

| | |
|--------------|---|
| Title | Sr90 β アプリケーターの格納 |
| Author(s) | 永井, 純 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(3), p. 525-528 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/18666 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Sr⁹⁰ β アプリケーターの格納

札幌医科大学放射線医学教室 (主任 牟田信義教授)

永 井 純

(昭和34年 2月20日 受付)

近年β線による放射線治療が盛に行われるようになった。それと共に P³² ¹⁾, Sr⁹⁰等のβ線源の格納及び遮蔽が問題となつて来ている。Breitling²⁾はアルミニウム、ベルティナックス等を鉛に組合せてβ線の有効な防禦法を示した。著者は有合せの材料を用いて同様な実験を行つた。

実験方法

第1図に示す如く、Sr⁹⁰β アプリケーターの有効面、格納壁、ガイガー管を平行に置き、Sr⁹⁰β アプリケーターの有効面とプローブの先端との距離を10cmに保つた。格納壁は各種の物質と鉛との組合せとし、内側、即ち Sr⁹⁰ 側に各種の物質を置き、外側に鉛を置いた。各種の物質としては、厚さ 1.5mm、密度 0.834gm/cm³ の而至化学工業製のパラフィンワックスペースプレート、厚さ 1.1mm、密度 0.634gm/cm³ のボール紙、エックス線線量計に附属した半價層測定用アルミニウム板を使用した。格納壁全体の厚さを正確に一定にすることは出来なかつたが出来るだけ努めて22.6mm - 20.1mmとした。

Fig. 1. The arrangement of the instrument.

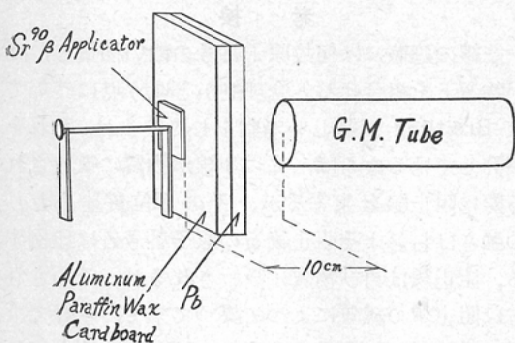


Fig. 2. Radiation leakage from the shield of Sr⁹⁰ β applicator. The shield is composed of two materials: paraffin wax or cardboard for inner wall and lead for outer.

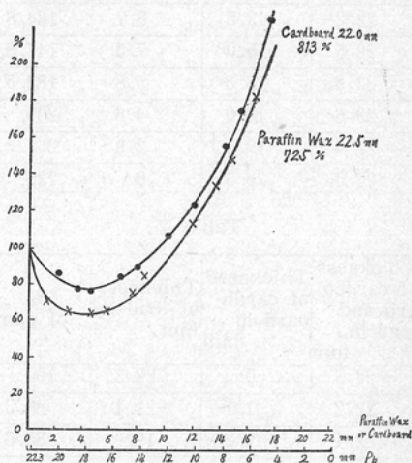


Fig. 3. Radiation leakage from the shield of Sr⁹⁰ β applicator. The shield is composed of two materials: aluminum for inner wall and lead for outer.

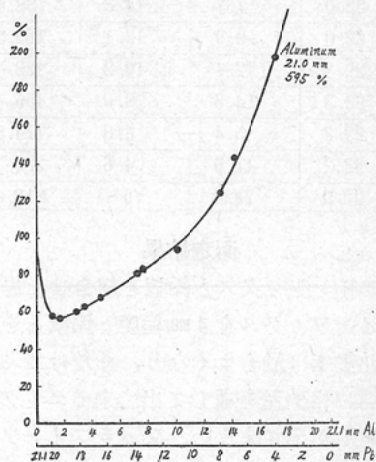


Table 1.

| Thickness of paraffin wax and lead in mm | Thickness of paraffin wax in mm | Thickness of lead in mm | % of cpm |
|--|---------------------------------|-------------------------|----------|
| 22.3 | 0 | 22.3 | 100 |
| 22.6 | 1.5 | 21.1 | 68.8 |
| 22.4 | 3.0 | 19.4 | 64.3 |
| 22.2 | 4.5 | 17.7 | 62.6 |
| 22.5 | 6.0 | 16.5 | 64.6 |
| 22.3 | 7.5 | 14.8 | 74.9 |
| 22.6 | 9.0 | 13.6 | 83.2 |
| 22.4 | 10.5 | 11.9 | 94.6 |
| 22.4 | 12.0 | 10.4 | 112.6 |
| 22.2 | 13.5 | 8.7 | 134.8 |
| 22.5 | 15.0 | 7.5 | 147.8 |
| 22.3 | 16.5 | 5.8 | 182.5 |
| 22.6 | 18.0 | 4.6 | 205. |
| 22.4 | 19.5 | 2.9 | 257. |
| 22.5 | 22.5 | 0 | 725. |

Table 2.

| Thickness of cardboard and lead in mm | Thickness of cardboard in mm | Thickness of lead in mm | % of cpm |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------|
| 22.3 | 0 | 22.3 | 100 |
| 22.2 | 1.1 | 21.1 | 88.3 |
| 22.1 | 2.2 | 19.9 | 85.6 |
| 22.0 | 3.3 | 18.7 | 74.7 |
| 22.1 | 4.4 | 17.7 | 74.6 |
| 22.0 | 5.5 | 16.5 | 78.3 |
| 22.1 | 6.6 | 15.5 | 83.4 |
| 22.0 | 7.7 | 14.3 | 88.4 |
| 22.0 | 9.9 | 12.1 | 106.5 |
| 22.3 | 12.1 | 10.2 | 123. |
| 22.3 | 14.3 | 8.0 | 155. |
| 22.2 | 15.4 | 6.8 | 174.8 |
| 22.2 | 17.6 | 4.6 | 225. |
| 22.0 | 22.0 | 0 | 813. |

測定結果

パラフィンワックスと鉛板を組合せた場合にはパラフィンワックスを4mm程度と鉛板とを重ねた場合に防禦率は最もよくなり、鉛だけ22.3mm使用した場合に格納壁を通して出て来るエックス線の63%程度しか出て来ない。又パラフィンワックスだけ22.5mm使用した場合の8.6%程度しか出て来

Table 3.

| Thickness of aluminum and lead in mm | Thickness of aluminum in mm | Thickness of lead in mm | % of cpm |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------|
| 21.1 | 0 | 21.1 | 100 |
| 21.093 | 1.193 | 19.9 | 56.4 |
| 21.097 | 1.697 | 19.4 | 55.5 |
| 21.116 | 2.916 | 18.2 | 60.7 |
| 21.033 | 3.333 | 17.7 | 62.4 |
| 21.117 | 4.617 | 16.5 | 67. |
| 21.0 | 7.2 | 13.8 | 80.1 |
| 21.163 | 7.563 | 13.6 | 82.7 |
| 21.089 | 10.189 | 10.9 | 93.4 |
| 20.983 | 12.983 | 8.0 | 125. |
| 20.979 | 13.979 | 7.0 | 143.5 |
| 21.009 | 16.909 | 4.1 | 197.5 |
| 21.001 | 19.301 | 1.7 | 280.5 |
| 20.998 | 20.998 | 0 | 595. |

ない(第1表, 第2図).

ボール紙と鉛板とを組合せた場合にも、ボール紙4mm程度を鉛板と組合せた場合防禦率は最もよく、22.3mmの防護壁を全部鉛にした場合の75%程度のエックス線しか格納壁を通して出て来ない。又格納壁22.0mm全部をボール紙で作った場合の9.2%程度しか出て来ない(第2表, 第2図).

アルミニウムと鉛とを組合せた場合には、アルミニウムの厚さを1.7mm位にした場合防禦効果は最もよくなり、鉛だけ21.1mm用いた際に格納壁を通して出て来るエックス線の56%程度しか出て来ない。又格納壁を全部アルミニウムで作った場合の9.3%程度しか出て来ない(第3表, 第3図).

考 按

β 線の遮蔽には何故原子番号の低い物質と、高い物質とを組合せると合理的かとゆう点については Breitling が詳しい考察をしているが、それを紹介して見るならば、先づ β 線が物質に吸収される際に阻止線を生ずるが、その単位質量あたりの強さはおおよそ阻止物質の原子番号 Z に比例する。阻止線は再び物質に吸収されるが、そのされ方は阻止線の線質によつて異つて来て、軟線では光電吸収が主で質量吸収係数は Z^3 に比例し、硬

線ではコンプトン吸収が主でZにほとんど無関係である。そこでβ線を全部、阻止線を発生することの少ない、原子番号の低い物質で吸収してしまつて、その外側に阻止線を吸収する為に原子番号の高い物質を置いたらよさそうに考えられるが、実際に最も有効な、原子番号の低い物質の厚さはβ線の最大飛程よりずっと短い。それはどうしてかとゆうと第一に最大エネルギーの $1/3$ 程のエネルギーを持つ電子の数が最も多いこと、それでエネルギーの大きな電子は割に少く、大部分の電子はかなり飛程が短い為である。第二にはエックス線が硬さによつて減弱の仕方が違うことと、電子のエネルギーが少くなれば発生する阻止線も弱くなる為である。硬線では単位質量あたりの吸収はZにほぼ無関係である。一方阻止線の発生はZの小さい方が少ないから、原子番号の小さい物質で吸収した方が有効である。しかし阻止線が軟かくなつて来ると、主として光電吸収により吸収され、質量吸収係数はZに比例するから原子番号の大きい物質を持つて来た方がよしい。β線が物質中に進入するに随つてエネルギーを失い、その有効波長は次第に長くなり、それにより生ずる阻止線は主として光電吸収によつて吸収されるようになり、Zの大きな物質が有効になつて来る。そしてこの深さは常にβ線の最大飛程より短いとゆう訳である。Glendenin³⁾によればY⁹⁰から出るβ線の最大飛程を有するものの吸収にはアルミニウムの場合少くとも1.08gm/cm²必要である。質量吸

収能はあまり吸収物質の原子番号に関係しないから、この値は近似的に他の物質にも適用することが出来る。

全体の壁の厚さを10mmにしたBreitlingの場合でも、ほぼ20mmにした私の実験でも最も有効なアルミニウムの厚さが2mm弱であることはこの辺の事情をよく現している。

なおこの2mm弱のアルミニウムの添加によつて全体の壁の厚さが10mmのBreitlingの場合には鉛だけの場合の約35%にまで阻止線の透過を減少させたが、全体の壁の厚さが約20mmの私の場合には56%程度であつた。

結 論

Sr⁹⁰β線源を用いて、β線の遮蔽には原子番号の小さい物質又は鉛を單獨に使用するよりも、両者を適当に組合せて用いた場合が最も有効であることを示した。鉛のみを遮蔽に用いている場合には、手許にあり合せの材料を利用して簡単に遮蔽をより有効にし得る。但しこの際注意しなければならないのは格納壁の内壁、外壁に組合せる物質で、もしこの順序を反対にすれば、結果は所期の目的に甚しく相違することとなる。

この報告は昭和32年10月13日第15回日本医学放射線学会東北北海道新潟地方会で発表した。

文 献

- 1) 久田, 山本: Radioisotopes 6, 40—45, 1956.
- 2) Breitling, G.: Fortschr. Röntgenst. 85, 453—456, 1956.
- 3) Glendenin, L.E.: Nucleonics 2, Nr. 1, 12, 1948. Breitlingにより上記文献に引用。

Housing of Strontium 90 β Applicator

By

Jun Nagai

Department of Radiology, Sapporo Medical College

(Director Prof. Nobuyoshi Muta)

Breitling reported in his publication that with regards to β ray absorber, the strength of Bremsstrahlung emitted by the absorber decreases with the decrease in atomic number and that with regards to absorbing of Bremsstrahlung the absorbing rate increases with

the increase in atomic number.

The present paper deals with a re-examination of this report. Accordingly, radiation leakage from the shield of a strontium 90 β applicator was examined with a G.M. counter. The shield in question was about 22 mm thick and consisted of 2 different materials. The inner wall consisted of paraffin wax, cardboard or sheet aluminum, while the outer wall consisted of lead. Next, the lead was exchanged partially with about 4 mm cardboard or paraffin wax or with about 1.7 mm aluminum in such a way that while the cardboard, paraffin wax and aluminum increased in thickness the lead thickness was decreased, leaving the total thickness unchanged. Then, the leakage was reduced to 75%, 63% and 56% respectively as compared against an all lead shield expressed as 100% (Figs. 2 and 3). The above thickness is less than the maximum range of β rays from a strontium 90 β applicator in the material concerned.

It is concluded that β ray shields can be improved considerably, provided that the primary protective absorber is made of substance that consists of low atomic number elements and the second absorber consists of heavy metal such as lead. It was further revealed that with an appropriate combination the protective effect increases to a maximum.