〔第10回放射線技術シンポジウム〕

12. 立体拡大連続血管撮影の画質の検討

秋田大学医学部附属病院放射線部

畑 山 崇・渡 辺 靖 夫

鎌 田 良 二・三 浦 初 男

Key Words: Stereomagnified serial angiography, Interventional angiography, Scattered X-rays

A QUALITY STUDY OF STEREOMAGNIFIED SERIAL ANGIOGRAMS

TAKASHI HATAYAMA, YASUO WATANABE, RYOJI KAMADA
and HATSUO MIURA

Department of Radiology, Akita University Hospital

Summary

The quality of stereomagnified serial angiogram was improved as follows.

- 1) The current of the twin focal X-ray tube was increased from 60 to 70 mA.
- 2) Scattered radiation was efficiently absorbed by several exposed X-ray films positioned on the PUCK instead of the absorbing grid.
- 3) Exposure time of the PUCK was extended from 0.1 sec to 0.13 sec. Thus, the number of mAs was increased from 6.0 to 9.1.

はじめに

われわれは1972年、微小焦点X線管を導入して、拡大連続血管撮影を行なったが、1975年以降は立体拡大連続血管撮影を試み、この方法は現在血管撮影の基本手技として定着し、ルチンに使用されている。

特に最近では骨盤腔、上腹部腫瘍や肺癌などの抗癌剤注入療法、特にマイクロカプセル化抗癌剤注入療法、特にマイクロカプセル化抗癌剤による化学塞栓術の症例も多く、立体拡大撮影はこれら、interventional angiographyには不可欠のものである。

現在の使用機器は島津製双焦点X線管、CIRCLEX 0.2T PG 38 AKを装備したER-100であり、プックの性能上の限界による制限は受けるものの、各種のプログラムに対応した立体拡大連続撮影を容易に施行している。

しかしながら、X線管の容量の不足、立体拡大連続撮影の散乱線等、改善すべき問題も大きい。そこでこれらの点について検討を加えた。

1. 使用機器および感光材料

- 1) X線装置 HD-150G-11 (島津)
- 2) X線管 双焦点回転陽極X線管 (島津)
CIRCLEX 0.2T PG38AK
公称 0.2 mm
CIRCLEX P38C 0.1/0.8
公称 0.1 mm
公称 0.8 mm
- 3) パンギョマックス ER-100 (島津)
- 4) 連続撮影装置 ELMA-SCHÖNRNDAR PUCK
(圧迫板・カーボンファイバー)

- 5) 増感紙 サクラ KH
- 6) フィルム サクラ AO, サクラ Aタイプ
- 7) 自現機 サクラ VX-400
- 8) 記録器 VISIGRAPH レクチホリー
8K20 型 (三栄)
- 9) チャート TYPE 12 (フンク社)
- 10) ミクロホトメータ 島津記録式測微光計802
- 11) 濃度計 PDA-11 (サクラ)

2. 双焦点 X線管

従来われわれは 0.1 mm の X線管を使用して、立体拡大撮影を行っていたが現在使用中のものは公称 0.2 mm, 焦点角度12度, 20万 HU の X線管である。そこで焦点の違いによって、どのように MTF が変わるかを見た (Fig. 1)。

この図より 0.1 mm の X線管は 0.2 mm の焦点をもつ X線管より MTF は良い。双焦点の A, B 焦点を比較すると、A 焦点の方が MTF は低い。これは双焦点 X線管の欠点であるかまたは、測定誤差によるものであるか、これだけのデータからは判断できないが、2 倍程度の拡大撮影においては大差はないと考えられる。

次に X線管の照射野の平坦性を長軸方向と左右方向で検討した。その結果によると、散乱体をおかず焦点から 60 cm の距離での 20×20 cm の照射野の辺縁では陰極側の濃度2.0に対して陽極側は1.0で極端な濃度差がみられた。また、左右方向においては両側とも中心部に対して、約48%位低い値であった。

しかし、実際の撮影の場合は散乱体が入るのでこの濃度差は小さくなり、15 cm 厚胸部水ファントムにおける実験では、10%位低い濃度に留った。被写体の形態によっては画像には大きい影響はないと言える。

さらに X線管のフィラメント電流、フィラメント電圧、HU 等 X線管の特性、定格から測定および計算によって、

管電流を 60 mA から 70 mA に上げた。

通常、HU は短時間定格の80%を基に HO を計算し枚数等を決定している。ところがわれわれは管電圧、管電流を測定して、出力の誤差がプラス側がないことを確かめ、短時間定格の80%負荷率で計算していたのを90%負荷率で算出し、HU が計算したところ 70 mA の管電流を得ることができた。

3. 散乱線

立体拡大撮影は照射野の異なる X線束の利用であり、例えば腹部においては、直接撮影を参照に立体拡大撮影の部位を決定する。この際、照射野は必要最小限に完全にコリメートするのは勿論である。これによって直接、側方散乱線は50%前後に抑えることができる。

また、後方散乱線については、拡大撮影の際グレーデル効果によって散乱線含有率は小さくなる。然し乍ら、われわれの場合高感度の感光材料を使用しているので、そのために側方、後方散乱線が増加している面も考えなければならない。この散乱線を除去する方策として、フィルムをグリッドの代用として使用することを試みた。即ち処理されたフィルム (銀粒子のみのフィルム)、また未処理 (ハロゲン化銀、ゼラチン膜を含む) のフィルムをグリッド代りにブック面に入れることによって、低散乱線領域の散乱線をある程度カットすることができた。実験は以下のように行なった。

内径 0.4 mm のベニユーラ針にアンギオグラフィンを生理食塩水で20%, 40%, 60%, 80%, 100%の割合に稀釈したものを封入し、15 cm 厚の水ファントムの中に入れグリッド代用のフィルムを 0, 5, 10, 15, 20 枚入れて撮影しコントラストを比較した。結果は Fig. 2, Fig. 3 に示した。

60 kV では処理したフィルムの場合 5 枚が適当で 70 kV では 8 枚 (Fig. 2), 80 kV で10枚, 90 kV では13枚

Fig. 1. 2倍拡大撮影時の 0.1 mm X線管と 0.2 mm 双焦点 X線管の比較

Fig. 2. 管電圧 70 kV, 処理フィルムによる散乱線除去効果の比

〔第10回放射線技術シンポジウム〕 12. 立体拡大連続血管撮影の画質の検討 (畑山・渡辺・鎌田・他)

Fig. 3. 管電圧 70 kV, 未処理フィルムによる散乱線除去効果の比

位のフィルムを入れると効果があった。未処理フィルムの場合は3枚程度プラスする必要があった (Fig. 3) 処理されたフィルムは折出銀粒子のみから成り、散乱線除去効果が大きく、未処理フィルムはハロゲン化銀とゼラチン膜の吸収によるもので散乱線除去効果は処理されたフィルムより多少低かったが両者とも有効であった。しかもフィルムの枚数によって写真の濃度に対し受ける影響は小さい。

通常拡大率の変化によってはグリッドの必要も考えられるが、管電圧の変化に対応してグリッドを入れることは不可能である場合もある。われわれの方法は管電圧の変化に対応して、適当な枚数のフィルムを入れるだけで至極簡単で費用も安いので有利である。

4. プックと感光材料

プックのスピードは秒間3枚の場合、最大曝射時間は0.1秒であるが調整によって0.13秒にすることができた。

われわれ使用している装置のX線発生機構はサイリスタ方式である。X線の遅れ時間を最大5 msecと計算し、フィルムの厚さ等を考慮に入れ、プックの圧着と同時にX線が曝射されるようにX線信号のカムを調整しタイミングチャートをとったところ、タイミングは完全にとれていた (Fig. 4)。

さらに確認のためフィルムが静止している時曝射した場合と秒間3枚で0.13秒曝射した時のMTFを求めた (Fig. 5)。

この結果から両者は全く変わらず、0.13秒の曝射時間が可能であることが確認できた。

Fig. 4. 圧着とX線曝射時 (0.13秒) のタイミングチャート

Fig. 5. プック圧着比、静止時と秒間3枚で0.13秒曝射した時のMTF

われわれは高感度システムを採用しているが、画質を低下させないで効果を上げている。それには自現機の処理時間を3分30秒を利用していることも相まって、現像処理液の温度を31.5度から32.5度に上げ、管電圧を1 kV程度低く設定することができガンマを高くする方向で対処していることも利点と考えられる。

結 論

われわれは現在使用している双焦点X線管による立体拡大連続血管撮影の画質の向上を計るべく検討をし、次の結果を得た。

- 1) 管電流は定格表を再検討して、60 mA から 70 mA に上昇、使用することができた。
- 2) 散乱線除去の方策として、プック面に現像処理済X線フィルム、10枚前後を附加することにより容易に能率よく目的を達した。
- 3) プックのカム機構を調整し、曝射時間を0.1秒から0.13秒に延長することに成功した。
- 4) 以上の結果 mAS 値は6.0から9.1に上昇し管電圧は5 KV程度低下させることが可能となり、画質の向上を認めた。