



Title	200kVp X線, 60Co γ 線並びに 137Cs γ 線の Relative Biological Effectiveness
Author(s)	小塚, 隆弘
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(6), p. 1267-1273
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18202
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

200kVp X線, ^{60}Co γ 線並びに ^{137}Cs γ 線の Relative Biological Effectiveness

大阪大学医学部放射線医学教室（主任 立入弘教授）

小塚 隆弘

（昭和35年6月3日受付）

1. 緒言

近年、放射線の種類およびその利用範囲が増すにつれ、これら放射線の生物に対する作用が医療の面からも、あるいは利用に伴う障害の面からも問題となってきた。医療の面からだけ述べても、古くから用いられてきたX線、Ra γ 線に加え近来は ^{60}Co γ 線を始めとする人工放射線源からの γ 線、超高圧X線、さらには α 線、 β 線、中性子線等の粒子線が統々と治療あるいは診断に利用されつゝある。しかもこれらの放射線は夫々異ったエネルギーを有し、したがつてこれらを照射した場合、生体における線量分布、容積線量が異つてくることは当然である。その上同一線量が吸收されたとしても生体に対する作用は全く同一ではない。このことから放射線の生物学的な作用の差、すなわち Relative Biological Effectiveness (= RBE)が問題となり、これに関する研究が放射線生物学の重要な分野を占めるに至り、多数の報告が見られる¹⁾³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾³²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁹⁾⁴⁰⁾⁴³⁾⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵²⁾

この場合対象として選ばれる生物が何であるか、またどういう時期にどういう変化を基準とするかでRBEは変つてくるので、RBEの研究にあたつては物理学的条件と共に生物学的条件の厳選が必要となり、その生物の系統、性、年令、体重を統一し、しかもその生活ならびに実験時の環境条件を一定にしなければならない。この点著者の用いた雛胎は放射線感受性も高く、系統、孵卵後日数、卵の重量を一定にすれば、その環境は一定にすることが出来るためにRBEの研究には最

も適したもの一つであるといえる。これまで多数の研究者²⁾³⁾⁹⁾¹²⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²³⁾²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾³²⁾⁴⁶⁾⁵¹⁾⁵³⁾が放射線の生物学的作用に関する実験材料として用いており、またRBEの研究にも使用している³⁾¹⁶⁾²³⁾²⁷⁾²⁸⁾³²⁾ことはこの事実を裏書きする。

著者の教室では最近 ^{137}Cs γ 線大量遠隔照射装置が備えられた。この装置は本邦では最初の装置であり、諸外国でも報告されているものは数多くない。これの臨床的応用にあたつて ^{137}Cs γ 線の生物学的作用を従来から用いられているX線、 ^{60}Co γ 線のそれと比較検討することは有意義なことと考えられ本実験を計画した。その指標としては先ず雛胎の50%致死量 (LD_{50}) を選び、次に先に三浦らと著者²⁸⁾が行つた実験方法に基いてこれら3種類の放射線を照射して同一線量を与えた後体重增加抑制効果を調べた。雛胎に放射線を大量照射した場合、Karnofsky¹⁷⁾のいう急性死がおこり、それを生き延びたものに遅延死が見られる。著者は LD_{50} の決定にあたり他の因子の比較的加わらないと見られる急性死を指標とした。

雛胎を実験材料とした諸家は孵卵後4日の雛胎を利用したものが多いたが、受精の有無を調べるには7日程度のものが便利であり、またKarnofskyによれば若い雛胎ほど放射線感受性が低く、 LD_{50} が大であり、日を経るに従い8日までは感受性が急速に高まるという点からも7日卵を利用した。

2. 実験方法

1) 実験材料

雛胎は白色レグホーン種で $52 \pm 2\text{ g}$ の受精卵を 37°C 、相対湿度40~60%の条件下で通風装置のつ

いた孵卵器内においてものを使用した。保温開始より7日後に孵卵器より取り出し、検卵によつて血管が正常発育を示しているものを選んで用いた。LD₅₀の実験に用いた雞胎は各照射群304～350個、総計1317個である。

2) 放射線の照射条件

X線は200kVp, 15mA, 濾過板: 0.9mmCu + 0.5mmAl, 焦点卵殻間距離: 40cm, 線量率: 60.5rads/min. および200kVp, 5mA, 濾過板: 0.9mmCu + 0.5mmAl, 焦点卵殻間距離: 40cm, 線量率: 26.2rads/min.

⁶⁰Co γ線は、線源卵殻間距離: 40cm, 線量率: 24.6rads/min.

¹³⁷Cs γ線は、線源卵殻間距離: 60cm, 線量率: 23.3rads/min.

上記の線量率は何れも雞胎位置での測定値である。

3) 放射線の線量測定方法

卵殻内にパラフィンを注入してファントームを作り雞胎位置に Victoreen 製 100r 蓄電型電離槽を挿入し、実験と全く同様の照射条件下においてr値を測定し、Spiers⁴¹⁾の数値により、得られたレントゲン数に0.93を乗じて rad 値に換算した。

4) 放射線の照射方法

試料容器は厚さ5mmのプラスチック製15cm立方の恒温装置つきの箱を廻転用モーターの上にとりつけ、1分間に1回転させた。同時に照射にあたつては1回8個の卵を気室を上にして立て並べ、その各卵の間の空間は温めた米で卵と同じ高さまで埋めて、保温効果と同時に均等な線量分布を得るようにつとめた。

5) 結果の判定

生死は照射終了後7時間に卵殻を割つて雞胎を取り出し、心搏動の有無によつて判定した。

また体重增加抑制作用については同様に心搏動の存在することを確かめた後、胎児附属臓器を切り離し、生理的食塩水でよく洗い、濾紙を用いて附着水分を出来るだけ除去した後に化学天秤で測定した。照射は孵卵後7日に各400rads宛行い、

体重測定時期は照射終了後1, 2, 3, 4, 5, 6日、すなわち孵卵後日数で表現すれば8, 9, 10, 11, 12, 13日である。

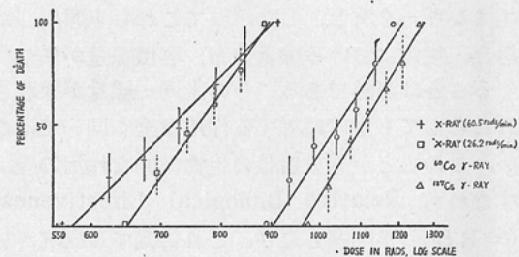
3. 実験結果

1) 致死効果

照射された雞胎は致死量を遙かに下廻る線量では肉眼的に何ら変化を示さないが、致死量に近づくにつれ Karnofsky¹⁷⁾が記載した通り漿尿膜の血管は細くなつておらず、死亡の近いものや死亡したものでは殊にこの変化が著明である。Boland²²⁾が述べている出血も多数において認められるがその場所としては雞胎内出血が多く、雞胎外出血も少数で見られた。殊にX線60.5rads/min. 照射群でこの雞胎内出血の傾向が顯著であり、雞胎が出血のため赤くなつて死亡しているものをしばしば観察した。

得られた致死率と線量の関係を線量の対数を横軸とした半対数表で表わせば第1図のようにな

Fig. 1 Relationship between dose and percentage of death



X-Ray (60.5rads/min.)

$$Y = 15.478 \times -39.321, \text{ Slope } b = 15.478 \pm 0.047 \\ z^2 = 6.340, n = 5$$

X-Ray (26.2rads/min.)

$$Y = 20.321 \times -53.572, \text{ Slope } b = 20.321 \pm 0.037 \\ z^2 = 3.263, n = 4$$

⁶⁰Co γ-ray

$$Y = 18.152 \times -49.796, \text{ Slope } b = 18.151 \pm 0.004 \\ z^2 = 3.643, n = 5$$

¹³⁷Cs γ-Ray

$$Y = 24.366 \times -69.125, \text{ Slope } b = 24.366 \pm 0.056 \\ z^2 = 4.230, n = 5$$

る。これを Fisher のプロビット法で処理すると第1図に附記したような回帰直線の式と回帰係数とを得、夫々の LD₅₀、および ⁶⁰Co γ 線の LD₅₀

を1としたときの各放射線のRBEは次表の通りである。

	n	LD_{50} (rads)	RBE
		M±S E	
X-RAY			
60.5 rads/min.	342	730±8	1.43
26.2 rads/min.	304	763±9	1.37
$^{60}\text{Co} \gamma$ -RAY	351	1044±9	1.00
$^{137}\text{Cs} \gamma$ -RAY	320	1102±7	0.94

Fig. 2 Normal increase of body weight (Each point shows mean value of 20-50 chick embryos)

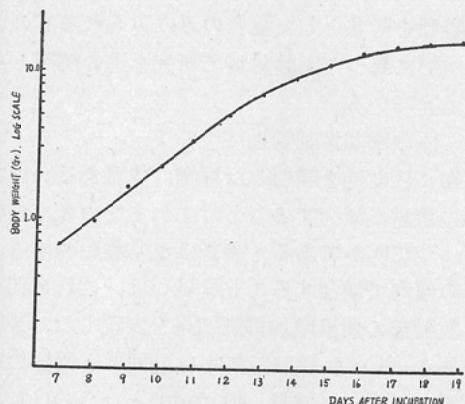
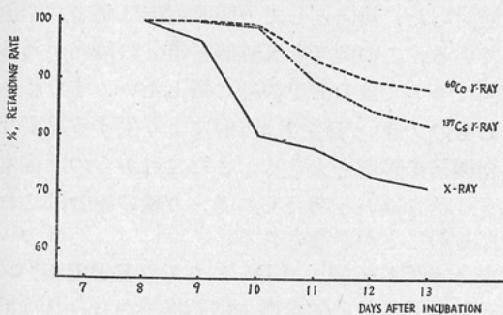


Fig. 3 Retarding effect on increase of body weight by irradiation



2) 正常発育

雛胎の重量は孵卵後時間とともに一定の傾向で増加することがわかつた。半対数表を用いて重量を対数とし、第7日卵より19日卵までをプロットして行くと、7日から13日までは直線的に増し、それ以後は増加率は漸次減ずる。この場合各点は

20乃至50個の雛胎重量の平均値を示す。(第2図)

3) 照射による体重增加抑制効果

上記の正常発育の結果から体重增加抑制効果の判定を孵卵後8日から13日までの間で行つた。一曲線の追求には対照をも含めて同一孵卵群を以つてし、1点には8個の卵を用いた。対照としては任意の日を3点実測し半対数表上で直線で結び、実測以外の値を推定した。照射群は勿論実測値である。効果は同日雛胎の対照平均値に対する照射雛胎の平均値の百分率で表わした。(第3図)

X線照射群では体重增加抑制効果が照射後2日(第9日卵)より始まり、3日後に急激に著明となり、その後は緩やかな経過をとる。

これに反し $^{60}\text{Co} \gamma$ 線、 $^{137}\text{Cs} \gamma$ 線照射群は照射終了後3日で効果が現われ始め、4日で著明となるが、その程度はX線照射群ほど強くはない。その後の経過も緩やかである。 $^{137}\text{Cs} \gamma$ 線照射群はX線照射群と $^{60}\text{Co} \gamma$ 線照射群の間に位するがむしろかなり後者に近い曲線をとる。

4. 考 按

1) LD_{50} によるRBEについて

本実験では200kVp X線のRBEは $^{60}\text{Co} \gamma$ 線に比し1.37、線量率を約2倍にしたX線照射群では1.43となつた。

X線と γ 線のRBEについては既に多数の報告がある。これを本実験の結果と比較してみる。初期には γ 線源として Ra が用いられており、E. Paterson³³⁾ は鶏の眼の線維芽細胞を指標として、Crabtree 等⁶⁾ はラッテの網膜の解糖作用の変化を調べて何れも両者の作用に有意の差を認めていない。

Mottram³¹⁾ はマウスの尾の皮膚の変化からX線の方が Ra γ 線に比しより有効であると報告している。Upton⁴⁹⁾⁵⁰⁾ はマウスに対する 250kVp X線と $^{60}\text{Co} \gamma$ 線の全身照射を行い、30日後の LD_{50} から $^{60}\text{Co} \gamma$ 線に対するX線のRBEを1.38あるいは1.4と決定した。石山¹⁴⁾ はマウスの致死効果を研究し Swiss Albino では 150kV X線のRBEを $^{60}\text{Co} \gamma$ 線に対して1.35(雑種では1.43)と報告している。Sinclair³⁹⁾ は Saccharo-

myces cerevisiae の生存曲線より ^{60}Co γ 線の RBE は 200kVp X線の 0.85 とし、22MeVp X線と同じ効果を有すると述べている。Patetta-Queirolo 等³⁶⁾はマウスの腸管重量減少を指標として 250kVp X線の RBE は ^{60}Co γ 線の 1.4 とした。また Storer 等⁴³⁾はマウスの致死効果を始め各臓器について詳細に RBE を検討し、250kVp X線の RBE は ^{60}Co γ 線の 1.0~1.4 と述べている。渡辺⁵²⁾はマウスに対する 30日後の LD₅₀ はその系統、性によつて差があることを認め、200kVp X線の RBE を ^{60}Co γ 線に対して 1.76~1.34 と決定した。

これら諸家の報告は本実験の結果とよく一致している。

^{137}Cs γ 線のそれは ^{60}Co γ 線に対して 0.94 となつた。

^{137}Cs γ 線については RBE の実験を行つた報告がないので比較するわけには行かない。

このように X線が γ 線より生物学的効果が高い原因については明かではないが、上記諸家の報告および X線と超高压 X線を比較した多数の報告を見てもエネルギーの高いものは何れも RBE が低い。エネルギーの差から X線と γ 線では当然深部率が異り、線量分布はかなり異なるが本実験では雞胎の位置での測定が行つてあり、これは考慮の中に入らない。

次に容積線量の問題であるが Moos 等²⁹⁾は 400kV と 22MeV X線でラッテの容積線量を計算し有意の差を認めていない。ラッテよりも遙かに容積の小さい雞胎では一層これを否定出来よう。石山¹⁴⁾の述べた骨への吸收エネルギーおよび組織中のイオン濃度の差については以下述べることと関連し興味ある問題といえよう。

Zirkle⁵⁴⁾ は線エネルギー附与 (Linear Energy Transfer = LET) が放射線の生物学的作用で重要性を有することを述べているが、この LET が RBE の問題で大きな比重を有することは間違ない。この LET と RBE との関連性は今日では一般に通説の如き感を呈している。Storer 等⁴³⁾はこの問題を論じ、RBE は LET が 3 乃至 10kev/ μ の間では増加し、45乃至 4000kev/ μ の

間では逆に減少すると述べている。これを本実験に適用すれば 200kVp X線、 ^{60}Co γ 線および ^{137}Cs γ 線の LET は夫々 1.8, 0.27, 0.40kev/ μ であり、これから一応の説明がつくと考えられる。しかし生物に対する放射線の作用の本質をついた説明がなされない限りまだ満足には至らず将来の研究に待つべきものであろう。

これに反し ^{60}Co γ 線と ^{137}Cs γ 線とは LET からえた予想を裏切つて後者の方が LD₅₀ に関する RBE が僅ながら低くなつた。この効果の差は LET からは説明し難くむしろ ^{137}Cs γ 線の効果は ^{60}Co γ 線より大であるべきである。この差は雞胎を対象とした場合のみにみられるものかどうか更に異つた実験材料で研究を進め解明したいと考えている。

2) 体重增加抑制効果について

生物に放射線を照射した場合、体重あるいは各臓器の重量が減少することはこれまでの多くの報告によつて明かである。著者は正常雞胎の体重が一定の傾向で増加することを見つけ、これをを利用して放射線の体重增加抑制効果を表現した。X線照射群と ^{60}Co γ 線照射群とは前回²³⁾と同様の結果を得た。用いた線量 400rads というのは前回最も各放射線固有の効果の傾向を示したと考えられた線量であつてこれに ^{137}Cs γ 線照射群を加えて検討した。傾向として γ 線照射群は両者共類似している。この両者と X線照射群との傾向が異なる原因については LET の差に帰したい。すなわち LET の大きい X線では照射により生ずる重要な代謝機構の障害も大きく、またこれからの回復もあまり示さないと考えられる。 γ 線の場合はこれと反対のことが予想される。

次に ^{137}Cs γ 線の LD₅₀ からみた RBE が ^{60}Co γ 線に劣り反対に体重增加抑制作用からみれば優つてゐるという相反する結果が出たが、これに對しては前者は照射による急性死、後者は体重増加抑制という異つた基準を指標としており、また用いた線量も異なる。そのため両者の値が変ることは当然考えられることである。諸家の報告を見ても指標とする対象が変われば RBE 値に相当な変動が存在することがわかる。しかし本実験において

示された互に相反する傾向が一体何を意味するのか、その本質は何であるのか、またそのような傾向が他の実験動物にも存在するのか等は今後更に追究したい。しかしこれら両変化共に¹³⁷Cs γ線は⁶⁰Co γ線のそれと極めて近い傾向を示しているので実際応用面にあたつては¹³⁷Cs γ線は⁶⁰Co γ線と同様に用いて差支えないものと考えられる。

3) 線量率の差について

Lea²⁶⁾が雞胎で行つた実験では 10r/min. 以上の線量率では LD₅₀ はこれに無関係であるとしている。また Thomson 等⁴⁶⁾は⁶⁰Co γ線をマウスに照射して LD₅₀ を調べたがその線量率は 42.2 r/min. から 0.08r/min. であり, 42.2r/min. ~ 4 r/min. の範囲では LD₅₀ は線量率に殆ど無関係であるとしている。更に Stearner⁴²⁾は雞雛を用いて 200kVX線を線量率 43r/min. と 6 r/min. で照射を行い、4 日、14 日の LD₅₀ から前者の方が LD₅₀ が低いことを認めている。楠本²⁵⁾は⁶⁰Co γ線では 92.4r/min. から 10.2r/min. の範囲で線量率が大きくなるほどマウスの LD₅₀ が低下し線量率を変えて総量 800r 一定としてマウスに照射すると線量率が大きくなるほど生存率が低下することを認めた。本実験では X線を線量率を変えて照射したが、両者共に極めて近い LD₅₀ 値を示し、實際上殆ど問題とはならない程度の差しか認められなかつた。この成績は楠本の報告とは食い違つている。この原因については対象動物が異つていること、成熟マウスと幼若な雞胎とで反応が異なるのではないか等のことが考えられるがこの点についても今後検討するつもりである。

5. 総括および結論

200kVp X線、⁶⁰Co γ線、および¹³⁷Cs γ線の相対的生物学的效果を孵卵後 7 日の雞胎を用いて検討した。

1) 照射後 7 時間の LD₅₀ からこれら放射線の RBE を検討した。特に X線照射群については γ線とほど同じ線量率と、これの約 2 倍の線量率とを用い、線量率の差が致死効果にどの程度影響を与えるかを調べた。

⁶⁰Co γ線（線量率：24.6rads/min.）の RBE を 1 とした場合、X線（線量率：26.2rads/min.）の RBE は 1.37、X線（線量率：60.5rads/min.）は 1.43、¹³⁷Cs γ線（線量率：23.3rads/min.）は 0.94 であつた。

2) また 3 種の放射線を 400rads 一定照射してその体重増加抑制効果を経日的に追求した。X線照射群では照射 2 日後より効果が現われ始め、3 日後に著明となる。γ線照射群は 4 日後に著明となり、¹³⁷Cs γ線照射群は⁶⁰Co γ線照射群よりも抑制効果が強いが両者類似した傾向を示す。

稿を終えるに当つて御指導、御校閲を賜つた立入教授、堀助教授、吉井講師、重松博士、川本博士に謹んで深謝の意を表すると共に御援助頂いた教室員各位に感謝する。

また⁶⁰Co γ線照射については大阪大学微生物病研究所附属病院放射線科に、孵卵については同研究所奥野研究室に、便宜を与えられたことに対し深甚の謝意を表する。

文 献

- 1) Bateman, A.J.: Brit. J. Radiol., 30: 347, 1957.
- 2) Boland, J.: Brit. J. Radiol., 27: 680, 1954.
- 3) Boland, J.: Brit. J. Radiol., 30: 350, 1957.
- 4) Boland, J.: Brit. J. Radiol., 30: 351, 1957.
- 5) Chapman, W.H. and Jerome, E. A.: Rad. Research, 4: 519, 1956.
- 6) Crabtree, H.G. and Gray, L.H.: Brit. J. Radiol. 12: 39, 1939.
- 7) Curtis, H.J. and Gebhard, K.: Rad. Research, 9: 278, 1958.
- 8) Essenberg, J.M.: Radiology, 25: 737, 1935.
- 9) Essenberg, J.M. and Zirkmund, A.: Radiology, 31: 94, 1938.
- 10) Delihas, N. and Curtis, H.J.: Rad. Research 8: 166, 1958.
- 11) Fuller, J.B., Chen, J., Laughlin, J.S. and Harvey, R.A.: Rad. Research, 3: 423, 1955.
- 12) Gilman, P.K. and Baetjer, F.H.: Am. J. Physiol., 10: 222, 1903—1904.
- 13) Gunter, S. H., Kohn, H.I., Tyree, E. B., Laughlin, J. S., Shapiro, J.G. and Thomson, P.: Rad. Research, 4: 326, 1956.
- 14) 石山金藏: 日医放誌, 16: 806, 1956.
- 15) Jacquez, J.A. and Karnofsky, D.A.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 64: 289, 1950.
- 16) Kallman, R. F., Steele, R.E., Weissbluth, M. and Bagshaw, M. A.: Rad. Research, 9: 270, 1958.
- 17) Karnofsky, D.A., Patterson, P. A. and Ridgway, L.P.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 64:

- 280, 1950. —18) Kohn, H.I. and Kallman, R.F.: Brit. J. Radiol., 27 : 586, 1954. —19) Kohn, H.I. and Gunter, S.E.: Rad. Research, 5 : 674, 1956. —20) Kohn, H.I. and Gunter, S.E.: Rad. Research, 5 : 688, 1956. —21) Kohn, H. I. and Gunter, S. E.: Rad. Research, 5 : 693, 1956. —22) Kohn, H. I. and Gunter, S. E.: Rad. Research, 5 : 700, 1956. —23) Kohn, H.I. and Kallman, R.F.: Rad. Reseach, 5 : 710, 1956. —24) Krontowski, A.A.: Strahlentherapie, 21 : 12, 1925—1926. —25) 楠本五郎: 日医放誌, 19 : 1497, 1959. —26) Lea, D.E.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 45 : 605, 1941. —27) Leavitt, C., Thompson, P. A., Tsien, K. C., Karnofsky, D.A. and Laughlin, J.S.: Rad. Research, 3 : 355, 1955. —28) 三浦貴士, 永井春三, 小塙隆弘, 川本溢彌, 善成務: 倉敷中央病院年報, 27 : 63, 1959. —29) Moos, W.S., Fuller, J.B., Henderson, W.J., Dallenbach, F. and Harvey, R.A.: Rad. Research, 3 : 44, 1955. —30) Mossige, J.: Progress in Radiobiology, 137, 1955. (Mitchell, J.S., Holmes, B.E. and Smith, C.L. ed.) —31) Mottram, J.C.: Brit. J. Radiol., 13 : 31, 1940. —32) Oftedal, P.: Progress in Radiobiology, 131, 1955. (Mitchell, J.S., Holmes, B.E. and Smith, C.L. ed.) —33) Paterson, E.: Brit. J. Radiol., 12 : 39, 1939. —34) Paterson, E., Ashton, M., Shaw, J. and Mayo, J.: Brit. J. Radiol., 30 : 343, 1957. —35) Paterson, R.: Brit. J. Radiol., 30 : 352, 1957. —36) Patetta-Queirolo, M.A., Randolph, M.L. and Sproul, J.A.: Acta Radiol., 49 : 393, 1958. —37) Quastler, H.: Am. J. Roentgenol., and Ra-ther., 54 : 449, 1945. —38) Quastler, H.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 54, : 457, 1945. —39) Sinclair, W. K., Gunter, S. E. and Cole, A.: Rad. Research, 10 : 418, 1959. —40) Spalding, J. F., Hawkins, S.B. and Strang, G.: Rad. Research, 9 : 369, 1958. —41) Spiers, F.W.: Radiation Dosimetry: 1956 (Hine, G.J. and Brownell, G.L. ed.) Academic Press Inc. New York. —42) Stearner, S. P.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 65 : 265, 1951. —43) Storer, J.B., Harris, P.S., Furchner, J.E. and Laughlin, W.H.: Rad. Research, 6 : 188, 1957. —44) Storer, J. B., Rogers, B. S., Boone, I.U.: Rad. Research, 8 : 64, 1958. —45) Storer, J. B. and Sanders, P. C.: Rad. Research, 8 : 71, 1958. —46) Strangeways, T.S.F. and Fell, H.B.: Proc. Roy. Soc., London, SB. 102 : 9, 1928. —47) Thomson, J. F. and Tourtellatte, W.W.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther., 69 : 826, 1953. —48) Thomson, J.F. and Tourtellatte, W. W., Carttar, M. S., Cox, R.S., Wilson, J. E.: Am. J. Roentgenol. and Ra-ther, 69 : 830, 1953. —49) Upton, A. C., Conte, F.P., Hurst, G. S. and Mills, W. A.: Rad. Research, 3 : 355, 1955. —50) Upton, A.C., Conte, F.P., Hurst, G.S. and Mills, W. A.: Rad. Research, 4, 117, 1956. —51) Warren, S. and Dixon, F.J.: Radiology, 52 : 714, 1949. —52) 渡辺哲敏: 日医放誌, 19: 461, 1959. —53) 山田薰: 日医放誌17: 1437, 1958. —54) Zirkle, R.E.: Radiation Biology: Vol. 1, Part 1 (Hollaender, A. ed.) New York. McGraw-Hill, 1954.

Relative Biological Effectiveness of 200 kVp X-, ^{60}Co γ - and ^{137}Cs γ -ray on seven-day Chick Embryo

by

Takahiro Kozuka

Department of Radiology, Osaka University School of Medicine
(Director: Prof. H. Tachiiri)

Relative biological effectivenesses of the 200 kVp X-, ^{60}Co γ - and ^{137}Cs γ -ray on the seven-day chick embryo were studied.

1. RBE values on the basis of LD₅₀ doses of these radiations were as follows:

RBE

X-ray (60.5 rads/min.)	1.43
(26.2 rads/min.)	1.37

^{60}Co γ -ray (24.6 rads/min.) 1.00

^{137}Cs γ -ray (23.3 rads/min.) 0.94

RBE values of X-ray (60.5 rads/min.) and of X-ray (26.2 rads/min.), ^{60}Co γ -ray and ^{137}Cs γ -ray were respectively nearly equal.

2. On the semilogarithmic graph, the mean value of the body weight of growing chick embryos in normal increases straightly from 7th day to 13th day after incubation.

On the basis of this tendency, the facts that a single exposure given at 400 rads of these radiations retarded the daily increase of the body weight of growing chick embryo and the tendency of retardation was different in each radiation group, has been found by the writer. In the group irradiated by X-rays the onset of retardation was found at 3 days after exposure and γ -ray groups 1 day later.

The retardation curve on the ^{137}Cs - γ -ray group was seen between the curve of X-ray and ^{60}Co γ -ray group and was similar to that of ^{60}Co γ -ray group.

Deducing from these two results, it was concluded that ^{137}Cs γ -ray may be utilized equivalently with ^{60}Co γ -ray in practical use.
