



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 造影擴大撮影法(擴大撮影法の研究第17報)   |
| Author(s)    | 渡邊, 令   |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1958, 17(12), p. 1427-1431   |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/19756">https://hdl.handle.net/11094/19756</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 造影擴大撮影法

## (擴大撮影法の研究 第17報)

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任 高橋信次教授)

渡 邊 令

(昭和32年8月25日受付)

(本研究は文部省試験研究費の援助により行われた。高橋信次)

### 緒 言

擴大撮影では所謂細去効果により對比度の小さなものは益々X線寫眞に結像し難くなる。従つて組織の微細構造を明らかにするには造影剤の使用が必要となつてくる。そこでどの様な造影剤が擴大撮影には適當しているかを知る爲に先づその基礎的實驗を行った。

### 實驗方法及び結果

實驗第1：現在造影剤として最も廣く使用されている沃度劑、バリウム劑及び金を造影剤として用いる時、之等が微細になつてもどの程度X線像を與え得るかを知る爲に沃度、バリウム、金のX線吸収度をX線フィルムによる黒化度から調べてみた。沃度の吸収を見る爲には沃化ナトリウム、バリウムには鹽化バリウムを用いた。之等は何れも水溶性であるので倍數稀釋を重ねてゆき、それを密蠟1cmの板の中央に厚さ5mmから0.25mmまでの楔状にくりぬいた溝に満した。この際沃化ナトリウム、鹽化バリウムの1grを1ccの水溶液としたとき、更にそれらを順次稀釋したときの沃度及びバリウムの水溶液1cm厚さに對する各々の厚さを當量で表わすと當量は次の様に算出される。(第1表)

例えば鹽化バリウム1gr中にはその重量%より0.659grのバリウムを含む。又、バリウムの比重は3.74であるから鹽化バリウム1grを1ccの水溶液としたとき水溶液1cm厚さに對するバリウムの厚さは $\frac{0.659}{3.74}$ (cm)と算出される。

金については金箔を重ねて厚さ0.8 $\mu$ より8 $\mu$ までの10段階の厚さのものを作つた。之等を10cm

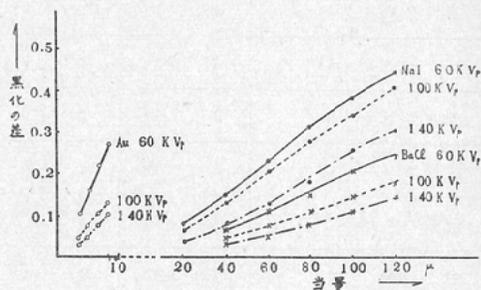
第 1 表

| 稀 積 率 | 當 量     |         |
|-------|---------|---------|
|       | 沃 度     | バリウム    |
| × 1   | 1.696mm | 1.762mm |
| × 2   | 0.848   | 0.881   |
| × 4   | 0.424   | 0.440   |
| × 8   | 0.212   | 0.220   |
| ×16   | 0.106   | 0.110   |

立方の密蠟ファントームに挿んだ場合と否との場合について管電壓60KVp, 80KVp, 100KVp, 120KVp, 140KVpで撮影した。

その得られたX線寫眞のうち、基部の黒化度の1.2~1.4のもののみを觀察の對象として造影剤の與える黒化度と基部の黒化度との差をとつた。その結果は第1圖に示す如くである。即ち、金箔より金の厚さを、又、沃化ナトリウム、鹽化バリウムより沃度、バリウムの厚さを當量に換算して表わすとその對比度の減少は厚さの減少と共に略

第1圖 沃化ナトリウム、塩化バリウム溶液、及び金箔の厚さと黒化度との關係曲線  
10cm立方の密蠟ファントーム使用



第 2 表

| 管 電 圧  | 60KVp    |           | 100KVp    |           | 140KVp    |          |
|--------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|        | (-)      | (+)       | (-)       | (+)       | (-)       | (+)      |
| ファントーム |          |           |           |           |           |          |
| 沃 度    | 20 $\mu$ | 30 $\mu$  | 25 $\mu$  | 35 $\mu$  | 30 $\mu$  | 45 $\mu$ |
| バリウム   | 25 $\mu$ | 55 $\mu$  | 35 $\mu$  | 75 $\mu$  | 45 $\mu$  | 90 $\mu$ |
| 金      | 2 $\mu$  | 3.5 $\mu$ | 2.5 $\mu$ | 6.5 $\mu$ | 3.5 $\mu$ | 8 $\mu$  |

と直線的に減少する。そして之等が 0.1の黒化の差を與えるのは次の如くであつた。(第2表)

尙、實驗に用いたX線發生装置は東芝製高壓發生装置、サクラX-レイフィルム、増感紙極光FSであつて黒化度測定には島津讀取式測微光度計を使用した。管球フィルム間距離は150cmとしファントームを用いた撮影の場合には造影劑を満した溝以外の管球側は2mmの厚さの鉛で蔽い且つフィルムとファントームの間を30cm離して撮影した。

第 3 表

| 造 影 劑      | 1cc中に含む量 | 当量に換算  |
|------------|----------|--------|
| 15%沃化ナトリウム | 0.12gr   | 0.24mm |
| 70%ウロコリン   | 0.4606   | 0.93   |
| ピラセトン-C    | 0.2988   | 0.60   |
| 油性ウロコリン    | 0.3948   | 0.79   |
| 20%モルヨドール  | 0.2      | 0.40   |
| 硫酸バリウム     | 0.63     | 1.78   |

實驗第2：次に各種造影劑を使用してそれらの

第 4 表 (筋)

| 造 影 劑      | 浸透性  | 粒状性   | 残留性         | 毒性 | 写 真 的 所 見                               |
|------------|------|-------|-------------|----|---|
| 15%沃化ナトリウム | よ い  | な い   | 吸収速かで残留を認めず | ない | 注入直後より瀰漫性の陰影で20分後で既に淡い陰影となる             |
| 水性ウロコリン    | よ い  | な い   | 〃           | ない | 〃                                       |
| ピラセトン-C    | よ い  | な い   | 吸収稍々速か      | ない | 筋束の走行に一致した細い断裂ない線状陰影を1時間後でも認め得るも淡い      |
| モルヨドール     | やゝよい | な い   | 吸収遅く残留を認める  | ない | 時間の経過と共に筋束の走行と一致する様な陰影を与えるが粗で太く又断裂も見られる |
| 油性ウロコリン    | やゝよい | な い   | 〃           | ない | 〃                                       |
| 硫酸バリウム     | 悪 い  | 塊状になる | 吸収悪く残留を認める  | ない | 注入部位に塊状の陰影を与え筋束の走行等の現出は見られない            |
| 金 粉        | やゝ良い | やゝ良い  | 吸収悪く残留を認める  | ない | 比較的筋束の走行に一致して線状の陰影の現出を見る                |

第 5 表 (肺)

| 造 影 劑      | 浸透性  | 粒状性      | 残留性          | 毒性 | 写 真 的 所 見                 |
|------------|------|----------|--------------|----|---------------------------|
| 15%沃化ナトリウム | よ い  | な い      | 吸収速かで残留せず    | ない | 瀰漫性の淡い陰影                  |
| 水性ウロコリン    | よ い  | な い      | 吸収速かで残留せず    | ない | 〃                         |
| ピラセトン-C    | よ い  | な い      | 吸収比較的速か、残留せず | ない | 〃                         |
| モルヨドール     | よ い  | な い      | 吸収遅く残留する     | ない | 末梢の気管支までよく陰影として現出する       |
| 油性ウロコリン    | よ い  | な い      | 〃            | ない | 〃                         |
| 硫酸バリウム     | 悪 い  | 塊状の陰影を残す | 吸収悪く残留する     | ない | 樹枝状の気管支陰影は断裂し粒状陰影、塊状陰影を見る |
| 金 粉        | やゝよい | な い      | 吸収悪く残留す      | ない | 末梢気管支の樹枝状陰影の現出を見る         |

浸透性、粒状性、残留性、毒性の状態について成熟家兎の肺、筋を対象として観察した。使用した造影剤は15%沃化ナトリウム水溶液、70%水溶性ウロコリン、ピラセトン-C、20%モルヨドール、60%油性ウロコリン、硫酸バリウム、及び金粉を葡萄糖溶液、レシチン、蜂蜜を加えて粘稠性ある液体としたものである。之等の中、沃度剤及びバリウム剤はその主成分の沃度、バリウム量は次の如く含まれている。(第3表)

之等造影剤を肺へは経気管的に、筋へは大腿部の筋へ経皮的に注入し注入直後より20分毎に透視及び撮影でその造影状態を観た後屠殺して肺及び筋をとり出して撮影し観察した。その結果は次の如くである。(第4表、第5表)

即ち、筋ではピラセトン-C及び金剤がよく筋束の状態を現出し得ることが出来、肺では油性ウロコリン、モルヨドール及び金剤がその末梢気管支まで造影し得た。

実験第3：次に家兎の肺及び筋に造影剤を注入して直接拡大撮影をしてその単純寫眞の所見と比較した。造影剤は肺には経気管的に60%油性ウロコリン及び金剤を注入、筋にはピラセトン-C及び金剤を経皮的に注入し浸透が充分と思われるときに屠殺して単純撮影及び直接拡大撮影をしてその所見を比較した。その結果、肺では単純寫眞で一樣の瀰漫性の陰影としか見えない陰影が擴大寫眞では分離した數個の粒状陰影を與え、亦末梢の細部の気管支が単純寫眞ではその樹枝状の造影不明瞭のものが擴大寫眞ではその樹枝状の陰影が明らかで且つ細いものまで現出された。筋に於ては単純寫眞では注入した處に見られる瀰漫性の陰影とその中に筋束を行を思わせる帶状、線状の陰影を認めるがその擴大寫眞に於ては更に繊細な數多い線状陰影となつて現出される。即ち、肺、筋何れにてもその直接拡大寫眞に於ては単純寫眞に比べて現出される陰影が多くなつている。尙撮影は単純寫眞は0.5mm焦點の廻轉陽極X線管球、増感紙極光F S、焦點フィルム間距離100cm、擴大寫眞はバイアス微小焦點廻轉陽極X線管球で25 $\mu$ のテストチャートが解像される状態の焦點<sup>6)</sup>で増感紙

極光F S、焦點フィルム間距離100cmで5倍直接拡大撮影せるものである。

### 考 按

X線寫眞的に周圍組織との對比度が充分でない爲に現出困難な臓器や組織の撮影には従來種々の造影剤が使用されて來たが之を擴大してその微細な構造を観察するにはX線吸収度の異なる造影剤が要求される。このためには原子番號、密度も共に大きな造影剤が必要となる。この觀點より現在廣く使われている沃度、バリウム剤よりも更にX線吸収度の高いものとしてトリウム剤があるがその放射能に起因する副作用の爲に現在は使用されていない状況である。又、最近EDTA-鉛<sup>4)5)</sup>を使用することも試みられているが試験管内ではその毒性を認めないが動物實驗にてその毒性が認められる爲に未だ實用化されていない様である<sup>7)</sup>。余等は沃度、バリウムに比べて原子番號、密度共に大である金を造影剤として使用すべく試み吟味してみた。一般に物質によるX線の原子減弱係數はその原子番號の4乗並びに波長の3乗に比例する他、其の物質のK-吸収端より短波長に於て著しく増大するものである<sup>1)</sup>。沃度、バリウム、金の原子番號はそれぞれ53、56、79で密度はそれぞれ4.95、3.73、19.2でK-吸収端は0.373Å、0.330Å、0.153Åである<sup>3)</sup>。之等より金は原子番號、密度より沃度、バリウムに比してそのX線吸収度は大なることがわかる。そこで沃度、バリウム、金についてX線寫眞的にその吸収度を比較してみた。

沃度、バリウムは単体で得ることは困難なのでそれぞれ沃化ナトリウム、鹽化バリウムを使用したのであるが之等は構造が簡單であり水溶液とすることも出来、且つ何れも含まれるナトリウム、鹽素は原子番號、密度も小なので之等のX線吸収は沃度、バリウムの吸収を代表し得ると考えた。實驗の結果は沃度、バリウムに比べて金は更に薄い厚さでも對比度を與え得た。又、K-吸収端という點からは各電壓に於ける最強波長は概ね最短波長の1.5倍と見られるので沃度については70KVp、バリウムについては80KVp、金については180KVp附近で最も吸収がよいわけであ

る。然しその選擇吸収は實驗では明らかにその差は現れなかつた。之は使用せるX線は單波長のものではない爲かと考えられる。

次に造影剤の組織への浸透性、附着性等によつても組織の現出狀況が異つてくる。例えば水溶性造影剤の如く余りによく浸透し又、速かな吸収の爲に瀰漫性の陰影としか現出しないもの、硫酸バリウムの如く浸透性に乏しいものはその組織像の現出はよくない。更に又、擴大撮影してその微細構造を知らんとすればその現出する陰影が粗で既に單純寫眞で充分觀察し得る程度しか現出しないものでは擴大撮影によつてその所見の觀察が豊富になることは期待出来ない。即ち擴大撮影して組織の微細な觀察をする爲にはよく浸透ししかも良好なる附着性を有し且つあまり急速でない吸収性及び排泄性を有する造影剤を使用することが望ましい。この點から適當な粘稠度を持たせることがよい。金劑にこの様な工夫々をすれば造影劑として用い得るし又その効果も大であると考え。

### 結 論

造影擴大撮影の基礎的實驗として如何なる造影剤が適當であるかを調べた。現今使用されている沃度、バリウム、更に金についてそれらのX線吸収度をX線フィルムによる黒化度から調べた結

果、金、沃度、バリウムの順に吸収度よく、黒化度0.1の差を與えるのは當量の厚さに概算して金、沃度、バリウムの順に10cm立方の密蠟フエントームを使用した場合、60KVpでは3.5 $\mu$ 、30 $\mu$ 、55 $\mu$ 、140KVpでは8 $\mu$ 、45 $\mu$ 、90 $\mu$ であつた。次に家兎の肺、筋を對象として種々の造影剤でその現出状態を觀察比較した結果肺の氣管支の現出造影には油性の沃度劑及び金粉を粘稠性ある液体としたものがよく細部まで造影し、筋ではピラセント-C及前記金劑が筋束の走行をよく現出し得た。更に之等をバイアス廻轉陽極X線管球を使用した5倍直接擴大撮影寫眞では單純に比較しその微細な部位まで觀察することが出來た。

(本論文要旨は昭和30年7月日本医学放射線学会東海地方会、及び昭和31年11月日本医学放射線学会東海北陸地方会に発表せり)

### 文 献

- 1) 江藤秀雄他：日医放誌，2，1，43~50。—2) 武田俊光：日本レ学協会誌，7，3，73~78。—3) 高橋喜久雄：X線物理実験法，1941，丸善，111~120。—4) 天羽一夫：日医放誌，15，3，204~211。—5) Robert Shapiro：Amer. J. Roentg. 76，1，161~167。—6) 高橋信次：結核研究の進歩，1957，医学書院，44~50。

## Contrast Medium suitable for Application to Enlargement Radiography (Studies on Enlargement Radiography. 17th Report)

By

Tsukasa Watanabe

(From the Department of Radiology, University Hospital,  
Nagoya, Director: Prof. S. Takahashi)

At enlargement radiography the tissue, though contrasted for normal radiography, apt to fail to give sufficient contrasted image because of taper effect. In such a case opaque media are required to get a knowledge about the fine structure of the tissue. To know the most suitable contrast medium for enlargement radiography, the ability of shadowing for X-ray are tested for gold, iodine, and barium agents.

For this agents sodium iodine, barium chloride and gold leaf are used. The efficiency of giving contrast are compared each other by densitometric method. Contrast of 0.1 in density between the ground density and the agent density was obtained by iodine of 30 $\mu$

in thickness, barium of  $35\mu$ , gold of  $3.5\mu$  when radiographed at 60 KVp at tube terminals. Iodide of  $45\mu$ , barium of  $90\mu$ , gold of  $8\mu$  in thickness at 140 KVp when used the wax phantom of  $10\text{ cm}^3$ .

Next, the availability of these contrast media for enlargement radiography was tested. Bronchiolen of the rabbit were imaged beautifully when the oily iodine contrast agents were used, interstitial structure of the muscle of the rabbit were also imaged their finest structure.

Sticky gold powder made with mixture of recithin and glucose solution gave the good contrast for imaging the details of bronchus and muscle.

---