The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

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	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

日本医放会誌：46（1），75—77，1986（昭61）

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_{mo} は次式で表わされる．

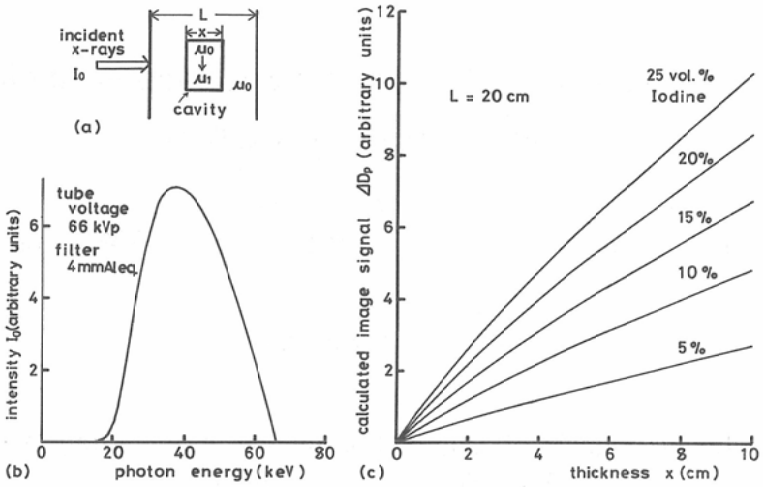

Fig. 1 Calculation of image signal ΔDp.
(a) Schematic representation of the simple situation.
(b) Energy spectrum used for calculation.
(c) Calculated image signal ΔDp.

$$D_{m0}=k\ \log\{I_0\exp(-\mu_0 L)\}$$
$$=k(\log I_0-\mu_0 L) \qquad (1)$$

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

$$D_{m1}=k\ \log[I_0\exp\{-\mu_1 x-\mu_0(L-x)\}]$$
$$=k\{\log I_0-\mu_1 x-\mu_0(L-x)\} \qquad (2)$$

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

$$\Delta D_m=D_{m0}-D_{m1}$$
$$=k(\mu_1-\mu_0)x \qquad (3)$$

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]．

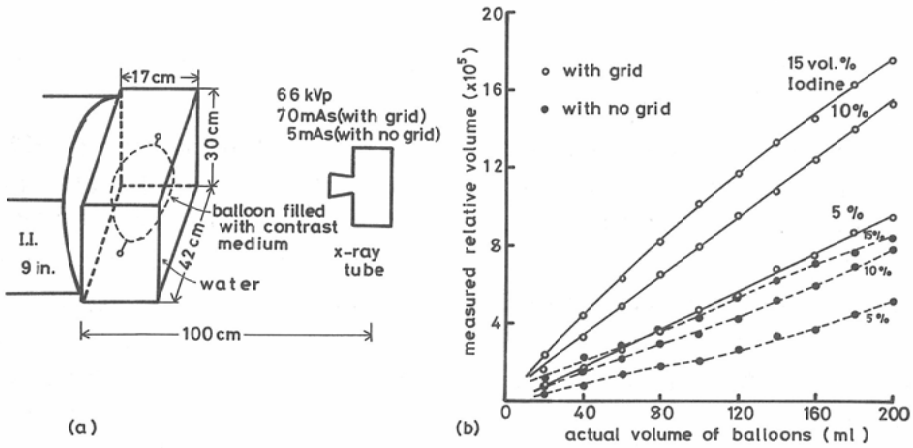

Fig. 2 Measurement of relative volume by videodensitometric method.
(a) Experimental setup. (b) Results of measured relative volume.

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40lines/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なえば，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 leflt 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