

Title	Videodensitometry法におけるDigital Subtraction Angiographyの映像信号強度に関する検討
Author(s)	桂川, 茂彦; 石川, 一郎; 高橋, 恒男 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(1), p. 75-77
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18236
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

研究速報

Videodensitometry 法における Digital Subtraction Angiography の映像信号強度に関する検討

岩手医科大学放射線医学教室

桂川 茂彦 石川 一郎 高橋 恒男 柳澤 融

（昭和60年8月5日受付）

（昭和60年11月13日最終原稿受付）

Image Signals of Digital Subtraction Angiography at Videodensitometric Method

Shigehiko Katsuragawa, Ichiro Ishikawa, Tsuneo Takahashi
and Toru Yanagisawa

Department of Radiology, Iwate Medical University

Research Code No. : 208.1

Key Words : Digital subtraction angiography, Videodensitometry

The relationship between the image signal intensity of digital subtraction angiography and the volume to be measured was investigated with the videodensitometric method. From numerical calculations, it was found that at low concentration of the contrast medium, effect of beam hardening on the image signals was small, and the linear relationship was excellent. Results of phantom experiments revealed that scattered x-rays caused reduction of the signal intensity and non-linearity, but these were improved by attaching grids to the image intensifier. Thus, at low concentration of the contrast medium, the linearity between the relative volume measured by the videodensitometric method and the actual volume was kept constant by using grids.

1. はじめに

蛍光増倍管(I.I.)-TVカメラ系の digital subtraction angiography (DSA)から得られる映像信号を用いて、心室の相対体積を測定し、心駆出率を計算する videodensitometry 法¹⁾は、DSAを定量診断に応用する新しい方法として期待されている。しかし、映像信号は beam hardening, 散乱X線および veiling glare などの影響を受けており²⁾³⁾、映像信号強度と測定対象物の体積との関係は必ずしも線形ではない。

我々は数値計算を用いて、映像信号に与える beam hardening の影響を検討し、さらにファン

トム実験から信号強度と体積との関係を求めたので報告する。

2. Beam hardening の影響

DSA 信号は、一般に入射 X 線を I.I.-TV カメラ系にて電気信号に変え、さらに対数増幅器を通して AD 変換することによって作られる。ここでは、問題を単純にするため、Fig. 1(a) のような被写体を考え、映像信号を定式化する。使用 X 線が単色スペクトルを有し、かつ散乱線の影響が無いとすれば、図に示す空洞内物質の線減弱係数が μ_0 であるときの信号 D_{m_0} は次式で表わされる。

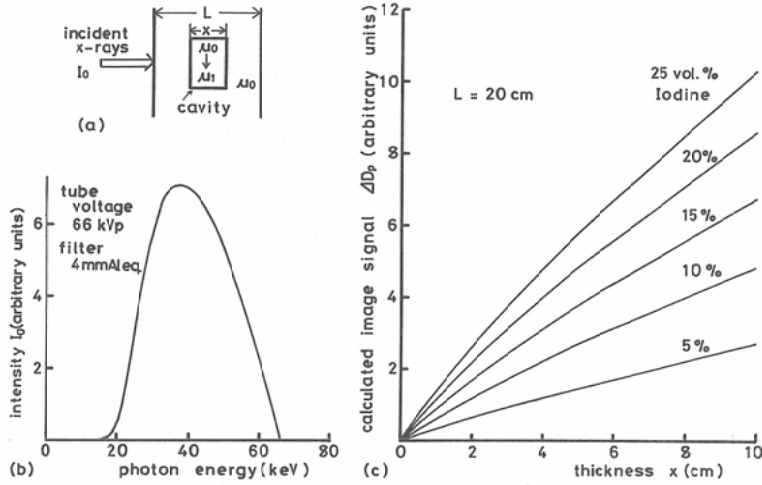


Fig. 1 Calculation of image signal ΔD_p .

- (a) Schematic representation of the simple situation.
- (b) Energy spectrum used for calculation.
- (c) Calculated image signal ΔD_p .

$$D_{m0} = k \log\{I_0 \exp(-\mu_0 L)\}$$

$$= k(\log I_0 - \mu_0 L) \quad (1)$$

ここで I_0 は入射 X 線の強度, L は被写体の厚さ, k は装置固有の定数である. つぎに空洞内が線減弱係数 μ_1 を有する造影剤で置換されたときの信号 D_{m1} は

$$D_{m1} = k \log\{I_0 \exp(-\mu_1 x - \mu_0(L-x))\}$$

$$= k\{\log I_0 - \mu_1 x - \mu_0(L-x)\} \quad (2)$$

で表わされる. ここで, x は空洞の厚さである. 結

局, subtraction 後の映像信号 ΔD_m は式 (1) から (2) を減算して得られ

$$\Delta D_m = D_{m0} - D_{m1}$$

$$= k(\mu_1 - \mu_0)x \quad (3)$$

となり, 厚さ x に比例する. したがって DSA の 2 次元投影像の関心領域内において, すべての映像信号を加算することにより, 造影剤で満たされた相対体積を算出することができる. この手法を videodensitometry 法と言う¹⁾.

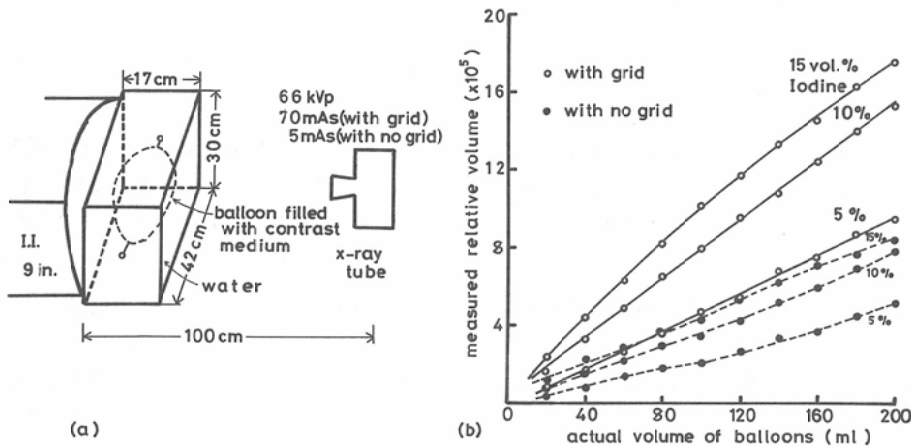


Fig. 2 Measurement of relative volume by videodensitometric method.

- (a) Experimental setup. (b) Results of measured relative volume.

しかし診断用 X 線は連続スペクトルを有するため、 I_0 , μ_0 , μ_1 は光子エネルギー E の関数で、この場合の映像信号 ΔDp は次式となる。

$$\Delta Dp = k \log \left[\frac{\int_0^{E_0} I_0(E) \exp\{-\mu_0(E)L\} dE}{\int_0^{E_0} I_0(E) \exp\{-\mu_1(E)x - \mu_0(E)(L-x)\} dE} \right] \quad (4)$$

ここで E_0 は管電圧である。このように診断用 X 線は連続スペクトルであるので beam hardening の現象が起り、DSA では測定対象物の厚さと映像信号間の非線形性として現れる。

μ_0 を水の線減弱係数とし、Fig. 1(b) に示す X 線スペクトルを用いたとき、造影剤のヨード含有率 (vol.%) をパラメータとした ΔDp の数値計算結果を Fig. 1(c) に示す。

3. ファントム実験

散乱 X 線の影響を検討するため、Fig. 2(a) に示すファントム実験を行った。使用した DSA 装置はテクニケア社製 DR-960 で、格子比 12:1、格子密度 40 lines/cm のグリッドを I.I. 前面に装着した場合と、装置しない場合について実験を行った。造影剤のヨード含有率 (vol.%) をパラメータとして、videodensitometry 法で balloon の相対体積を測定した結果を Fig. 2(b) に示す。

4. 考察および結論

DSA 映像信号 ΔDp と測定対象物の厚さ x 間の直線性を評価するため、Fig. 1(c) で得られた結果を一次回帰直線にて近似し、直線からのバラツキの程度を標準偏差 (SD) で求めると、5vol.% で

SD=2.8%、25vol.% で SD=3.5% となりヨード造影剤が低濃度であれば beam hardening の影響は小さく、直線性は良好となることが分った。また、Fig. 2(b) 点線から、散乱線はコントラストの低下にともなう信号強度の減少および信号強度と体積間の非線形性 (10vol.% で SD=3.8%) の原因となる。しかし、グリッドの装着により散乱線はかなり除去され、10vol.% 以下のヨード造影剤では、良好な直線性 (10vol.% で SD=1.1%) を示し、15vol.% では SD=3.5% となり Fig. 1(c) に示したような beam hardening の影響が現れ、直線性が悪くなることが分った。

以上より、videodensitometry 法を用いた相対体積の測定は、10vol.% 以下の低濃度造影剤を用い、かつグリッドによる散乱線の除去を行えば、近似的に可能であり、臨床上有用であると考えられる。

文 献

- 1) Tobis, J., Nalcioglu, O., Seibert, A., Johnston, W.D. and Henry, W.: Measurement of left ventricular ejection fraction by videodensitometric analysis of digital subtraction angiograms. *Am. J. Cardiol.*, 52: 871-875, 1983
- 2) Nalcioglu, O., Roeck, W.W., Pearce, J.G., Gilan, G.D. and Milne, E.N.C.: Quantitative fluoroscopy. *I.E.E.E. Trans. Nucl. Sci.*, 28: 219-223, 1981
- 3) Shaw, C.G., Bassano, D.A. and Grossman, Z.D.: Calibration of a digital radiography system for quantitative studies. *S.P.I.E.*, 347: 122-129, 1982