The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	肺転移癌における線量時間関係
Author(s)	北畠, 隆; 北川, 俊夫; 奥村, 寛
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1967, 27(8), p. 1056-1058
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19908
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肺転移癌における線量時間関係

愛知県がんセンター放射線部（部長：北畠隆）
北　畠　　隆*，北　川　俊　夫，奥　村　　寛

（42年2月22日受付）

Dose-time Relationship in Metastatic Lung Cancer

By

Takashi Kitabatake, Toshio Kitagawa, and Yutaka Okumura
(From the Department of Radiotherapy, Aichi Cancer Center Hospital, Nagoya, Japan. Chief: Dr. T. Kitabatake)

Relationship between irradiation effect and fractionation number was studied in metastatic lung cancer. Three radiotherapeutic fields were chosen in the chest of a female case with multiple lung metastases originated from squamous-cell carcinoma of the lower jaw. Each field was irradiated with the same total dose in the same over-all time, but with three different-daily-dose-ways. In each field, there were several nodular shadows included, one of which was measured in diameter periodically. Results were summarized as a general formula

$$\log E = \left(\frac{\alpha}{t} - \beta\right) T$$

here, E indicates the ratio of tumor reduction (R/Ro), t the interval of irradiation, T the over-all time, and α and β mean a constant.

研究目的

線量時間関係において，総線量および照射期間が同じでかつ1回照射線量および照射間隔が異なる場合の効果の評価を，臨床例について行なう．

方　法

照射を行なつた症例は24才女子で，下顎癌（扁平上皮癌）の肺転移例である．照射直前の所見を図1に示す．これに対し，図2に示すごとき3個の照射野をとり，^{60}Co γ線により，対向2門照射を行なつた．すなわち照射野Ⅰに対し1日量167R週6回照射，照射野Ⅱに対し1日量333R週3回，照射野Ⅲに対し1日量500R週2回照射を行なつた．週間線量はいずれも1,000Rである．4週間に総量4,000Rを投与した．照射終了時の所見を図3に示す．各照射野に含まれる腫瘍の直径を測定し，その値を経過時間でプロットすると

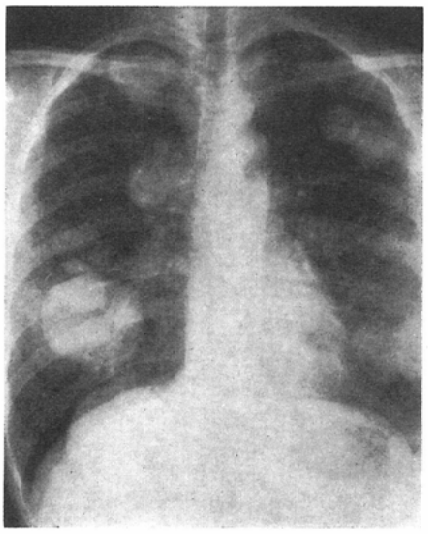

Fig. 1　Chest X-ray film before irradiation

* 現新潟大学医学部放射線医線医学教室

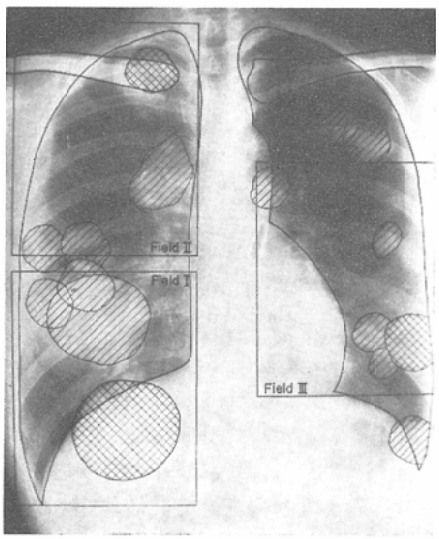

Fig. 2 Radiotherapeutic planning Tumors marked by oblique lines were measured in diameter periodically. Field 1 : 167 R/d, 6 times/w. Field 11 : 333R/d, 3 times/w. Field 111: 500 R/d, 2 times/w.

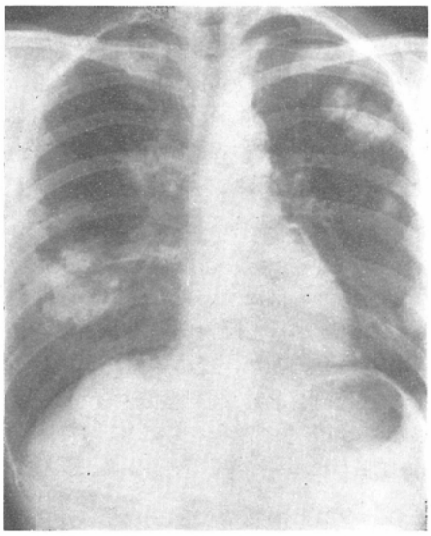

Fig. 3 Chest X-ray film just after the completion of irradiation (4000 R/4 weeks)

図4となる．

結　果

図4の縦軸は腫瘍直径（ある時間経過後の直径Rと初めの直径Ro との比）を示す．同じ照射条件の点を結ぶと略直線となる．そこで最少二乗法を適用し回帰直線を求めると照射野Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの腫瘍縮少はそれぞれ

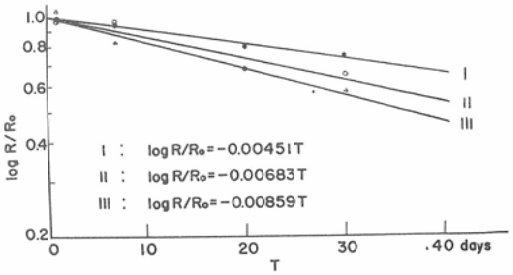

Fig. 4 Relationship between tumor size and elapsed time. The ordinate indicates the ratio of a diameter of tumor before irradiation (Ro) to that after irradiation (Rn), and the abscissa the elapsedtime. The daily dose the larger, the gradient the more.

$$
\begin{aligned}
&(\mathrm{I})\ \log R/Ro = -\ 0.00451T \\
&(\mathrm{II})\ \log R/Ro = -\ 0.00683T \qquad (1) \\
&(\mathrm{III})\ \log R/Ro = -\ 0.00859T
\end{aligned}
$$

で現わされる．これらの相関はそれぞれ $r=-0.990$，$r=-0.955$，$r=-0.979$でいずれも直線性はきわめて高い．式（1)および図4をみると，総線量が同じであつても1回線量の多い程放射線効果は大きいことになる．

次に，一回線量と照射間隔をパラメーターとして上記（1)に含まれる3式を1つの式に表現することを試みよう．さて放射線効果は細胞集団では指数的であることが確められているので[2]，臨床レベルでも一応指数的であると仮定しよう．そうすると，治療前の腫瘍容積をVo，ある時間後の腫瘍容積を V, A を比例常数，1回線量を d，放射線感受性に関する指数を a とすれば

$$V = VoAe^{-ad} \qquad (2)$$

一方分割照射の場合は，照射と照射の間に効果の回復が起こり，そのため腫瘍は増大する．この回復の様相は不明であるが，推論上，指数的に回復が進む場合と，直線的に回復が起こる場合を考えよう．

指数的に回復するとすれば，回復によつて腫瘍容積は

$$V = Vo\ e^{bt} \qquad (3)$$

ただし t は照射間隔，b は回復に関する指数とする．いま照射回数を n，照射期間をTとし，（2）（3）を綜合して考えると

$$
\begin{aligned}
Vn &= Vo\ (Ae^{-ad} \circ e^{bt})^n \\
&= Vo\ (Ad^{-ad+bt})^{T/t}
\end{aligned}
$$

Vを腫瘍直径Rに換算すると

$$\log\frac{Rn}{Ro}=\frac{T}{6.9t}\{2.3\log A-(167a-b)t\} \quad (4)$$

次に回復を直線的と考えると

$$V=Vo\,b \quad (5)$$

(2) (5)を綜合してみると

$$\log\frac{Rn}{Ro}=\frac{T}{6.9t}(2.3\log Ab-167at) \quad (6)$$

すなわち，いずれにしても

$$\log\frac{Rn}{Ro}=\left(\frac{\alpha}{t}-\beta\right)T \quad (7)$$

の形となり，傾斜は$\frac{\alpha}{t}-\beta$である．そこで実験例 (1)式から α, β を求めるとに，(1)式は3式からなるが，未知数は2個であるので，ⅠとⅡ，ⅡとⅢ，ⅢとⅠからそれぞれ α, β を算出した．結果は表1のごとく一致しないので，平均値をとつた．この平均 α, β 値を用いて，t が1，2，3，6，9，24の場合を計算してみると表2となり，それを図示すると図5となる．計算値と実験値は比較的よく一致している．t＝6，9，24の場合は実験値はない．若しそのような照射を行なえば図5のごとき結果を得るのではないかという推論である．

Table 1　Calculated values of α and β

	α	β
Ⅰ — Ⅱ	0.00464	0.00915
Ⅱ — Ⅲ	0.01056	0.01211
Ⅲ — Ⅰ	0.00612	0.01063
Average	0.00711	0.01063
S.D.	± 0.00251	± 0.00121

Table 2　Calculated gradient for different daily dose and interval

Interval	Daily dose	Gradient (calcul.)	Gradient (exp.)
1 (days)	167(R)	− 0.00355	− 0.00451
2	333	− 0.00710	− 0.00683
3	500	− 0.00829	− 0.00859
6	1000	− 0.00947	
9	1500	− 0.00986	
24	4000	− 0.01036	

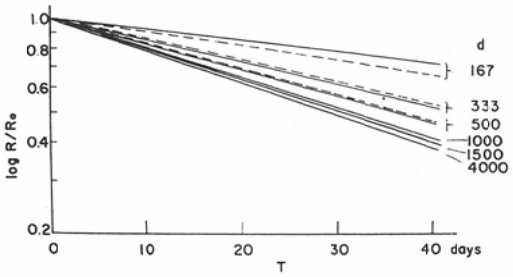

Fig. 5　Comparison of calculated values with experimental values. The real lines represent calculated values, and the dotted lines experimental values. Both are relatively well coincided.

考　　按

肺転移癌でも適当な照射によつて腫瘍が消失することを日常経験する．しかし図5は半対数でとつてあるため，直線をいくら延長しても R/Ro は0にならない．これは臨床レベルの問題としては矛盾するが，細胞集団における指数的減弱をそのまま適用したためでやむを得ない．

本実験例と同様な実験を他の2例の転移性肺癌について行なつたが同様の結果を得ている．但し傾斜が一致しない．これは常数 a, b に個人的差異があるためであろう．またこの計算では a と b を別々に見積ることができない．従つて回復のモデルとして指数性をとるか直線性をとるかは別の実験で確かめねばならない．もつとも，今回考えた回復モデルにはいずれにも線量の関与がない．これは宮川のいうごとく正しい扱い方ではないであろう[3]．しかし実地の分割問題を考える範囲，すなわち，1回量 1,000R以下，分割数が1週間1～6回位の範囲でなら，計算値と実験値がよく一致する点からみて，臨床レベルの線量時間関係として認められてよいものではなかろうか．

要　　約

転移性肺癌の症例について，総線量と照射期間を等しくし，1回量と照射間隔を種々に変えた場合照射の実験を試みた．その結果，腫瘍縮少の割合をE，照射間隔をt，照射期間をT，また α, β を常数とすると

$$\log E=\left(\frac{\alpha}{t}-\beta\right)T$$

の関係のあることが判つた．

（本論文の要旨は日医放第33回中部地方会42．1．29で演説した．本研究は文部省科学研究費の援助によつて線量率班班長山下久雄教授，班員高橋信次教授の研究の一部として行なわれた）．

文　　献

1) 北畠隆，森田皓三：放射線治療における時間因子の問題．医学のあゆみ，55/9：545～550，昭40．
2) 菅原努，上野陽里：放射線基礎医学，金芳堂，京都，1966．
3) 宮川正：線量率班々会議における討論，昭41．