



Title	リニアック振子照射の際のWedge Filterの応用について
Author(s)	田中, 敬正; 黒田, 康正
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 30(10), p. 85-91
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15976">https://hdl.handle.net/11094/15976</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## リニアック振子照射の際の Wedge Filter の応用について

天理病院放射線科

田中敬正 黒田康正

(昭和45年8月20日受付)

The application of wedge filter in the case of arc therapy with linear accelerator

By

Yoshimasa Tanaka and Yasumasa Kuroda

Department of Radiology, Tenri Hospital, Tenri

In the case of small arc rotation therapy, the brass wedge filter were used (Rota wedge technique) and compared the resulting isodose distributions with non-wedged arc therapy.

The purpose of this paper was to irradiate uniformly in radiation field and tried more rapid fall off of dose beyond high dose region.

In this study, wedge angle were  $30^\circ$ ,  $40^\circ$  and  $60^\circ$  using 6 Mev NEC Liniac. Mix D cylindrical phantom of 12 cm radius and Alderson RANDO Phantom were used and isodose distribution were obtained by two 60 deg. arcs with same centers of rotation and non separated and 40 deg. separated arc rotation at the center were studied. Experimental results were as follows:

- 1) In the case of non-wedged arc therapy, the center of rotation did not coincide with a point of dosis maximum and the dose distributions in irradiation fields were irregular and showed no uniformity.
- 2) The more wedge angle increase, the more dosis maximum approaches to the center of rotation.
- 3) The isodose distribution in the irradiation field was symmetrical about the axis of rotation, the region of uniform dose was becoming larger and dose fall off was more rapidly beyond the high dose region.
- 4) However, wedge angle increase over these appropriate angle, dose distribution was becoming inhomogenous and dosis max. again moved another site. These appropriate wedge angle also were obtained by calculation.
- 5) These appropriate wedge angle was smaller in the case of separated 60 deg. arc rotation in both sides compared with non separated arc rotation.
- 6) The rota wedge techniques can be applied to the bladder and rectal tumors clinically.

## I. 緒 言

最近来 wedge filter は、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 線を含めた超  
高圧X線に広く応用されている<sup>2)8)6)8)9)11)~13)15)</sup>。  
wedge filter の主な利点は、体の表面に近くある  
腫瘍が、均一に照射出来、反対側にある正常組織  
の線量を出来るだけ少くするにある。これは例え  
ば上顎癌の治療等に既に日常に使用されている。

偏心的にある腫瘍に対して、振子照射をする  
場合、回転の中心と最高の線量分布を示す中心  
(Dosis maximum) とが一致しなかつたり、腫瘍  
内の線量分布が不均一であつたりして、治療計画  
をする際に非常に困難を来すことが多い。この研  
究の目的は、リニアックでの振子又は回転照射に  
wedge filter を応用すること (之をE.J. Hall等は

Rota-wedge technic と呼んでいる) によつて、固定照射の際に wedge を用いたと同様に良好な線量分布が得られるか否かを見、之の臨床面への応用について考察した。

II. 研究方法

6.0MeV NEC Liniac の銅製 wedge filter (角度は夫々30°, 45°, 60° の三種類) を使用した。

振子の角度は左右夫々60° づつであり、中央を離さない場合 (0—60°, 300°—360°, Fig. 6 参照) と、中央を40° 離れた時 (20°—80°, 280°—340°, Fig. 2 参照) の振子照射を行い、no wedge の場合と線量分布を比較した。

ファントームは、Mix D (12cm φ 円柱) 及び Alderson RANDO Phantom (腰部) を用いた。又等量曲線はフィルム黒化法によつた。使用フィルムは、コダック工業用タイプMで、黒化フィルムは東京光電社製自記濃度計 (ANA-R 1100型) によつて濃度分折を行い、線量黒化度曲線を考慮して線量分布を求めた。照射野 5 × 5 cm, 焦点回転中心間距離は 100cm であつた。

回転中心は円柱の場合、円の中心であり人体ファントームの時には表面より 8 cm の深さにした。

III. 研究結果

6.0MeV リニアック照射時、10 × 10cm<sup>2</sup> の照射野で wedge angle が夫々30°, 45°, 60° の場合ファントーム内での線量分布を Fig. 1 に示す。

1) no wedge の場合

a) 円柱の場合。

左右60° づつの振子照射で中央の部を40° 離れた時では、Fig. 2 に示す如く Dosis max. の点は回転中心 (円の中心) よりも 1 cm 浅い点となつた。しかし95%線量域の部分は、比較的よく回転中心に一致した。

次に左右60° づつの振子照射で中央を離さない場合 (Fig. 6) では、Dosis max. の点は前の場合よりも更に回転中心を離れ、95%域も浅い部に位置した。

b) 人体ファントームの場合。

使用した人体ファントームの腰部の輪郭が円柱

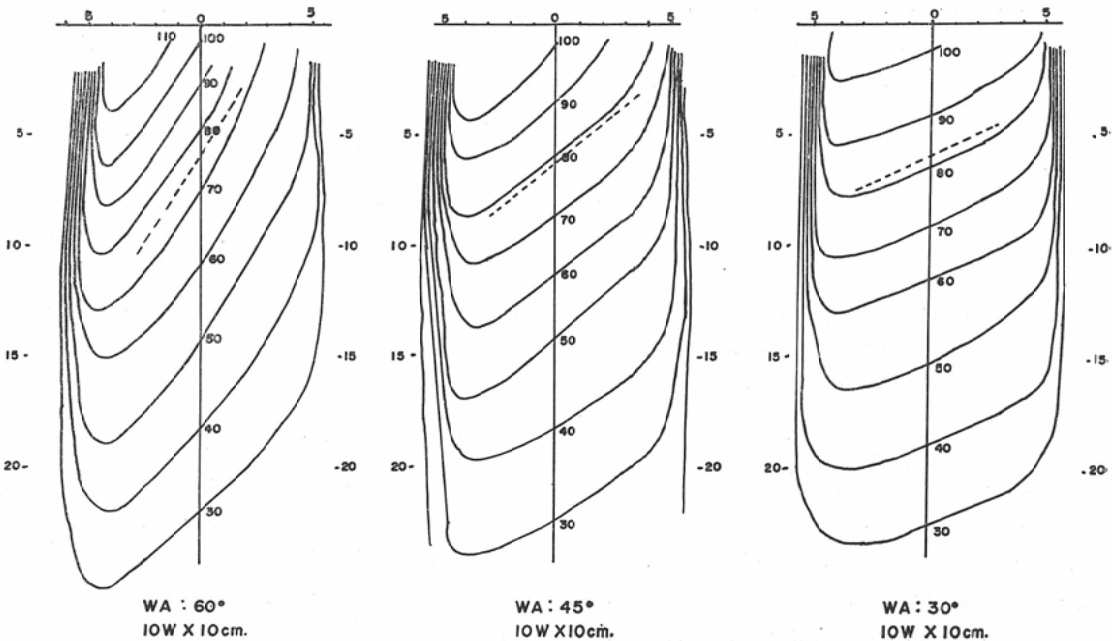


Fig. 1. show isodose curves for a 10 × 10cm field filtered by 30°, 45° and 60° wedge.

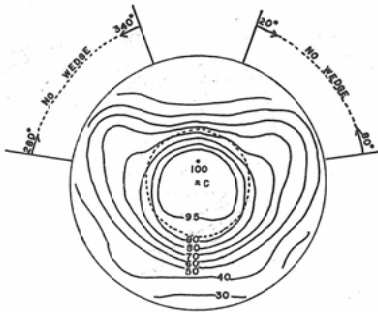


Fig. 2. Isodose distribution in a cylindrical phantom of 12cm radius, obtained by rotation of a 5x5cm non wedged field through two 60 deg. arcs with same centers of rotation. The center is separated with 40 deg. angle.

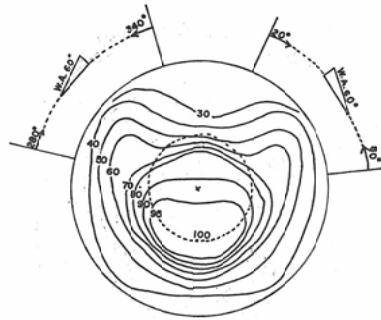


Fig. 5.

Fig. 3,4, and 5 show dose distribution [for arc therapy with 30, 45, and 60 deg. wedge-filtered beams compared with the distribution from 2.

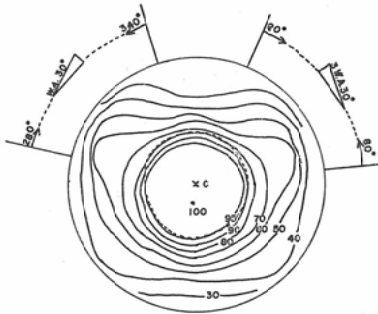


Fig. 3.

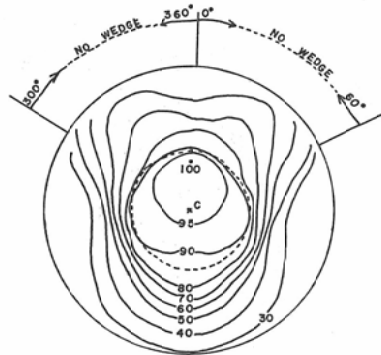


Fig. 6. Isodose distribution in a cylindrical phantom of 12cm radius obtained by rotation of a 5x5cm non-wedged field through two 60 deg. arcs not separated at the center.

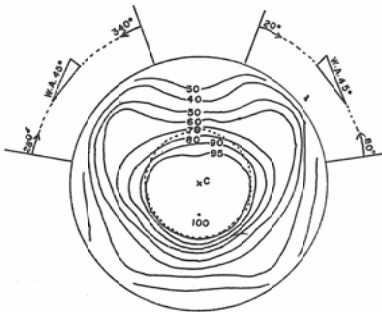


Fig. 4.

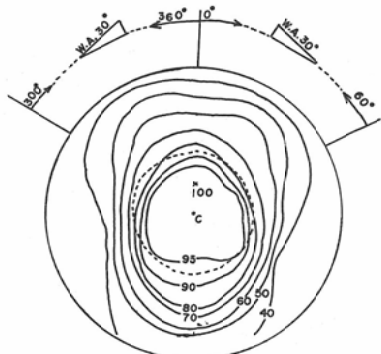


Fig. 7.

に比べて不規則であり、回転中心がやや中心をはずれているために Fig.10に示す如く照射野内(図の中の点線の部分)の線量分布は、円柱の場合に比べて更に不均一、不規則で例えば90%域は回転中心よりも更に離れた部に位置した。

又円柱の場合に見られたと同じく、中央を離さない振り照射の方が、中央を離れた場合 (Fig.

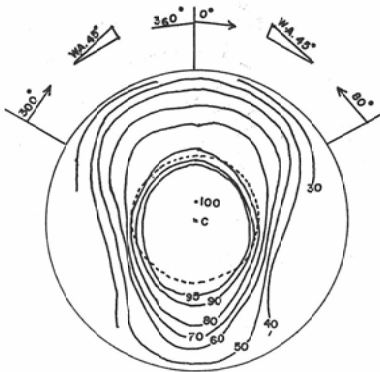


Fig. 8.

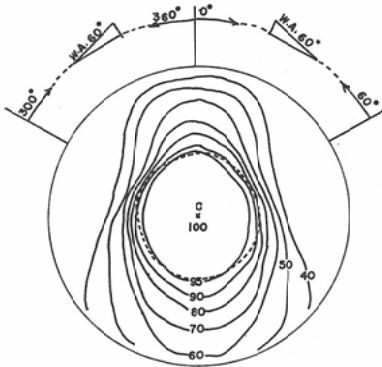


Fig. 9.

Fig. 7, 8, and 9 show dose distribution for arc therapy with 30, 45, and 60 deg. wedge-filtered beams compared with the distribution from Fig. 6.

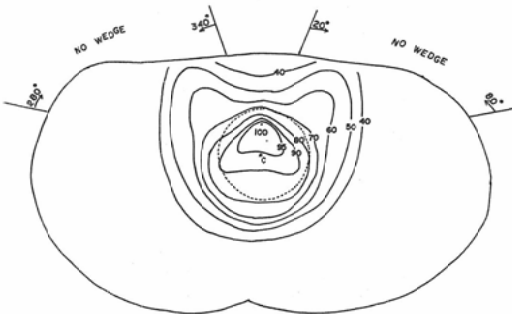


Fig. 10. Isodose distribution in an Alderson RANDO phantom obtained by rotation of a 7x7cm non-wedged field through two 60 deg. arcs separated with 40 deg. at the center.

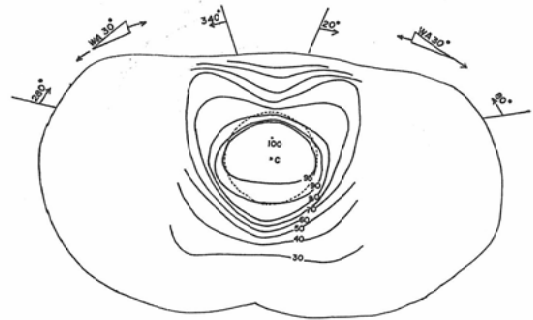


Fig. 11.

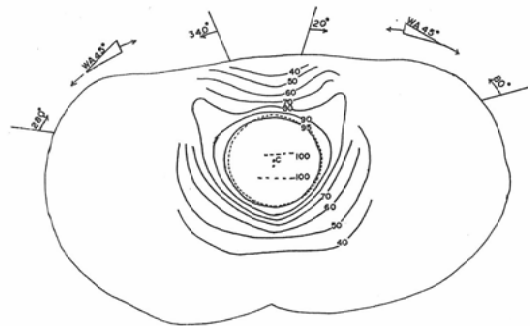


Fig. 12.

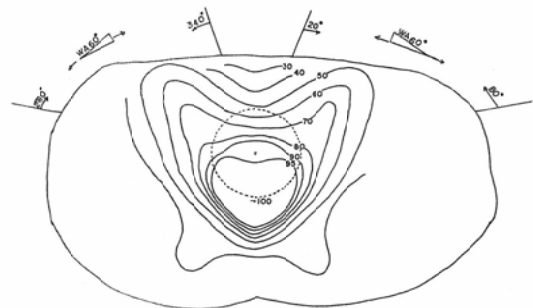


Fig. 13.

Fig. 11, 12, and 13 show dose distribution for arc therapy with 30, 45, and 60 deg. wedge-filtered beams compared with the distribution from Fig. 10.

10) に比べ、例えば90%域は小さく不規則で照射野を離れていることがわかる。

(2) wedge 使用の場合。

(Fig. 3—5, Fig. 7—9, Fig. 11—13).

wedgeの角度をまずに従って円柱及び人体フッ

ントームの場合共に Dosis max. の点が回転中心に近づく。

a) 中央で40° 離れた左右振り照射の場合

円柱ファントームで、30° wedge を用いると、Dosis max. と回転中心が最も接近した。(Fig. 3)

又照射野内の線量分布は、wedge 角がまずつれて均一化し、Dosis max. が回転中心に最も近づいた時に最も円形になった。例えば人体ファントームで45° wedge 使用の時に最も Dosis max. が回転中心に近づくが、この時、照射野内に95%線量域がおさまった (Fig.12).

更に wedge angle をまずにつれて Dosis max. の点は、回転中心を離れて反対側に行く。そして照射野内の線量分布も不均一となり90%線量域は全く照射野(点線内)と一致しなくなる。Fig. 13, に見るのがその例である。

b) 中央を離さない左右60° づつの振り照射の場合。

wedge angle と線量分布との関係は略上記の場合と変りがない。中央を40° 離れた場合に比べ良好な線量分布を得るには更に大きい wedge angle が必要であり、例えば円柱の場合 a) の時は30° で充分であつたのが、60° が必要であることがわかる (Fig. 7, 8, 9)。

左右60° づつの振り照射で7×7cm<sup>2</sup> 照射野の

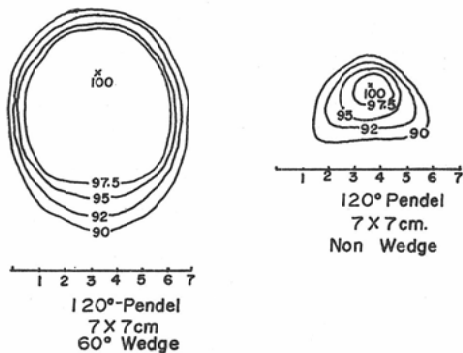


Fig. 14. shows dose distributions inside 90% isodose lines using RANDO phantom compared with non-wedged field from 60 deg. wedge in both sides.

場合、Fig.14に見る如く、no wedge の時には90%域は照射野に比べて小さく三角形の不規則な形状を呈しているのに対し、60° wedge を用いると線量分布は略円状を呈し90%域は殆んど照射野に一致することがわかる。

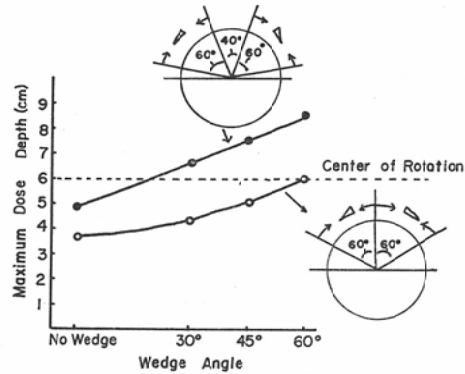


Fig. 15. shows the relationship between wedge angle and max. dose depth.

以上の関係をグラフにまとめたのが、Fig.15である。即ち円柱ファントームを使用した場合max. dose depth(100%域の表面よりの深さ)と wedge angle との関係を示したものである。之より wedge angle をませば Max. dose depth は回転中心に近づき、更にませばこれより離れる。又中央を離さない場合の方が離れた場合に比べ大きい wedge angle が必要になることがわかる。

IV. 考 案

wedge filter の魅力は、中心から離れた比較的表在的にある腫瘍に対し、主として一側より照射して均一な線量分布を得、反対側の正常組織に対して出来るだけ線量を少く出来ることである<sup>2)8)15)</sup>。

又一方、中心から離れた腫瘍に対して、<sup>60</sup>Co, リニアック等による振り照射がよく使用されているが、上述と全く同じ理論で wedge filter の使用により、よい線量分布を得ることが、E. J. Hall<sup>4)</sup>等により報告されている。即ち振り照射の際にとくに回転角度の小さい時には回転中心と Dosis max. の点が一致しないために照射計画に困難を来すことが多く、思わぬ所に Dosis max. があつ

たり、又90%域が照射野よりも小さく、又不規則な形をとることが多い<sup>4)10)</sup>。かかるRota wedgeの使用によつて、Hall<sup>4)</sup>、Matschke<sup>7)</sup>、Sutherland<sup>10)</sup>等も述べているが、我々の実験によつても次の様な利点が得られると考えられる。

1) 照射野内の線量分布が均一で殆んど90%域内におさまる。

2) 線量分布は回転軸に関して対称的である。

3) 回転軸中心と Dosis max. の点がよく一致する。このためプランニングが容易となる。

4) 照射野に一致した高線量域をこえると線量は急激に低下する、即ち正常組織に対する線量が減少することなどである。

次に Rota wedge を実際に用いる場合には、適当な wedge angle の決定が必要である。前述の如く、夫々の場合に於て最も適当な wedge angle があるのであつて、之をこえて更にますと Dosis max. は回転中心を離れ、線量分布はわるくなる。Hall<sup>4)</sup> が述べている如く、計算式によつて wedge angle を決定することが可能である。しかし実際には非常に複雑であり、我々の所では Fig. 15 に示す如く人体ファントムを用いて、夫々の部位について wedge angle と Dosis max. との位置関係を描き、回転中心に Dosis max. が最も近い wedge angle を使用する様にしている。

Fig. 15 に示す如く、中央部を40°離して左右60°づつの振り照射の方が、中央を離さない60°づつの振り照射に比べてやすい wedge filter でよいことがわかる。之は K. Welker<sup>11)</sup> の結果とも一致し、中央を離れた振り照射の方が、照射時間を短縮出来て好都合である。

以上 Rota wedge 法の臨床への応用に関しては、例えば膀胱癌、直腸癌等の治療がある。我々の人体ファントムからの線量分布からもわかる様に、後方即ち直腸部の線量が急速におちることがわかる。Sutherland<sup>10)</sup> も前面を中心とした 280° の振り照射の際に45° の wedge filter を用いることによつて、分布が回転中心を中心とした円状となり、直腸部での線量が減少することを見ている。D. Beduhn<sup>1)</sup> は、<sup>60</sup>Co 振り照射 (160° 2

方向) により腹部大動脈周囲のリンパ節を治療する際に17.5° の wedge を用いた時と用いない時について、線量分布を比較した。周囲の critical organ である腎、脊髄に対する線量を見ると、wedge filter を用いた方が、用いない時に比べると減少することを見た。

今迄の報告はすべて <sup>60</sup>Co であり、リニアックで Rota wedge 法を用いた報告はない。しかしリニアックは半影が少く、Back pointer 等での set up さえ上手に行えば、リニアックによる振り照射は、すばらしい線量分布を得ることが可能である。この意味に於て、Rota wedge 法の利用が更に必要と考えられる。

## V. 結 語

6MeV. リニアックで振り照射を行う際に wedge filter を用い、目的の照射領域に一致して均一な線量を配し、更にその周囲の健全組織の線量を出来る限り少くすることを目的とした。銅製 wedge filter (角度30°, 40°, 60°) を用いて、左右60°づつ、中央を離さないとき、及び中央を40°離れたときの振り照射を行ない、no wedge の場合と線量分布を比較して次の結果を得た。

(1) 振り照射の際、no wedge のとき、回転中心と Dosis max. の点は一致せず、照射野内の線量分布は不均一である。

(2) wedge の角度をますにつれて Dosis max. の点は回転中心に近づく。

(3) 更に wedge 角をますと線量分布は不均一になり Dosis max. は反対側に離れる。

(4) かかる最適の wedge 角は計算によつても求められるが、この場合、90%域は、目的の照射野に一致し、均一化し、周囲の正常組織の線量分布は、no wedge に比べ急速に減少する。

5) この照射方法は臨床上とくに直腸、膀胱等の腫瘍、腹部動脈周囲リンパ節照射等に最適である。

## 文 献

- 1) Beduhn, D. und Kuttig, H.: Die Bewegungsbestrahlung der paraaortalen Lymphknoten mit <sup>60</sup>Co Gammastrahlen: Strahlentherapie

- 132 (1967), 481—486.
- 2) Francois, P.E.: Wedge filters for use on the 8 MeV linear accelerator: *Brit. J. Radiol.* 31 (1958), 712—713.
  - 3) Greene, D.: A study of the potential value of high energy electron therapy in comparison with megavoltage X-ray therapy: *Brit. J. Radiol.* 34 (1961), 318—322.
  - 4) Hall, E.J., Dalrymple, G.V. and Tamayo, R.P.: A rotawedge technic for therapy with high energy radiation beams: *Radiology* 82 (1964), 502—507.
  - 5) Kuttig, H., Brenner, G. und Zunter, F.: Verbesserung der Dosisverteilung bei kombinierter Radium-Kobalt 60 Teletherapie des Kollumkarzinoms durch biaxiale, bisegmentale Pendelbestrahlung der Parametrien: *Strahlentherapie* 136 (1968), 131—137.
  - 6) Massey, J.B.: The role of moving field techniques in treatment with high energy radiation: *Brit. J. Radiol.* 35 (1962), 90—114.
  - 7) Matschke, S. und Welker, K.: Bemerkung zum Problem der Messung, Rechnung und Lokalisation bei der Bestrahlungsplanung: *Deutscher Röntgenkongress Teils B: Strahlenbehandlung und Strahlenbiologie: P. 223—226.*
  - 8) 松林隆: wedge filter 技術に関する基礎的研究. *日医放*26巻2号 (昭41), 84—94
  - 9) Roosenbeek, E.V. and Grimm, J.H.: Wedge filters: Their construction and use with the 22 Mevp Betatron: *Am. J. Roent.* 85 (1961), 926—932.
  - 10) Sutherland, W.H.: Arc therapy with wedge-filtered beams of cobalt 60 radiation: *Brit. J. Radiol.* 35 (1962), 478—481.
  - 11) Tranter, F.W.: The design of wedge filters for use with a 4 MeV linear accelerator: *Brit. J. Radiol.* 30 (1957), 329—330.
  - 12) Tully, T.J.: Wedge filters for use with a 100 Curie Cobalt 60 teletherapy unit: *Brit. J. Radiol.* 29 (1956), 227—229.
  - 13) Van de Geijn, J.: A simple wedge filter technique for cobalt-60 teletherapy: *Brit. J. Radiol.* 35 (1962), 710—712.
  - 14) Welker, K.: Die Bewegungsbestrahlung mit Keilfiltern in der  $^{60}\text{Co}$ -Teletherapie II. Die Verwendung von Keilfiltern mit kleinem Keilwinkel: *Strahlentherapie* 132 (1967), 497—503.
  - 15) 山下久雄, 小林秀夫, 尾内能夫, 金田浩一, 都丸禎二, 入船寅二: wedge filter を用いた  $^{60}\text{Co}$  遠隔照射の線量分布. *日医放*22巻 (1962) 586