ノート

脳血管撮影に対する片面増感紙・両面乳剤フィルムシステムの適用

宇部興産株式会社中央病院放射線科

隅 田 博 臣・久 米 祐 司・瀬 畑 修 二

大 野 忠 正・桜 莞 爾

山口大学医学部附属病院放射線部

大 塚 昭 義・山 内 秀 一

上 田 克 彦・迎 英 紀

(論文受理 1985年 8 月22日)

(最終論文受理 1986年 9 月19日)

(Code No. 334, 333, 460)

Key words: Screen-film system, Parallax effect, Single screen system, Image quality, Cerebral angiography

CLINICAL APPLICATION OF ULTRA HIGH-SPEED, SINGLE-SCREEN
/DOUBLE-EMULSION FILM IN CEREBRAL ANGIOGRAPHYHIROOMI SUMIDA, YUJI KUME, SHUJI SEBATA,
TADAMASA OHNO and KANJI SAKURA

Department of Radiology, Ubekohsan Central Hospital.

AKIYOSHI OHTSUKA, SHUICHI YAMAUCHI,
KATSUHIKO UEDA and HIDEKI MUKAE

Department of Radiology, Yamaguchi University Hospital.

(Article received ; Aug., 22, 1985)

Summary

In the A-P radiograph of cerebral angiography, the incident angles of the X-ray beam to image receptor are from 20 to 40 degrees.

Therefore, a lack of sharpness caused by the parallax effect is disadvantageous for the double-screen/double-emulsion film system (Double system).

We have combined double-emulsion film with ultra high-speed rare-earth single-screen for the purpose reducing the parallax effect and measured its basic imaging properties, and studied the clinical applications.

脳血管撮影に対する片面増感紙・両面乳剤フィルムシステムの適用 (隅田・他)

As a result, the ultra high-speed rare-earth single-screen/double-emulsion film system (Single screen system) was found to be better than the double system regarding sensitivity and MTF, and also good results were obtained in the clinical examinations.

1. はじめに

脳血管造影の正面撮影では、ほとんどの場合、ドイツ水平面に対してX線錐を15度ないし30度斜入させる。さらに臨床では、ドイツ水平面が受光系(増感紙・フィルムシステム)に対して垂直にならないことも多く、椎骨動脈撮影(VAG)では、X線錐の入射角度が受光系に対して45度にもなることがある。Cアームやフィルムチェンジャの傾斜機構を用いると、X線錐と受光系が常に垂直となるため、斜入によるボケは問題とならない。しかし、通常の装置でX線管を傾斜すると、X線錐と受光系(チェンジャ)とは垂直にならず、斜入によるボケが大きな障害となる¹⁾。

斜入効果の低減には、片面増感紙と片面乳剤フィルムの組合せが最適である²⁾。しかし、感度の低下とフィルムが高価である点から現実的とはいえない。そこで、われわれは十分なシステム感度を有し、斜入効果を低減させることを目的として、片面の超高感度希土類増感紙の試作を2つのメーカーに依頼した。

試作片面増感紙に両面乳剤フィルムを組合せて片面増感紙システムを構成した。このシステムの基本的な特性を測定し、通常の両面システムのデータと比較した。また、これを臨床へ適用し、通常のシステムによる写真と比較検討した。

2. 方 法

2.1 使用機器

通常システム

増感紙: KRUPPA (シーメンス)

フィルム: XRP (コダック)

片面増感紙システム

増感紙: 試作片面増感紙

[KU: 小西六] [G12: フジ]

フィルム: AO (小西六), RX-OH (フジ)

濃度計: PDA-11 (小西六)

マイクロフォトメータ: PDS-15 改良型 (小西六)

スリット: 幅10 μm , 高さ2.0 mm (東芝)

X線発生装置: HD150G-12 (島津)

フィルムチェンジャ: PUCK 傾斜機構なし (シーメンス)

2.2 画像特性

試作した超高感度増感紙(片面)と通常の増感紙(両面)を用い、X線の斜入によるボケ効果をMTFによって比較した³⁾。

Fig. 1 に示すように、スリットとX線管の中心を合わせ、受光系を0度から50度傾けてスリット像を撮影した。スリットと受光系の距離は、斜入角度が50度のときに最も近づけた距離に固定し、各角度で拡大率が一定になるようにした。拡大率は1.05倍以下であり、スリット幅(10 μm)を考慮して、拡大による補正を行わなかった。

また、両システムの感度比は、特性曲線から求めた。

Fig. 1 Schematic diagram of MTF measured by using a slit.

3. 結 果

Fig. 2 にX線を垂直入射したときのMTFを示すが、両システムともあまり変わらない。

Fig. 3 は通常システムで、X線錐を0度から50度まで変えたときのMTFである。10度では0度とあまり差がないが、20度以上になるとMTFは急激に低下する。角度が40度になると、空間周波数が2.0サイクル附近で、また、50度になると、1.5サイクルでレスポンスは0となる。

片面増感紙システムの0度と50度のMTFをFig. 4

Fig. 2 MTFs of KU(back: trial screen)-AO (solid curve) and KRUPPA-XRP (dotted curve) systems.

Fig. 4 Comparison of MTFs of KU(back: trial screen)-AO (solid curves) and KRUPPA-XRP (dotted curves) systems.

Fig. 3 MTFs of KRUPPA-XRP system. Incident angles are from 0 to 50 degrees.

に示すが、両面増感紙と違って角度による差が少ない。同図に両システムの比較を示すが、片面増感紙システムでは、X線錐を50度斜入させても通常システムの30度よりMTFが上昇していることがわかる。

両システムの特性曲線をFig. 5に示す。これから両システムの感度を比較すると、KU (片面)・AOは、KRUPPA・XRPに対して約2倍の感度を有している。グラジエントは通常のシステムの方が少し高い。

4. 臨床への応用

Fig. 5 Comparison of characteristic curves of KU(back: trial screen)-AO and KRUPPA-XRP systems.

4.1 フィルムチェンジャ (PUCK) の改良

前述の基本特性から、X線の斜入に対して両面システムより片面増感紙システムの方が明らかに有利であることが判明した。このシステムを臨床に応用するため、フィルムチェンジャに少し手を加えた。

まず、試作した片面増感紙をチェンジャのback側に

脳血管撮影に対する片面増感紙・両面乳剤フィルムシステムの適用 (隅田・他)

取付けた。front 側には増感紙と同じ厚さで表面を黒く塗り、光の反射を防いだダミーを取付けた。Fig. 6 の写真に示す。

Fig. 6 Photograph of PUCK with the single-screen system. Front screen of black dummy (left) and back screen of ultra high-speed rare-earth (right).

片面増感紙システムの密着性を、金網とチャート法で確認した。その結果、密着性には問題なく、搬送性についても、十分 PUCK の動作に適應できた。

4.2 臨床写真

次に、前記のチェンジャを使って撮影した症例写真を示す。

Fig. 7 は通常システムによる頸動脈撮影 (以下 CAG とする) の写真である。顎を引かせているため、X線錐の入射角度は10度である。基本特性でもわかるように、10度ではあまり MTF が低下しないため、臨床写真でも血管走行は鮮明である。

Fig. 8 に通常システムによる椎骨動脈撮影 (以下 VAG とする) の写真を示す。X線錐の入射角度は30度であるが、横方向に走る後大脳動脈や上小脳動脈が不鮮明である。

Fig. 9 は片面増感紙システムを用いた CAG の写真である。斜入角度は20度であるが Fig. 7 の通常システムの写真と比べて遜色があるとは思えない。

Fig. 7 Carotid artery angiogram with the double-screen/double-emulsion film system. Incident angle is 10 degrees. (78 kV, 300 mA, 0.063 sec, FFD 110 cm)

Fig. 8 Vertebral artery angiogram with the double-screen/double-emulsion film system. Incident angle is 30 degrees. (85 kV, 300 mA, 0.08 sec, FFD 110 cm)

Fig. 9 Carotid artery angiogram with the single-screen/double-emulsion film system. Incident angle is 20 degrees. (75 kV, 300 mA, 0.04 sec, FFD 110 cm)

Fig. 10 Vertebral artery angiogram with the single-screen/double-emulsion film system. Incident angle is 45 degrees. (78 kV, 300 mA, 0.05 sec, FFD 110 cm)

片面増感紙システムを用いた VAG の写真を Fig. 10 に示す。斜入角度は 45 度であるが、後大脳動脈や上小脳動脈の走行をはっきり追うことができる。

Fig. 11 は片面増感紙システムによる VAG 斜位の 2 倍拡大写真である。通常システムより感度が約 2 倍に上昇したので、入射角度が 45 度でも拡大連続撮影が可能となった症例である。

5. 考 察

X 線を斜入したときの MTF 特性は、今までにも報告されているように、片面増感紙・片面乳剤フィルム（片面）システムが通常の両面システムよりかなり優れている²⁾。今回の片面増感紙に両面乳剤フィルムを組合せた片面増感紙システムも、予想通り片面システムの利点を有していた。このことは、臨床写真でも十分確認できた。

試作した 2 種類の片面増感紙の感度は組合せるフィルムによって多少異なるが、LFII(FS)－RX(A)の 5～7 倍である。X 線装置にもよるが、血管連続撮影では、受

光系の感度がこの程度あれば、実用上困ることはないと考える。この試作増感紙は後に、KU(小西六)、G12(フジ)として発表された。

前述したように、試作の片面増感紙システムは、通常使用していたシステムより 2 倍以上感度が上昇した。そのため、X 線管の負荷も小さくなり、通常のシステムでは不可能であった拡大連続撮影も可能となった。この結果、読影が容易になり、診断精度も向上した。

現在一般に使用されている G8(両面)－RXOH システムと、G12(片面)－RXOH システムのコントラスト、解像力、感度を実際の写真で比較した。散乱体として 10 cm の水ファントムを用い、コントラストチャートを深さ 5 cm に入れ、30 度斜入して撮影した。両システムを比べると、コントラストはあまり変わらないが、解像力は G12(片面)の方が明らかに向上しているのがわかる。感度は G8(両面)の方が G12(片面)より少し高いが、その差は小さく、管電圧にして 3 kV 程度の差であった。

今回の適用は超高感度希土類増感紙の有効な使い方の

Fig. 11 2X-vertebral artery angiogram with the single-screen/double-emulsion film system. Incident angle is 45 degrees. (105 kV, 30 mA, 0.16 sec, FFD 100 cm)

一つと考える。

6. 結 論

超高感度希土類増感紙の片面を用いた片面増感紙システムを、脳血管造影の正面撮影に応用した。その結果、X線の斜入によるボケが減少し、臨床写真でもその有用性を確認できた。また、システム感度も通常システムより上昇し、実用的に十分であった。

最後に、本研究に際し、増感紙を試作してくれた小西六および、フジの関係者に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 稲津 博：X線撮影における斜入効果と幾何学的不鋭，日放技学誌，32，6，(1977)。
- 2) Yoshiharu Higashida, Paul H Frank MD, Kunio Doi, Ph. D., et al.: High-Speed, Single-Screen/Single-Emulsion Film Systems: Basic Imaging Properties and Preliminary Clinical Applications. Radiology 149, 571-577, (1983).
- 3) Marcia E Dahle, Arthur G Haus: Factors affectin the experimental line spread function (LSF) measurement and modulation transfer function (MTF) calculation including deviation in characteristic curve shape. Application of Opucal Instrumentation in Medicine V, 233, (1980).