

Title	高エネルギーX線治療室の迷路における散乱線の遮蔽 計算法の再検討
Author(s)	尾内, 能夫; 都丸, 禎三; 内田, 勲 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1979, 39(2), p. 167-169
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14748
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

研究速報

高エネルギー X線治療室の迷路における 散乱線の遮蔽計算法の再検討

癌研究会癌研究所物理部

尾内 能夫 都丸 禎三 内田 勲

放射線医学総合研究所物理研究部

丸 山 隆 司 橋 詰 雅

(昭和53年11月17日受付)

(昭和53年11月24日最終原稿受付)

Reconsideration on Methods for Calculation of Shielding Thickness for Scattered Radiation at the Maze of a High-energy X-ray Therapy Room

Yoshio Onai, Teizo Tomaru and Isao Uchida

Department of Physics, Cancer Institute, Tokyo

Takashi Maruyama and Tadashi Hashizume

Division of Physics, National Institute of Radiological Sciences

Research Code No.: 303

Key Words: Shielding calculation, High-energy x-ray therapy room,
Scattered radiation, Maze-protected door, Neutrons

Dose rates and attenuation through lead of scattered radiation at mazes of 4, 10, and 15 MV linac x-ray therapy rooms were measured in order to compare with values calculated by methods recommended in Nippon Acta Radiologica, Vol. 28, 1968 (NAR) and ICRU Publication 21, 1971. For doses of scattered x-rays at the maze, experimental results were not greatly different from predictions by the NAR method. For doses of scattered x-rays through a maze-protected door, the NAR method for x-rays above 10 MV produces an underestimate, while the ICRU method provides an overestimate for x-rays above 3 MV. For x-rays above 10 MV, neutrons were detected in the scattered beams at mazes. In the case of Toshiba 10 MeV Linac, neutron dose equivalent rates in the range of 3-32 mrem/h were measured for points inside the maze when the accelerator was operated at a photon dose rate of 300 rad/min at 100 cm.

研究目的

高エネルギー X線治療室の迷路における散乱線を、防護扉を用いて遮蔽する場合の遮蔽計算法が日本医放会発行の「医療用高エネルギー加速器使

用室に対する遮蔽計算指針」¹⁾ (以下「指針」という)に掲載されているが、この方法は ICRP Publication 21²⁾の方法と異なる。又、北大の入江³⁾は10MV以上のX線について、上記指針によ

り遮蔽計算を行うと、防護扇を漏洩してくる散乱線量が、計算値より著しく多いことを指摘した。この「指針」の適否を実験的に再検討したので報告する。

研究方法

癌研所有の4MV Linac X線 (Mullard 製), 10 MV Linac X線 (東芝製), 放医研所有の15MeV Linac (三菱製) による10および15MV X線について検討した。散乱線の測定器は、癌研においては300cm³の電離箱式サーベイメータ (応用技研製), 放医研では600cm³の電離箱 (応用技研製) を用いた。いずれも Ra γ 線で校正してある。

迷路における散乱線量の計算には、「指針」に示す利用線維と照射ヘッドからの漏洩線の他に患者からの散乱線の壁等による散乱を加えた。患者による散乱比は丸山ら⁴⁾のデータを用いた。壁等による散乱比は「指針」に従い、0.01/m²とした。照射ヘッドの漏洩線量は実測値を用いた。その測定は100cm³の電離箱 (ラドコン0.1MA, Ra γ 線で校正) で行った。利用線維等の壁等への入射面のうち、問題となる点から見られる面積は、

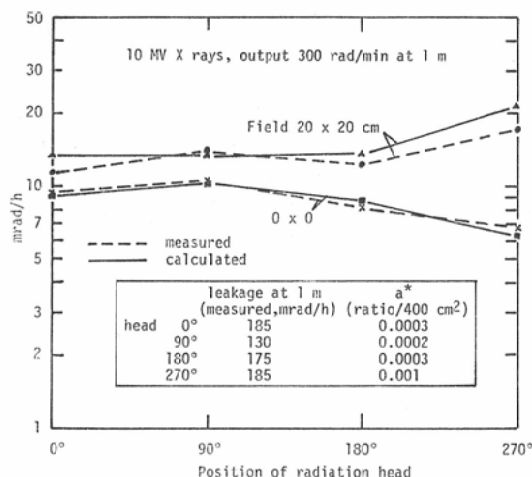


Fig. 1 Comparison of calculated and measured scattered doses at the maze of a 10MV x-ray therapy room *a is the ratio of scattered to incident dose at 1m from phantom when field area is 400cm².

2m×2m 程度の大きさに区分して、それぞれの面積からの散乱線量を「指針」に従って計算し、加算した。なお、見える面積を区分しないで、全体の面積について計算しても、散乱線量が15%以上少なく算定されることはなかつた。

研究結果

1. 散乱線量. Fig. 1 に迷路内の線源に近い位置で、しかも線源が見えない場所における10MV X線についての結果を、照射ヘッドの位置を横軸にとつて示した。0°が真上、90°が入口側からみて右側真横、180°が真下である。この位置では計算値と実測値とはよく一致している。

迷路内で計算値と実測値の差が大きくなることもあるあり、それらの相違の最大は4MV X線で40

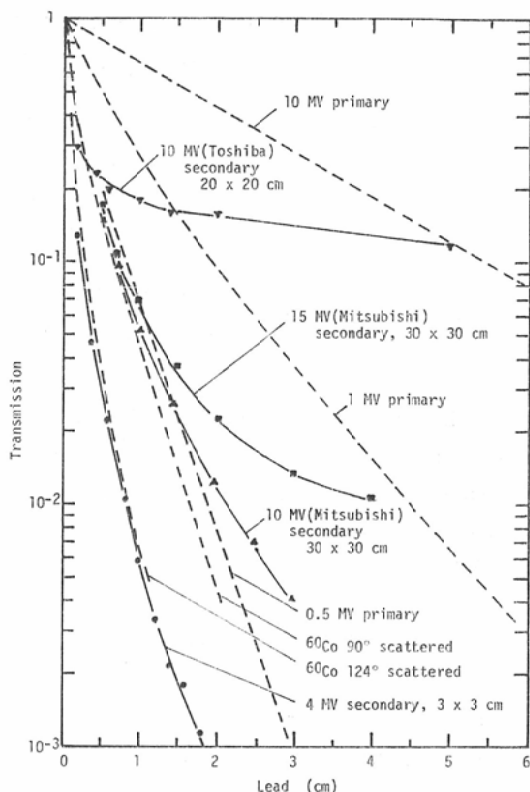


Fig. 2 Transmission through lead of scattered radiation at mazes of 4, 10, and 15 MV x-ray therapy rooms. Transmission curves for ⁶⁰Co scattered radiation, 0.5M, 1 MV, and 10 MV x-rays are also shown.

%, 10MV 以上のX線で30%であつた。

2. 散乱線の鉛による減弱. Fig. 2 に迷路内の線源に近い点で, しかも線源が見えない場所で測定した散乱線の鉛中の減弱曲線を示す. 4MV X線では ^{60}Co の124度散乱線と殆んど同じ減弱曲線である. 放医研の10および15MV X線では透過率が 10^{-1} まで, 癌研の10MV X線では 3×10^{-1} までは ^{60}Co の90度散乱線と殆んど同じ透過率を示す. 厚さが厚くなると減弱曲線の傾斜が緩やかとなり, 癌研の10MV 散乱線の傾斜は10MV 1次線の傾斜より緩やかである。

3. 中性子の確認. 散乱線の鉛による減弱曲線がある厚さ以上でゆるやかとなるのは, 中性子線の混入によるものと考えられるので, 測定器をCdの0.5~1.0mmで囲んで, Cdの有無による測定値の変化をしらべた. 迷路内でCdをつけた時の増加率の最大は, 放医研の10MV X線で1.06, 15MV X線で1.7, 癌研の10MV X線で1.8であつた. このことより10MV 以上のX線の場合には, 迷路内に熱中性子が混在することが明らかとなつた. しかもその量は装置および照射室の構造によつて異なることが考えられる。

癌研の10MV X線について, ^{252}Cf 中性子線で校正した中性子レムカウンタ [$^6\text{LiI}(\text{Eu})$ -20cmポリエチレン-Cd], 中性子用複合 TLD ($\text{CaSO}_4 : \text{Tm} + ^7\text{Li}, \text{CaSO}_4 : \text{Tm} + ^6\text{Li}$) を30cm ϕ ポリエチレン球の中心部に設置) および電総研で校正した熱中性子用ポケット線量計で測定した. X線出力が1mにおいて300rad/minの時, 迷路内の中性子線量当量率は3~32mrem/h, その最大値における熱中性子線量当量率は5mrem/hであつた。

考察および結論

1. 散乱線量. 「指針」では患者からの散乱線について考慮してないが, Fig. 1 に示すように, 照射ヘッドの位置によつてはそれを考慮しないと

過小評価になる. 散乱比を $0.01/\text{m}^2$ としても, 迷路の幅が狭いと, 実測値の方が計算値より大きくなるから, 安全率を2として設計することが望ましい。

2. 鉛による減弱曲線. 「指針」では迷路については, ^{60}Co の124度散乱線の減弱曲線を適用できるとしているが, 10~15MVのX線では ^{60}Co の90度散乱線の減弱曲線を用いるべきである. ICRP Pub. 21では, 0.5~3MV X線については0.5MV X線, 3MV以上では1MV X線の一次線の減弱曲線を散乱線の遮蔽計算に用いることを勧告しているが, Fig. 2 に示すようにその方法は過大評価である。

3. 「指針」では加速エネルギーが35MeV以下においてはX線を遮蔽すれば, 特に中性子の遮蔽を考慮する必要はないとしているが, 10MV以上のX線装置では, その必要がある装置もあり得るから⁵⁾, 中性子線のサーベイを実施すべきである。

本研究は厚生科学研究補助金の援助をうけて行われた。

文 献

- 1) 医療用加速器使用室 遮蔽計算指針委員会: 医療用高エネルギー加速器使用室に対する遮蔽計算指針. 日本医放会誌, 28: 622-634, 1968.
- 2) ICRP Publication 21(1971)(邦訳): 体外線源からの電離放射線に対する防護のためのデータ: ICRP Publication 15の補遺. p. 55, 1974, 日本アイソトープ協会.
- 3) 入江五郎: 日本医放会評議員会(昭和53年5月9日)にて報告.
- 4) 丸山, 隈元, 橋詰, 服部, 金森, 北村, 山本, 水品: ベータトロンのしゃへいに関する研究. 第4報 高エネルギーX線の散乱線量. 島津評論, 31: 93-96, 1974.
- 5) Fox, J.G. and MaAllister, J.D.: Fast neutrons from a 25-MeV betatron. Med. Phys. 4: 387-396, 1977.