連続 X 線に関する生体等価サンプルの線吸収係数の実験公式 (IV)

(距離による補正係数 η_r)

大 阪 府 藤 井 寺 保 健 所

牧 野 忠 重

(論文受付 昭和46年7月16日)

EXPERIMENTAL FORMULA OF THE LINEAR ABSORPTION COEFFICIENT
TO TISSUE EQUIVALENT SAMPLE WITH THE CONTINUOUS X-RAYBy Tadashige Makino
Fugidera Health Center,
Osaka, Japan

(Article received : July. 16, 1971)

Summary

In the previous papers, the best conditions to take photograph at the different positions were considered to follow the $1/r^2$ rule, and the correction factor to the distance r was not described. In this paper, the latter correction factor to the absorption coefficient μ is reported, measuring at three different positions using the same phantoms. The μ -values are linear to $\log r$. The correction factor η_r to the μ -values is deduced from this relation. Then, the best photographic condition is determined using $\mu' = \mu \eta_r$, where μ is the absorption coefficient calculated from the formula reported previously.

目 次

1. 緒 言
2. 実 験
 - 2-1 実験条件
 - 2-2 実験の方法
3. 結 果
4. 距離 r の変化によるサンプル μ の補正係数 η_r
5. 考 察
6. 結 語

1. 緒 言

さきに発表した線吸収係数 μ の実験公式^{1)~3)}は、距離 (cm)、その他の幾何学的条件を一定としたときの値である。距離が変ると撮影条件も異なるので被写体の線吸収係数 μ の値は異なる。前論文^{1)~3)}において、距離別の撮影条件を求める場合は、距離の逆自乗法則に従うものと考えて、 μ の距離による補正については触れなかった。今回は、前に使用した生体等価サンプルを用い、距離 r (cm) を r_1, r_2, r_3 の3通りに変えて、その I (mR) が1となるような I_0 (mR) を測定して、線吸収係数 μ の補正係数を求めた。その結果はつぎのとおりである。

る。

実測した I_0 (mR) の値は $\frac{1}{r^2}$ の関係より大きかった。これは距離 r が長くなると、散乱線が増加して BI_0 (mR) となるためと考えられる。B はビルドアップ係数である。 $r_1 : r_2 : r_3 = \mu_1 : \mu_2 : \mu_3$ を検討すると、 r の値に比例して μ の値は大きく、その値は $\frac{1}{r^2}$ の関係にならない。 μ の変化は、距離 r (cm) の対数値に対して直線的に変化することを確めた。この関係からサンプル μ の距離による補正係数 η_r が求められる。 $\mu' = \eta_r \mu$ 前論文における μ を求めた距離 r (cm) は、a, b, c サンプルの場合150, d サンプルの場合は100であった。サンプルの線吸収係数 μ は、 $\mu = \eta_r \{a, i_B, e^{-mx} (\lambda^n + B)\}$ によって示される⁴⁾。つぎに、この係数 η_r を求めるための実験と、その値について報告する。

2. 実 験

2-1, 実験条件

距離 r (cm) は、100, 150, および200である。電流 i は100 (mA) に一定である。ファントムは、前論文²⁾の b サンプル、厚さ 20cm である。線束面積は、測定器側で1400cm²の一定である。

2-2, 実験の方法

(イ) サンプルの I (mR) が 1 となるような I_0 (mR) を測定して、その線吸収係数 μ_1 ($r=100$), μ_2 ($r=150$) μ_3 ($r=200$) を計算する。(ロ) $\log r$ と μ の図から、線吸収係数 μ の距離による補正係数 η_r を求める。

3. 結 果

距離 r においてサンプルの $I \approx 1$ (mR) となったとき

の X 線装置の設定値 (Vis) と、計算から求めた μ_x , μ の値および、その比を表 1 に示す。また、その線質 λ ($\text{\AA}$) 特性を図 1 に示す。電流 i (100mA) で測定すると電圧降下があった、表 1 の電圧は、 $\frac{\text{設定時の 2 次電圧}}{\text{電圧降下時の 2 次電圧}}$ (KVP) である。サンプルの $I=1$ (mR) となるような時間 (s) の計定は、装置の機構上できなかった。 μ の

表 1 距離 r におけるサンプルの μ_x , μ の計算値と Vis ($I \approx 1$ mR)

距離 (cm)	グリッド名	電 圧 (KVP)	時 間 (s)	I_0 mR	I mR	μ_x	μ	距離 (cm) 別 μ 比	
r_1 100	5:1	90/87	1/15	9	0.95	2.25	0.112	1	0.92
		80/78	0.1	11.5	1.08	2.39	0.119		0.926
		70/69	0.15	13.8	1.05	2.57	0.128		0.92
	NO	60/59.5	0.1	8	1.1	1.99	0.1		0.925
		50	0.15	9	0.9	2.3	0.115		0.915
			0.2	11.5	1.15				
r_2 150	5:1	90/87	0.15	11.5	1	2.44	0.122	1.09	1
		80/78	0.2	13	0.985	2.58	0.129	1.08	
		70/69	0.3	15	0.91	2.8	0.14	1.09	
			0.4	19	1.175	2.78			
	NO	60/59.5	0.2	9.5	1.1	2.15	0.107	1.07	
		50	0.4	11.7	0.95	2.51	0.125	1.09	
r_3 200	5:1	90/87	0.2	10.4	0.8	2.56	0.127	1.15	1.04
			0.3	14	1.15	2.5			
		80/78	0.4	15.6	1.06	2.69	0.135	1.13	1.04
		70/69	0.6	18.75	1	2.93	0.146	1.14	1.05
	NO	60/59.5	0.4	10.5	1.1	2.26	0.113	1.12	1.05
		50	0.8	14.5	1	2.67	0.133	1.16	1.06

図 1 μ_x の線質 λ ($\text{\AA}$) 特性

表 2 μ の距離による補正係数 η_r

距離 (cm)	100	150	200
η_r	1 0.93	1.09 1	1.15 1.05

値は、 I (mR) が 1 より大きい場合は小さく、1 より小さくなると、大きくなった。これは表 1 に示すとおりである。図 1 によって、距離を変えた場合の拋物線 μ の間隔の変化の割合は、 $\log r$ に比例しているのではないかと考えた。

4. 距離 r の変化によるサンプル μ の補正係数 η_r

表 1 の μ の比について $\log r$, の関係を作図すると図 2

のとおりとなる。この図から距離 r が変化したときサンプルの μ の補正値は、 $\log r$ に対して直線的な関係にあることがわかった、この図から η_r が求められる。これを表 2 に示す。また、この η_r を使う計算の一例として、 r_1 を基準とした場合の r_2, r_3 における μ を計算してみると表 3 に示すようになる。これは表 1 の実測値とよく

表 3 μ の距離による補正係数 η_r による計算値

距離 (cm)	グリッド 名	電 圧 (KVP)				
		90	80	70	60	50
100	5:1 NO	0.112	0.119	0.128	0.1	0.115
150	5:1 NO	0.122	0.13	0.14	0.109	0.125
200	5:1 NO	0.129	0.137	0.147	0.115	0.133

一致する。前論文で示すサンプルの μ は、^{23,30} a, b, c サンプルでは距離 150cm, d サンプルでは距離 100cm の値である。距離 r の値を変えて X 線撮影をする場合は公式から求めた μ の値をこの係数 η_r で補正すればよいことになる。距離 r (cm) におけるサンプルの μ' は、 $\mu' = \eta_r \mu = \eta_r \{a, i_\beta, e^{-mx}(\lambda^n + B)\}$ となる。

図 2 μ の距離による変化

5. 考 察

(1) 距離 r の値が変わった場合、 $\eta_r \mu$ から求めた I_0 (mR) の値は、お互いに $\frac{1}{r^2}$ の関係ではない。これは、X 線束がワイドであるために、距離 r の値に対して散乱線の附加状況が異なるためと考える。 BI_0 (mR) の詳細については改めて検討結果を発表する予定である。

(2) 表 1 からみると、X 線装置の操作時間 (s) は $\frac{1}{r^2}$ の関係にある。距離 r を変化させて X 線撮影をするとき、日常、 $\frac{1}{r^2}$ の値で時間 (s) を制御していた。これは被写体の $\eta_r \mu_x$ から I_0 (mR) を求め、その V_i に対する撮影時間を求めたこととよく一致する。

(3) この装置は mAs 制御でないために、撮影時間の短時間制御が難しい。そのために、 I_0 (mR) の値が不揃いになって写真濃度の誤差が生じてくる。将来の X 線装置は、外国製のように、短時間について mAs 制御ができる構造を期待する。

6. 結 語

さきに発表した生体等価サンプルの線吸収係数 μ の実験公式^{23,30}を用いて、距離の値が変わった場合の撮影条件を決めるには、以上に述べたように、 μ の距離による補正係数を η_r 考慮しなければならない。このようにしたら同じ濃度の写真が得られることになる。終りに、本研究に際し、多大のご指導をいただいた大阪府立放射線中央研究所第一部長東俊雄博士に厚く御礼申しあげます。また、たえず激励を賜った当保健所長丸山創先生、予防課長都田夏栄先生に紙上お礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 連続 X 線に関する人体の線吸収係数の実験公式 牧野忠重, 日本放射線技術学会雑誌, 25 巻 1, 2 合併号 (S44.6)
- 2) 連続 X 線に関する等価ファントムの線吸収係数の実験公式, 牧野忠重, 日本放技 26 巻 3 号 P53~55 (S45.10)
- 3) 連続 X 線に関する等価ファントムの線吸収係数の実験公式 (グリッドを併用した場合) 牧野忠重, 日本放技 26 巻 4 号, P36~37, (S46.1)