昭和 48 年 9 月

日本放射線技術学会雑誌

原 著

脳血管造影写真の Subtraction

(特に中間相について)

関東通信病院放射線科 (部長: 吉村克俊)

小 林 正 敏・栗 田 道 雄・馬 場 貞 明

協力者: 臨床検査科写真室 (山下敏彦・高木泰彦・三並康宏)

(論文受付 昭和48年 3 月30日)

SUBTRACTION OF RADIOGRAM OF CEREBRAL BLOOD VESSELS
(INTERMEDIATE PHASE)

By MASATOSHI KOBAYASHI

MICHIO KURITA

SADAAKI BABA

Kanto Teishin Hospital

Department of Radiography

(Director: Katsutoshi Yoshimura)

Co-workers: Photographic room of Clinical Inspection Department

(Toshihiko Yamashita, Yasuhiko Takagi, Yasuhiro Minami)

(Article received: Mar. 30, 1973)

Summary

A fundamental experiment for the preparation of subtraction of radiogram of cerebral blood vessels by photographic method was conducted, in which an appropriate preparation condition was established and under such condition, radiogram of cerebral blood vessels, in particular, its intermediate phase was investigated.

The authors' method is characterized in that an exposure device is used and that both reversal and print film can be developed by 90-second automatic development machine; thus fast preparation of subtraction by simple operation has become feasible so that after making radiogram of cerebral blood vessels, necessary information for diagnosis can be obtained promptly.

1. 緒 言

写真学的手法による脳血管領域の Subtraction は多くの施設で行われ, その手法も種々の工夫がなされている。しかし, 多くの場合が, 動脈相, 静脈相におけるもので

あり, 中間相についての報告は少い。

今回我々は, 90秒現像処理用反転 Film.RP/Su と X線 Film.RP/x を使って, 特に脳血管造影写真の中間相について Subtraction を行い, 血管造影終了後短時間のうちに作成し, 動脈相, 静脈相と併せて, Information の増

大を計ることを目的とし検討したので報告する。

2. 主として実験に使用した装置および器具材料

1. 東芝製 3 相12パルス X線発生装置
2. X線管: E7005AW, 実効焦点 2.0mm², 1.0mm²
3. Elma-schönander 製 10/12R, 14/14R AOT Film-changer
4. Kodak 製 M6A-N 型自動現像機
5. 古川式自動造影剤注入器
6. Macbeth 濃度計 TD-404
7. Fuji quick copy 用密着露光器
8. 試作 Bi-Plane 撮影用頭部固定器
9. Control Peace Printer
10. Kodak RP/X, RP/Su, RP/D, Film
11. アルミ階段

3. 基礎的実験

3.1 階段露光した Film による実験

Fig. 1 の曲線 (あ) は, 1mm のアルミ階段36段を56 kVp, 200mA, 0.1sec, 距離180cm で MS 増感紙を使用して, RP/X, Film に X線照射した濃度曲線で, 第1オリジナル (単紙写真に相当する) の濃度曲線である。

曲線 (い) はこの (あ) の Film を密着露光器により, RP/Su Film に25秒の露光を与え反転した1次マスクの濃度曲線である。

Fig. 1

次に第2オリジナル (造影写真に相当する) Film を得るために, このアルミ階段の10段目, 19段目, 27段目に鉛 3mm をのせて, 上記と同様の条件で X線照射した。この鉛をのせた部分が実際の造影箇所当たる。

この曲線 (え) で凹となった所以外は第1オリジナル

の曲線 (あ) と同じである。曲線 (う) は第1オリジナル (あ) と1次マスク (い) とを単に重ね合せた濃度 (以下重ね合せ濃度という) でこれを反転すると Subtraction の周辺の濃度 (以下生地濃度という) となるものである。

曲線 (お) は第2オリジナル (え) と1次マスク (い) とを重ねて, RP/x Film に密着露光器で1.5秒の露光を与え焼付したもので, 1次 Subtraction の濃度曲線である。Fig. 1 でわかるように, 周辺コントラストが無くなり (Subtraction 効果), 第2オリジナルの凹のコントラストは逆に凸のコントラストの一層ついた Subtraction が得られる。

しかしここで問題となる事は, このSubtraction の生地濃度にある一定の濃度のあることと, 多少の凹凸のあることで, この凹凸をより低く, より少なく, より広範囲に伸ばそうとするのが2次マスクの役目で, これを使用して得たものが2次 Subtraction である。

Fig. 2 に2次 Subtraction の曲線を示したが, ここでも問題はある。確かに, Subtraction 効果としての2次マスクの役目はあるが, 低濃度域中に入った造影剤, 即

Fig. 2

ちここでは27段目に鉛をおいた所を見ると第2オリジナルより却ってコントラストの低下をきたすことになる。

3.2 Film の特性曲線

反転用 Film, RP/Su と X線 Film, RP/X の特性曲

Fig. 3

線が Fig. 3 である。RP/Su Film はガンマが 1.19 で比較的寛容度が高いので反転用にはすぐれている。RP/X Film は、ガンマが 4.01 で大きく Subtraction 像を作成するためにすぐれていることがわかる。

3.3 脳血管造影写真の濃度

これは、Subtraction を行なう時、基礎となる濃度で Fig. 4 に示したように、頭部正面で 0.80~2.40、頭部側面で 0.60~2.20 の間にあり、この範囲で適正な Subtraction 効果を得ればよいことがわかる。

Fig. 4

3.4 1次マスクの適正濃度

1次マスクの濃度はどの位がよいか、出来上がった Subtraction Film を検討した結果、造影剤濃度と生地濃度とに少なくとも 0.10 以上の濃度差がないと Subtraction した意味がないと思われる。

《造影剤部の判別》

Fi. 5

Fig. 6

そこで Fig. 5 に示したように、生地濃度が 0.25 のときには、造影剤部濃度は 0.35 以上欲しいことになる。すると Subtraction 作成に使用する Film の特性から、光源の輝度一定、焼付時間一定とすれば、自ら重ね合わせ濃度が決まってくる。Fig. 6 をもとにその値を拾ってみると、Tab. 1 のようになる。そこで、今度は重ね合わせ濃度だけを考えてみると、これは 2 枚の Film の光学的に合成

脳血管造影写真の Subtraction (特に中間相について) (小林・栗田・馬場)

サブトラクション濃度	重ね合わせ濃度
0.25 (生地濃度)	2.40
0.35 (造影剤部濃度)	2.17

Tab. 1

$(\text{造影剤部の重ね合わせ濃度}) - (\text{第2オリジナル中の造影剤濃度}) = (\text{造影剤部の1次マスク濃度})$			
2.17	-	0.33	= 1.84 以下
2.17	-	1.02	= 1.15 以下

Tab. 2

された濃度であるから、造影剤部について考えると Tab. 2 のようになる。

これは、造影された血管の濃度により1次マスクの濃度を適宜かえて作成せねばならない事を表している。

造影写真の造影剤部の濃度を実測したら0.30~1.10前後までと幅があった。即ち、ここで1.10の濃度をもつ血管影までみたいとする時には、 $2.17 - 1.10 = 1.07$ 以下の造影剤部濃度をもつ1次マスクが必要ということになる。

4. 結 果

基礎的実験の結果、適正な Subtraction 効果をあげるには Fig. 7 の曲線 (い) のように、重ね合せ濃度曲線に凹凸が少なくなるような1次マスクを作ることが重要であることがわかった。又、生地濃度と造影剤部濃度とに0.10の濃度差が必要となると2.10~2.40というのが重ね合せ濃度の限界と思われる。即ち2.10以下の重ね合せ濃度では、曲線 (う) のように凹凸が大きく良い Subtraction 効果が得られず、逆に2.40以上では RP/Su Film の特性、ならびに淡く細い血管影が濃度の影になってしまふから同じく好ましくない。

Fig. 7

5. 臨床的実験

5.1 脳血管造影法

脳血管造影法は一般に総頸動脈造影 (C.A.G.) と椎骨動脈造影 (V.A.G) に分けられるが、当院では、頸動脈造影は経皮的穿刺法によって造影剤を注入し、椎骨動脈造影は TV 透視下でカテーテルを Seldinger 氏法で血管内に挿入し、選択的に椎骨動脈に造影剤を注入して撮影を行なっている。

撮影方法は総頸動脈の場合は 10/12 R. AOT (4つ切 Film 専用) の Film changer で 2-Tank-Bi-Plane による同時2方向撮影で、通常人における撮影条件は、正面が距離 130cm で 70kVp~76kVp, 500mA, 0.1sec, 側面が距離 150cm で 62kVp~66kVp, 500mA, 0.1sec である。

撮影プログラムは、1秒間に2枚で3秒間、ひきつづき、1秒間に1枚で4秒間の合計10枚の撮影である。但し最初の1枚目は Subtraction のマスク作成用に造影剤注入前に撮影されている。

造影剤は65%の Angiografin を 10ml 注射器に入れ、古川式 Injector で注入している。

この連続撮影中に患者の頭部が動くのを防ぐために Bi-plane 撮影用頭部固定器を製作した photo. 1 は使用しているところで、Fig. 8 はその概観図を示す。

Photo. 1

Fig. 8

現在では、改良を加え、頭部の両側と共に、頭頂部も固定し、上顎部をマジックテープで固定するようにし、

Photo. 2 臨床例 CAG 正面像
(正常)

Photo. 3 臨床例 CAG 正面像
(脳腫瘍)

Photo. 4 臨床例 CAG 側面像
(正常)

Photo. 5 臨床例 CAG 側面像
脳動静脈奇型

Photo. 6 臨床例 VAG 側面像
(正常)

Photo. 7 臨床例 VAG 側面像
(脳動静脈奇型)

Photo. 8 臨床例 VAG 正面像
(脳腫瘍)

頭部両側固定用スペーサも発泡スチロールから、復元力があり、固定力のあるポリエチレン押出發泡体“エサホーム”に変えてある。

この固定器を使用すると患者の動きによるブレがなく、Subtraction をするときに非常に好結果を得ることができる。

5.2 Subtraction の作成法

連続撮影された10枚の造影写真のうち、造影剤の入っていない1枚目の写真を密着露光器により、RP/Su Film に約20秒間の露光をし、90秒自現機で現像処理を行い反転像の1次マスクを作成する。これを中間相に相当する7枚目の造影写真に正確に重ね RP/X Film に濃度1.70

の Neutral density filter を用いて、約15秒間の露光をし、90秒自現機により現像処理し、Subtraction を得ている。

即ち血管造影終了後 約30分以内に数枚の Subtraction が出き上がる訳である。

5.3 臨床写真の Subtraction 像

当院で Subtraction を開始したのは、昭和47年8月からで、以後適応症例についてはすべて行っている。photo

脳血管造影写真の Subtraction (特に中間相について) (小林・栗田・馬場)

2~8はそのうちの数例であるが、眼窩に重なった腫瘍、或は中間相しか現出しない腫瘍全体の輪郭がはっきりと描出することがわかる。

6. 考 按

臨床につながる良い Subtraction を得るためには、造影された部分と周囲とに十分コントラストのついた造影写真を撮る事が前提条件であるが、その他に、1次マスクを作成するときに、対象となる部のうちで、最も濃度の高い部の黒化度に近く Film 全面になるようにする。しかし、最も高い濃度といっても2.40どまりで、最高濃度が2.40を超えると、RP/SU Film の特性、および写真上黒化の浸潤により造影剤部が隠される傾向が強くなり良くない。逆に1次マスクが淡すぎると、Subtraction 効果が低下しよくない。

マスクを2枚作って行う方法、いわゆる2次 Subtraction は重ね合せ濃度が上昇し、造影剤部とのコントラストの低下、および、重ね合せの難かしさと手間の掛ること、1次マスクの作成を調節すれば行なう必要はないと思われる。そのために、現在では、各部の照明が自由に換えられる専用プリンターを製作して使用している。

7. 総 括

脳血管造影写真の Subtraction について、すべて90秒処理用 Film を使い、基礎的実験を2, 3, 行い、造影写真では読影にくい中間相に応用した。

又、臨床的には、撮影条件の工夫、同時2方向撮影であるため、側方散乱によるカブリをより少なくするために、Grid の選択 (格子比10:1, 40本/cm) 使用のほか、頭部専用固定器の作成等による造影写真自身の質的向上をはかると共に、適正マスクを作成するために、専用プリンターの製作を実施した。

又、Film も、RP/Su, RP/X のほかに、RP/D なる複写用 Film も検討の結果、Subtraction 用には良いことがわかり、現在は症例によって使い分けている。

又、必要なときには、Siemens 製の Electronic Subtraction Unit で同時に観察記録も行なっている。

(本論文は昭和47年10月14日、第19回日本放射線技術学会関東、東京部会でその要旨を発表した)。

文 献

- 1) 鈴木他：X線写真修正法，富士X-レイNo.89 1970，
- 2) 佐野他：脳神経外科の展望，日医新報第2032号，昭

- 38.
- 3) 高橋他：脳血管撮影における“中間相”の検討，日医放誌，第32巻4号，昭47.
- 4) 小林他：脳血管撮影用固定器の試作について，通信医学放射線技術部会抄録，第20回，昭47.
- 5) 高橋他：SUBTRACTION の頭頸部動脈造影への応用，臨放，第14巻6号，1969.
- 6) 大木他：SUBTRACTION METHODによる脳血管像，臨放，第14巻7号，1969.
- 7) 伊藤他：脳血管造影写真とサブトラクションとその立体視への応用，臨放，第15巻12号，1970.
- 8) 大沢他：血管造影とサブトラクション法 日医新報，第2327号，昭43.
- 9) 高橋他：脳血管写真の SUBTRACTION FILM 作成法，富士X-レイ，No. 84，1969.
- 10) 松村他：血管撮影と SUBTRACTION，富士X-レイ，No. 88，1970.
- 11) 宮 森：SUBTRACTION いわゆる控除法，さくらX-レイ，No. 50，1964.
- 12) 高橋他：SUBTRACTION の臨床応用，さくらX-レイ，No. 83，1970
- 13) 渡辺他：簡便法による SUBTRACTION 脳血管腫の検討，さくらX-レイ，No. 85，1970.
- 14) 高橋他：SUBTRACTION テクニックによる脳血管写真，東京エックス線第15巻6号，昭43.
- 15) 戸 谷：脳血管写 (特にその実地臨床) 東京放射線，第18巻6号，1971.
- 16) ZIESES DES PLANTES, 八谷 (訳)：電子工学的SUBTRACTION について，日放技師会誌，第16巻4号.
- 17) HAENDLE 八谷 (訳)：電子工学的 SUBTRACTION について (続)，日放技師会誌，第16巻5号.
- 18) KODAK RP/SUX-OMAT, SUBTRACTION FILM, MEDICAL RADIOGRAPHY AND PHOTOGRAPHY, 第47巻2号，1971.
- 19) 勝浦他：腹部血管造影とサブトラクション，第26回日放技総会抄録，1970.
- 20) 松下他：SUBTRACTION (頭部) の写真的条件について (第2報)，第27回日放技総会抄録，1971.
- 21) 中沢他：サブトラクションフィルム作成法について，第28回日放技総会抄録，1972.
- 22) 小林他：心大血管造影法における応用 (第1報)，日放技，昭43，1.