イリジウム治療を行った患者14名とセシウム治療を行った患者16名について術者の被曝線量を測定した(Table 1)。

セシウム治療では舌癌が多く、イリジウム治療では胆管癌の症例が多数を示め、線源の種類により適応疾患が異なっていることがわかる。

2. 線量計

使用した線量計はTLDとポケットチャンバーであり、TLDは千代田のATLDと、極光MSOの2種を用いた。

(1) ATLD(材質 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 実効原子番号73, 線量直線性4.7mR-100R)

ATLバッジ, ATLリング, ATLピンの3種類があり, ATLバッジを前胸部と腹部に, ATLリングを左右の第3指に, ATLピンを頸部と背部にとりつけた。これらはそれぞれの形状をしたホルダーに素子が入れている。測定は供給元の測定サービス部に月に一度回収され行なわれた。

(2) 極光MSO(材質 Mg_2SiO_4 , 実効原子番号11, 線量直線性0.5mR-200R)

外径1.5mm, 長さ10mmの素子を, 外径5mm, 長さ16mmのホルダー内に封入したものであり, 前胸部, 腹部, 両側第3指, 頭部, 背部に絆創膏にてとりつけた。ホルダー内には素子のエネルギー依存性を改善するため高純度のフィルターが

装着されている。測定は極光TLD READER1200を用いた。

(3) ポケットチャンバー(理研:PD-100: range 0~100mR)

前胸部と腹部にとりつけた。

2種のTLDは治療の全作業行程における被曝線量の測定に用いた。ポケットチャンバーは、後に述べる各々の作業毎における被曝線量の測定に用いた。

何種類かの線量計を用いる時は線量計相互の比較をする必要がある。2種のTLDとポケットチャンバーの校正結果をTable 2に示す。線源は30mCiのセシウム管を用い、距離0.5mにて計算値30mRを照射したときの測定値と計算値を比較した。測定値と計算値の差は3種の線量計ともに6%以内におさまった。

3. 治療手技

密封小線源治療の手技を、準備、刺入、抜去の3つに分けた。

セシウム治療の場合、準備とはセシウム針に糸を通す作業を指し、刺入は実際に組織内にセシウム針を刺すことであり、抜去とは予定の時間にセシウム針を抜く手技である。

Table 1 Materials for Brachytherapy

Site	Iridium-192	Cesium-137
Tongue	0	10
Cheek mucosa	2	1
Oral floor	1	2
Nasopharynx	1	0
Neck node	2	0
Bile duct	7	0
Uterine cervix	1	3
Vulva & Urethra		
Total	14	16

Table 2 Result of measurements(mean $\pm$ ISD) when dosimeters were exposed to the calculated dose of 30mR at 0.5m by a Cesium source.

Dosimeter	No.	Measured dose(mR)	Measured dose/Calculated dose
ATLD	6	31 $\pm$ 6.87	1.06 $\pm$ 0.227
MSO	10	29.8 $\pm$ 2.39	0.995 $\pm$ 0.078
Pocket chamber	4	32 $\pm$ 0.71	1.06 $\pm$ 0.025

イリジウム治療では、準備とは、内チューブである外径1.2mmの硬膜外チューブにイリジウムシードとスペーサーを一定の配列で入れる作業（アセンブリング）を指す。刺入とはこの準備段階で作った内チューブを、治療部位に刺入あるいは留置してあるガイドチューブ内に入れる作業であるが、ガイドチューブは主にベニユーラ針外套が用いられ、胆管癌治療の場合はPTCDがガイドチューブであった。この過程は挿入と呼ぶべきものであるが、セシウム治療と統一するために刺入と呼ぶことにした。内チューブをガイドチューブから抜く作業を抜去と呼ぶ^{2)~4)}。

4. 被曝環境

セシウム、イリジウム治療の準備は、線源貯蔵室内で厚さ7cmの鉛ガラス防護板の背後から前腕のみが防護板の前に出る状態で行なわれた。セシウム治療の刺入は主に手術場にて行なわれたが、患者頭部の周囲に厚さ3.5cmの鉛防護板が置かれた。イリジウムの刺入は治療病室または透視室にて行なわれた。抜去はセシウム、イリジウム治療とも、治療病室にて備えつけの厚さ5cmの防護板を用いて行なわれた。

III. 結 果

密封小線治療の3つの作業、準備、刺入、抜去について、それぞれの所要時間を比較すると、イリジウムは準備の時間が長く、一方セシウムは刺入と抜去の時間が長いのが特徴であった（Fig. 1）。

Fig. 2は各作業における前胸部被曝線量を表わしたものであるが、各作業ともイリジウムの被曝線量はセシウムの被曝線量より低い傾向があった。イリジウム治療において、最も時間を要し、被曝する機会が高いと考えられるアセンブリング時の前胸部被曝線量が最大ではなかった。

Fig. 3は使用線源量と前胸部被曝線量の関係を表わしたものである。使用線源量の単位はイリジウムとセシウムの比較を容易にするために、セシウム等価ミリキュリー（セシウム等価ベクレル）に換算した。イリジウム、セシウム両者は使用線源量が増加するとともに前胸部被曝線量も増加する傾向があった。ほぼ全ての使用線源量で、イリ

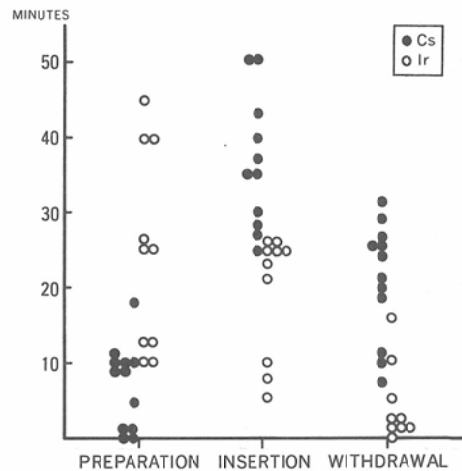


Fig. 1 The working time for three procedures (preparation, insertion and withdrawal of the sources) in the Iridium and Cesium therapy.

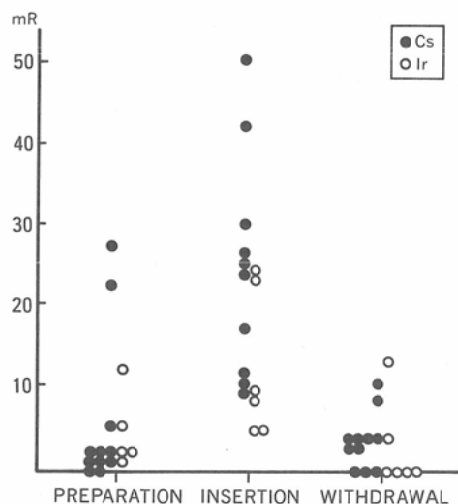


Fig. 2 Radiation exposures to the chest of radiotherapists during the three procedures in the Iridium and Cesium therapy.

ジウムはセシウムより前胸部被曝線量が低い傾向があった。使用線源量を低線源量 $10 \sim 39 \text{Cs} \cdot \text{Eq} \cdot \text{mCi}$ ($3.7 \times 10^8 \sim 1.4 \times 10^9 \text{Cs} \cdot \text{Eq} \cdot \text{Bg}$) と高線源量 $40 \sim 80 \text{Cs} \cdot \text{Eq} \cdot \text{mCi}$ ($1.5 \times 10^9 \sim 3.0 \times 10^9 \text{Cs} \cdot \text{Eq} \cdot \text{Bg}$) に分け、前胸部、手指の被曝線量を比較したものが Table 3である。前胸部は低、高線源量ともにイリジウム治療の被曝線量はセシウムの場合よりも低くなっていた。手指の被曝線量は低線

源量の場合、イリジウムは平均41mremでセシウムの平均202mremの約1/5であった。高線源量ではイリジウムは平均402mrem、セシウムは平均

450mremであり、イリジウムの手指被曝線量はセシウムの値に近くなっていた。同様に腹部、頭部について被曝線量における頭部被曝線量はデータがないが、これらは前胸部の場合と似ており、イリジウムの被曝線量はセシウムの値よりも低くなっていた (Table 4)。

治療部位別に術者被曝を示したものが Table 5, 6である。治療部位を頭頸部、上腹部(主に胆道系、下腹部(主に婦人科領域)の3つに分け検討した。全体にイリジウム治療における被曝線量はセシウム治療よりも低い傾向があるが、頭頸部治療の際の手指被曝線量の平均はイリジウム治療402.7mrem、セシウム治療217.7mremであり、イリジウム治療の方が高い値を示した。なお、Table 3から Table 6値は全作業行程における被曝総線量である。

IV. 考 察

密封小線源治療の術者被曝線量について、イリジウム治療と、セシウム治療の両者を比較した結果、前胸部、腹部、そして頭部の被曝線量はイリ

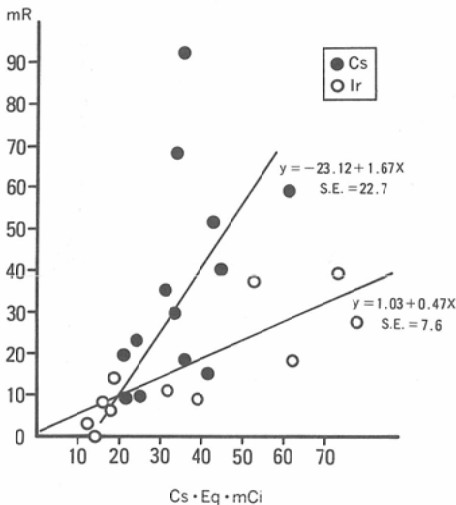


Fig. 3 Radiation exposures to the chest of radiotherapists according to the amount of the sources used.

Table 3 Radiation exposures(mrem)¹⁾ to the fingers and chest of radiotherapists in the Iridium and Cesium therapy.

Amount of isotope Cs·Eq·mCi ²⁾ (Cs·Eq·Bq)	Finger		Chest	
	Ir (N=8)	Cs (N=10)	Ir (N=8)	Cs (N=10)
10-39(3.7×10 ⁸ -1.4×10 ⁹)	41±31.0	202±101	8.2±5.4	32±26
40-80(1.5×10 ⁹ -3.0×10 ⁹)	402±112	450	19±7.3	47±6.0
100(3.7×10 ⁹)	—	980	—	150
Total	177±190	292±170	12.3±8.0	49.4±41.8

1) 1mrem=10⁻²mSv

mean±1S.D.

2) Cesium-Equivalent-milliCurrie

Table 4 Radiation exposures(mrem)¹⁾ to the abdomen and head of radiotherapists in the Iridium and Cesium therapy.

Amount of isotope Cs·Eq·mCi ²⁾ (Cs·Eq·Bq)	Abdomen		Head	
	Ir (N=8)	Cs (N=9)	Ir (N=5)	Cs (N=9)
10-39(3.7×10 ⁸ -1.4×10 ⁹)	8.2±7.0	17.2±17.6	13.6±9.4	35.0±24.8
40-80(1.5×10 ⁹ -3.0×10 ⁹)	12 ± 3.7	21 ± 9.0	—	60
100(3.7×10 ⁹)	—	20	—	140
Total	9.6±5.5	18.3± 8.4	13.6±9.4	49.4±39.6

1) 1mrem=10⁻²mSv

mean±1S.D.

2) Cesium-Equivalent-milliCurrie

Table 5 Radiation exposures (mrem)¹⁾ to the finger and chest of radiotherapists in the Iridium and Cesium therapy according to the treated site.

Site	Finger		Chest	
	Ir (N=8)	Cs (N=9)	Ir (N=8)	Cs (N=9)
Head and Neck	402.7±115.1	217.7±115.6	19 ±7.3	50.6±45.1
Upper abdomen	41 ± 37.1	(-)	8.2±5.4	(-)
Lower abdomen	(-)	212 ±102.5	(-)	44.5±24.5

¹⁾1mrem=10⁻²mSv

mean±1SD

Table 6 Radiation exposures (mrem)¹⁾ to the abdomen and head of radiotherapists in the Iridium and Cesium therapy according to the treated site

Site	Abdomen		Head	
	Ir (N=8)	Cs (N=9)	Ir (N=5)	Cs (N=8)
Head and Neck	12 ±3.7	16.3±14.4	(-)	57.1±51.2
Upper abdomen	8.2±5.8	(-)	13.6±9.4	(-)
Lower abdomen	(-)	25.5±15.5	(-)	64 ±14

1) 1mrem=10⁻²mSv

mean±1SD

ジウム治療がセシウム治療よりも低かった。これはイリジウム治療において、アフターローディング法を使用していること、イリジウムγ線がセシウムより低エネルギーであり、所要時間の長いアセンブリ時の鉛蔽板が有効であることなどが主な理由と思われる。津屋ら⁶⁾の Cf-252 の臨床経験では、アフターローディング法を用いることによつてとくに術者の手指被曝線量が軽減されることが示されている。また、尾内ら⁷⁾によると、Ra 針刺入時の術者被曝線量は鉛ブロック、鉛衝立によって低下していることが報告されている。

一方手指被曝線量も同様にイリジウム治療の方が、セシウム治療よりも低くなっており、アフターローディングなどが被曝の軽減に役立っていると思われる。したがって一般的にイリジウム治療における術者被曝線量はセシウム治療に比べて低いということが今回の測定から示された。しかし、高線源量使用時の手指被曝線量はイリジウム治療とセシウム治療ではほぼ等しく、イリジウム治療のアセンブリ時手指被曝線量を軽減させることが今後の問題であると思われた。これには術者の作業技術の向上が大事な点であり、佐方ら⁸⁾の Ra

針刺入患者の看護時の被曝線量においても強調されている。またもう 1 つの方法として装置の使用があるが、現在我々がシードアセンブリ用機の機具を試作して用いており、今後の被曝線量の軽減が期待される。

古い概念であるが、ICRP Publication 9 における線量限度は、生殖腺 5rem/y, 3rem/四半年, 手および前腕、足およびくるぶし 75rem/y, 38rem/四半年とされている。今回測定した被曝線量の平均値を用い、イリジウム治療、セシウム治療をそれぞれ 1 人の術者が週一回のスケジュール (1 年に 50 回) で行った場合の被曝線量を計算すると、その値はすべての測定部位で線量限度の 1/2 以下であった⁹⁾¹⁰⁾。

M.F.Jain ら¹¹⁾は子宮頸癌に対するラジウム針刺入時に術者と麻酔科医の被曝線量を測定したところ、術者の被曝線量の平均値は、胸部 160mrad、腹部 (生殖腺) 150mrad、手指 600mrad、麻酔科医の被曝線量は胸部 100mrad、腹部 (生殖腺) 150mrad であった。術者の被曝線量は我々の測定値の 3~6 倍である。Traühtenburg ら¹²⁾の麻酔科医の被曝線量測定結果は、頭頸部ラジウム針刺入の場合、胸部は平均値 25mR、腹部は 9mR、一方、婦人科疾患ラジウム針刺入では胸部が 12mR、腹部は 9mR であった。池田ら⁵⁾の T リジウム治療における術者被曝線量の測定結果では、一平面刺入の場合、平均値が左指 60mR、右指 40mR、胸部 10mR、腹部 8mR 前後であり、一方、二平面または立体刺入では左指 200mR、右指 150mR、胸部 30mR、腹部 20mR 前後となっている。胸部、腹部の値は我々の測定結果と同じ程度または低い傾向があるが、手指の被曝は、高線源量使用時、頭頸部治療

においては決して低いとは言えず、この点の改良の必要性が強く示唆される。

V. まとめ

1) イリジウム治療における術者被曝線量を測定し、セシウム治療の場合と比較し、検討した。

2) 術者被曝線量はイリジウム、セシウム治療ともに最大許容線量よりも低かった。

3) イリジウム治療の術者被曝線量はセシウム治療のそれよりも低かった。これはイリジウム治療においてアフターローディングX、そして鉛遮蔽板が有効であるためと考えられた。

4) 高線源量使用時のイリジウム治療の手指被曝線量は高く、セシウムの場合とはほぼ等しい値を示し、なお頭頸部領域の治療ではセシウム治療よりも被曝線量が高かった。従って、イリジウム治療においては、アセンブリ時の手指被曝線量を減少させることが今後の問題であると思われる。

文 献

- 1) 都丸禎三, 尾内能夫, 入船寅二, 内田 勲, 山下忠興: 赤外線加熱および光子計数法を採用した $\text{LiB}_4\text{O}_7:\text{Cu}$ および $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ 熱にミネセン線量計システムの特性. 日本医学放学会物理部会誌, Vol13: 83-93, 1983
- 2) 三浦典夫, 三宅周作: KYOKKO TLD システムについて. 極光 X-RAY, No. 24: 50-51, 1985
- 3) 池田 恢, 黒田知純, 打田日出夫, 宮田俊明, 真崎規江, 重松 康: 肝門部胆管癌に対する ^{192}Ir ワイヤーによる胆道腔内照射. 日本医放会誌, 39: 1356-1358, 1979
- 4) 内山幸男, 森田晴三, 植田俊男, 丹羽幸吉, 高木 巖: ^{197}Ir シードアセンブリのアフターローディング法による身体深部癌に対する小線源治療. 第1報, ^{192}Ir シードの直切な線源配置と線量計算. 日本医放会誌, 43: 1284-1294, 1983
- 5) 池田 恢, 田中義弘, 重松 康: ^{192}Ir 線源 (ヘアピン, 細ワイヤ, シードアセンブリ) とその使い方. 重松 康編, 密封小線源治療, pp. 356-382, 篠原出版, 東京, 1980
- 6) 津屋 旭, 金田浩一, 屋内龍夫, 入船寅二, 都丸禎三: Cf-252の臨床経験(第一報). 日本医放会誌, 37: 238-247, 1977.
- 7) 尾内能夫: ラジウム226, 原子力工業, 22(No. 5): 23-28, 0000
- 8) 佐方周防, 秋山芳久, 中野政雄: R1病棟における被曝の分析. 日本医放物理部会誌, 1: 41-53, 1981
- 9) 国際放射線防護委員会勧告 (1965年9月17日採択), ICRP Publication9, Pergamon Press, New Uork (1966)
- 10) 国際放射線防護委員会勧告 (1977年1月17日採択), ICRP Publication27, Auuals of ICRP, 1(3) (1977)
- 11) Sc Jain, M.P.M., Nagaratnam, A.M.A. and Inst, F.P.: Assesment with TDF of radiation exposure to staff during radium insertions in cancer of cervix. Br. J. Radiol., 53: 1083-1086, 1980
- 12) Trachtenberg, H.A. and Slater, E.M.: Anaesthetits exposure to radiation during radium implantation procedures. J.A.M.A., 191: 763-764, 1965
- 13) Philip, M.K. and Leung, Ph.D. F.C.C.D.M.: Personal radiation exposure analysis in a radiotherapy center: Fourteen year vestrospectrip study. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 9: 1705-1713, 1983