

Title	はつかねずみの辜丸重量を指標にした Co-60 $\gamma$ 線の等効果比及び等線量比
Author(s)	岡村, 重昭; 中村, 寛; 古賀, 充
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(3), p. 355-358
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17122">https://hdl.handle.net/11094/17122</a>
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

# はつかねずみの睾丸重量を指標にした Co-60 $\gamma$ 線の等効果比及び等線量比

九州大学医学部放射線科学教室 (指導 入江英雄教授)

岡村重昭\*, 中村寛, 古賀充

(昭和42年9月30日受付)

Comparison Between 200 kVp X-rays and Co-60  $\gamma$ -rays by the Testicular Weight Loss of the Mouse

By

Shigeaki Okamura\*, Hiroshi Nakamura, Mitsuru Koga

Department of Radiology (Director: Prof. Dr. Hideo Irie), Faculty of Medicine,  
Kyushu University, Fukuoka, Japan.

The comparison between 200 kVp X-rays and Co-60  $\gamma$ -rays (whole-body irradiation) were measured by the use of testicular weight loss of the CF#1 male mouse.

The relationships between the testes weight at 28th day after irradiation and absorbed dose are as follows.

200 kVp X-rays

$$W = -87.81 \log D + 294.8 \quad \sigma^2 = 63.78$$

Co-60  $\gamma$ -rays

$$W = -73.81 \log D + 274.0 \quad \sigma^2 = 24.86$$

where,  $W$  is the estimated testes weight, and  $D$  is the absorbed dose.

The equal effect ratio of  $\gamma$ -rays were 0.7<sub>3</sub> and equal dose ratio were about 0.9 at the doses of 50, 100, 200, 300, and 400 rads.

There are no significant differences between the values measured by whole-body irradiation and those measured by local irradiation (the latter were reported earlier).

## 緒言

被照射睾丸重量の減少は照射線量と密接な関係があるとされ、照射線量の増加と睾丸重量の減少との関係とか睾丸重量の減少を目安にした異なる線質の放射線間の効果を比較する等の研究が多くなされてきた。

我々ははつかねずみの睾丸重量を指標にした Co-60  $\gamma$ 線、15MV X線、及び15MeV電子線の局所照射における生物学的効果比率 (等効果比及び

等線量比) については既に発表しているが、本報告においては、全身照射における 200kVp X線を基準とした Co-60  $\gamma$ 線の等効果比及び等線量比について報告する。

## 実験方法及び材料

実験動物には CF#1 はつかねずみ雄性20gr 前後 (5~6週令) のものを使用した。総使用匹数は 196匹で両線共各照射線量当り約12匹づつ使用した。

\* 現所属 九州大学医学部放射線基礎医学教室 (指導 吉永春馬教授)

\* Present Address: Department of Experimental Radiology (Director: Prof. Haruma Yoshinaga).

比較した放射線の線質は 200kVp X線と Co-60 $\gamma$ 線の 2種類であつて、それぞれ次の条件下で全身照射を行なつた。

a) 200kVp X線

島津信愛号(倍電圧, 平滑整流)使用. 管電流 15mA, 1.5mmCu+ 0.5mmAl 濾過. 焦点・動物間距離60cm使用. 線量率32.2R/分.

b) Co-60  $\gamma$ 線

島津 2,000Ci 装填 Co-60回転治療装置を使用. 線源・動物間距離は 100cm. 線量率は26R/分.

各線の照射時ははつかねずみを木製の照射箱に入れ, 200kVp X線照射の場合は X線フィルムで, Co-60  $\gamma$ 線照射の場合はアクリライト樹脂板 5mm厚でねずみの上面を覆い 2次電子平衡の状態 で照射した.

照射線量は両線共50, 75, 120, 200, 300, 及び 400Rづつの 1回照射である.

線量測定はいずれの場合も Victoreen Chamber を用いた. すなわち, 200kVp X線では X線用 250Rのもの (No. 154), Co-60  $\gamma$ 線では $\gamma$ 線用 25Rのもの (No. 653) を用いた.

飼育にはオリエンタル固形飼料(実験用)を用いた. 照射28日目に屠殺, 睪丸を摘出し化学天秤で秤量した.

結 果

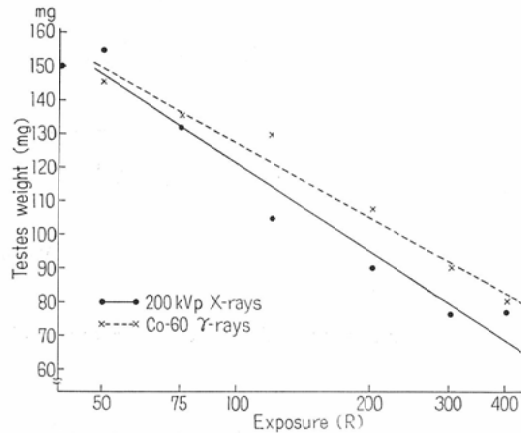
200kVp X線, Co-60  $\gamma$ 線 の 50, 75, 120, 200, 300, 及び 400R照射28日後の睪丸重量は第1表に示すようになった. この各線量毎の睪丸重量と線量の対数との関係を第1図に示す.

Table 1 Testis weight at 28 th day after 50, 75, 120, 200, 300, and 400 R irradiation.

Dose (R)	200 kVp X-rays(mg)	Co-60 $\gamma$ -rays (mg)
50	154.8 $\pm$ 148.3	145.8 $\pm$ 316.0
75	131.9 $\pm$ 474.8	135.7 $\pm$ 686.3
120	105.1 $\pm$ 236.1	129.7 $\pm$ 503.1
200	90.0 $\pm$ 115.5	108.0 $\pm$ 297.4
300	76.2 $\pm$ 69.0	90.4 $\pm$ 89.6
400	77.7 $\pm$ 158.2	80.3 $\pm$ 159.8
0(Control)	204.6 $\pm$ 567.0	

Means  $\pm$  Standard deviation are shown.

Fig. 1. Relationships Between Testes Weight And Exposure Dose.



第1図の X線照射群及び $\gamma$ 線照射群の各々において, 線量を対数にとつた場合の睪丸重量との相関は直線逆比例で近似出来るように思われる. そこで, この両者間に直線関係があるものとみなして X線照射群及び $\gamma$ 線照射群の各々における両者間の関係式を算出した<sup>5)</sup>.

200kVp X線群

$$W = -87.81 \log D - 294.8 \quad \sigma = \sqrt{63.78}$$

Co-60  $\gamma$ 線群

$$W = -73.81 \log D + 274.0 \quad \sigma = \sqrt{24.86}$$

但し,  $W$ は被照射28日後の睪丸重量の推定値,  $D$ は吸収線量 rad であり,  $\sigma$ は回帰への標準偏差である.

なおRより radへの換算係数として 200kVp X線では0.95<sup>7)8)</sup>, Co-60  $\gamma$ 線では0.96<sup>7)</sup>の値を用いた.

この関係式より, 等効果比として40, 50, 及び60%の効果の時(すなわち, 対照睪丸重量を60, 50, 及び40%に減少させる時)の効果の比, 及び

Table 2 Equal effect ratio of Co-60  $\gamma$ -rays

Effect	200 kVp X-rays	Co-60 $\gamma$ -rays
40%	1.00 (92.9 rads)	0.8 <sub>1</sub> (114.6 rads)
50%	1.00 (158.1 rads)	0.7 <sub>3</sub> (215.9 rads)
60%	1.00 (270.0 rads)	0.6 <sub>6</sub> (408.0 rads)

Number in the parenthesis are absorbed dose on the effect of 40, 50, and 60%.

Table 3 Equal dose ratio of Co-60  $\gamma$ -rays.

Dose (rads)	200 kVp X-rays	Co-60 $\gamma$ -rays
50	1.00 ( 57.7mg)	0.9 <sub>5</sub> ( 54.7mg)
100	1.00 ( 84.1mg)	0.9 <sub>1</sub> ( 76.9mg)
200	1.00 ( 110.6mg)	0.9 <sub>0</sub> ( 99.1mg)
300	1.00 ( 126.0mg)	0.8 <sub>5</sub> ( 112.1mg)
400	1.00 ( 137.0mg)	0.8 <sub>5</sub> ( 121.4mg)

Number in the parenthesis are testes weight loss on the absorbed dose of 50, 100, 200, 300, and 400 rads.

等線量比として吸収線量50, 100, 200, 300, 及び 400rad の時の効果の比を算出した。

第2表に両放射線の効果40, 50, 及び60%の時の吸収線量及び等効果比を, 第3表に吸収線量50, 100, 200, 300, 及び 400rad の時の効果(睾丸重量減少分)及び等線量比を示す。

Co-60 $\gamma$ 線の等効果比は200kVp X線を1.0すると効果40, 50, 及び60%の時それぞれ0.8<sub>1</sub>, 0.7<sub>3</sub>及び0.6<sub>6</sub>という値となり, 等線量比は50, 100, 200, 300, 及び 400rad で0.9<sub>5</sub>~0.8<sub>6</sub>という値になった。

考 案

生物学的効果比率Relative Biological Effectiveness という言葉はR B E専門委員会の報告<sup>4)</sup>によれば「異なる線質の放射線のLETのみが異なつてその他の物理学的, 生物学的諸条件は全く等しい条件下で行なわれた実験において, 等しい効果を生じるような2種の放射線の線量の比の逆数である」と定義している。又その上, 「LET以外の物理学的, 生物学的条件に相異があるか又は相異がありうる時の線量の比の逆数は等効果比とよぶ事にしたい。」と述べている。そこで本報告においても, 生物学的効果比率という言葉の代りに等効果比という言葉を使用したわけである。

しかし又, 等しい線量の時の効果の比も又生物学的効果比率とよばれるべきものであり, 実用的にはむしろこの方が有用な事が多い。そこで我々はこの等しい線量における効果の比を等線量比という言葉で表現し, 報告したわけである。

睾丸重量を指標して高エネルギーの電磁波性の放射線間の生物学的効果比率をみたのに Kohn

等<sup>5)</sup>や Storer<sup>6)</sup>等がある。前者は250kVp X線を基準線として1,000kVのX線の効果のみをみており, 生物学的効果比率は0.78~0.87であつたといつている。又後者はRaの $\gamma$ 線を基準線として, Co-60  $\gamma$ 線の効果比率は0.9といつている。なお後者はプロトン線や $\alpha$ 粒子線などの粒子線の効果比率もみている。

さて我々は既に局所照射における睾丸重量を指標にした等効果比及び等線量比について報告<sup>1)</sup>している。この局所照射時の等効果比(50%)は200kVp X線の効果を1.0とした時Co-60  $\gamma$ 線のそれは0.7<sub>6</sub>という値であつた。本報告の全身照射の場合は0.7<sub>3</sub>という値となつた。この両者間に有意の差は認められない。

又, 等線量比は200kVp X線の効果を1.0とした時Co-60  $\gamma$ 線の効果は局所照射でも全身照射でも0.9前後の値となり, 局所照射と全身照射間に差を認めない。

すなわち, 睾丸重量の減少を指標とした時, 200kVp X線に対するCo-60  $\gamma$ 線の等効果比も等線量比も全身照射による値と局所照射によつた値との間に有意の差はなかつた。

しかしながら, 効果40, 50, 及び60%を生じうる線量を局所照射と全身照射間で比較してみると(第4表), 200kVp X線でもCo-60  $\gamma$ 線でも同じ効果をおこさせる為には局所照射の方が2倍弱の大線量を必要としている。

Kohn<sup>2)</sup>等はX線の75, 100, 150, 300, 及び500Rを骨盤のみ, 全身, 及び骨盤を除く全身照射を試み睾丸における効果を比較している。そして骨盤のみの照射と全身照射の場合には同じ線量の照射では睾丸重量に有意の差を生ぜず, 且つ骨盤を除く全身照射では睾丸重量の減少はおこら

Table 4 Absorbed dose of the testes at the testis weight loss of 40, 50, and 60%.

Effect	Site of Irradiation	200 kVp X-rays	Co-60 $\gamma$ -rays
40%	Local	174.5 rads	220.5 rads
	Whole-body	92.0	114.6
50%	Local	294.0	387.4
	Whole-body	153.1	215.9
60%	Local	495.1	680.2
	Whole-body	270.0	408.0

ないといっている。しかし、彼等の実験では同一線量照射はつかねずみは5~8匹を用いての平均値での比較であるので差が出ないのではなからうか。

我々のデータの場合、局所照射の実験と全身照射のそれとは実験の時期が異なっており、その為か対照睾丸重量も局所照射実験では185.3mg、全身照射実験では204.6mgと相当異なっている。その為対照に対する比でしか両者を比較しえないが、線量、効果関係式からえられる100, 200, 300, 400rad照射のいずれにおいても全身被照射睾丸重量は常に局所被照射睾丸重量に比して軽くなっている。

この局所照射と全身照射において睾丸重量が異なるのではないかという点については、局所被照射睾丸重量の測定時期の点も含めて更に検討してみたいと考える。

#### 要 約

200kVp X線及び Co-60  $\gamma$ 線の全身照射により、CF#1 雄性はつかねずみ(5~6週令)の睾丸重量減少を指標とした等効果比及び等線量比を測定した。

200kVp X線を基準線とすると Co-60  $\gamma$ 線の等効果比は0.75、等線量比は線量の多少にもよるが0.9前後の値となつた。この値は同種はつかねずみに局所照射して得られた等効果比及び等線量比との間に有意の差を認めない。

(本論文の一部には第17回日本医学放射線学会中四国・関西・九州合同部会において発表した)。

謝辞 本研究は文部省科学研究費の援助によるものである事を記し、これに感謝の意を表する。

本論文を御校閲いただいた恩師入江英雄教授及び吉永春馬教授に衷心より感謝致します。

#### 文 献

- 1) 岡村重昭他：睾丸重量を指標とした200kV X線、Co-60  $\gamma$ 線、15MV X線及び15MeV電子線の生物学的効果比率。日医放会誌、23、189—193、1963。
- 2) Kohn, H.I. et al: Testes weight loss as a quantitative measure of X-ray injury in the mouse, hamster and rat. Brit. J. Radiol. 27, 586—591, 1954.
- 3) Kohn, H.I., et al.: Relative biological efficiency of 1000 kVp and 250 kVcp X-rays. IV. Determinations based on the dose-response curve for testicular weight in the mouse. Radiation Reseach 5, 700—709, 1956.
- 4) RBE Committee: Report of the RBE Committee to the International Commissions on Radiological Protection and on Radiological Units and Measurements. Health Physics 9, 357—386, 1963.
- 5) Snedecor, G.W. (畑村又好他訳): 統計的方法, 上 104—135, 下 365—388, 岩波書店, 昭和31年。
- 6) Storer, J.B., et al.: The relative biological effectiveness of various ionizing radiations in mammalian systems. Radiation Research 6, 188—288, 1957.
- 7) 竹下健児他: 硫酸鉄線量計による高エネルギー放射線の吸収線量測定。日医放会誌、23、288—292, 1961。
- 8) Yoshinaga, H., et al.: On the quality of X-ray used in the radiological studies. Proc. Hiroshima Univ. RINMB. 2, 11—22, 1961.