

胃X線検査用造影剤のコントラスト特性と 撮影タイミングについて

岡山大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科

渋谷 光一, 中桐 義忠, 東 義晴, 杉田 勝彦

働倉敷成人病センター放射線部

小橋 高郎, 大倉 保彦, 丹谷 延義

岡山大学医学部附属病院中央放射線部

三上 泰隆

岡山大学医学部放射線医学教室 (主任: 平木祥夫教授)

平木 祥夫

(平成6年11月7日受稿)

key words : contrast medium, barium sulfate, density, viscosity

緒 言

胃X線検査の良否は、透視時における術者の診断能力と読影力、使用する造影剤である硫酸バリウム製剤の特性、および、その特性を生かした術者の撮影技術に依存している。

胃粘膜面に硫酸バリウム懸濁液を流すと、コントラストがゼロからピークに達し、低下していくが、粘膜上の微細な病変が描出されるのは、ピークを含んだある時間の間だと考えられることから、われわれは、特に硫酸バリウム製剤のコントラスト特性と撮影タイミングの問題に注目した。

胃X線二重造影検査において、術者は造影剤の流動を透視観察しながら、粘膜面が最も良く描出されたと思われる瞬間を経験的に捕らえて撮影を行っている。しかし、術者の経験の度合いが様々であり、透視上では粘膜の微細な凹凸までは見出し難く、コントラストの経時の変化も胃の生理状態やバリウム製剤の種類、濃度によって様ではない。このために、コントラ

スのピークを捕らえた満足のいく検査結果が常に得られるとは限らない。

そこでわれわれは、各種バリウム製剤を自作の胃粘膜ファントムに流して、コントラストの時間的変化の特徴と、ピークに達するまでの時間(以下コントラストピークタイム)を調べ、撮影のタイミングについて基礎的検討をしたところ、有用な結果が得られたので報告する。

近年、新しい高濃度・低粘性硫酸バリウム製剤の臨床応用が広がっていることもあり、これらを含めて各種製剤のコントラスト特性を明らかにすることは、良質の胃X線検査を行うための撮影技術の向上にとって有益だと思われる。

材 料 と 方 法

1 使用機器および材料

- DSA 装置 : DAR-1200 (島津社製)
- 胃粘膜ファントム : 切除胃とアルギン酸塩印象材 (バイエル日本歯科製) で自作
- 粘度計 : ウペローデ型 (柴田科学製)
- バリウム製剤 : バリトッップP (堺化学製),

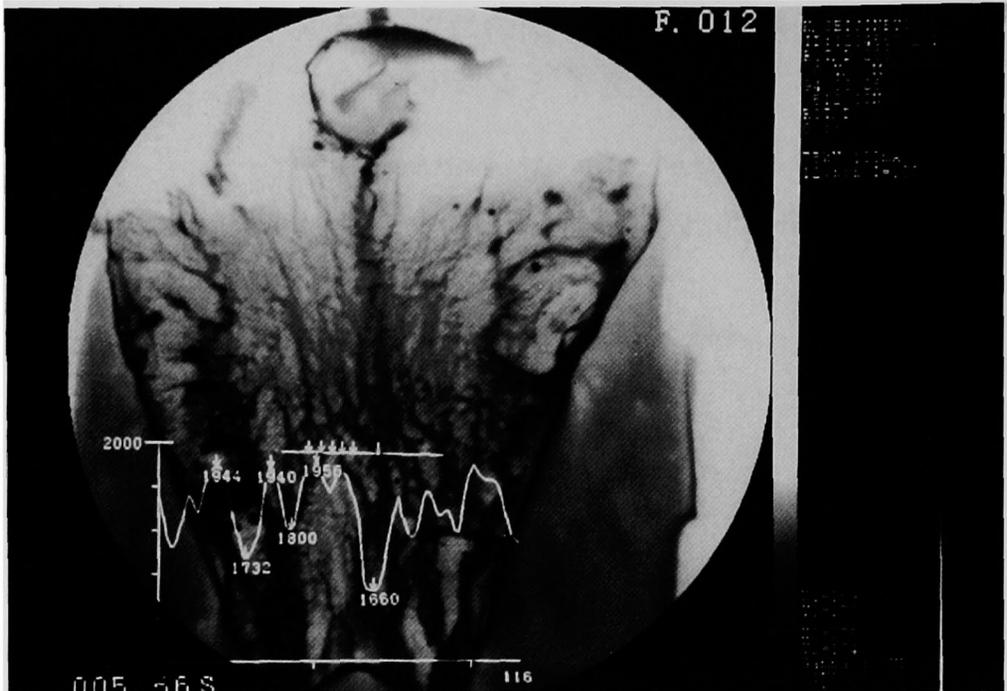


Fig. 1 Example of a profile of an each frame

バリコンミール(堀井薬品製), バリトゲン
およびバリトゲンデラックス(伏見製薬製)

2 方 法

1) 各種バリウム製剤をそれぞれ以下の濃度
に調整した.

・バリトップP (以下 BP):

120 W/V %, 140 W/V %, 160 W/V %

・バリコンミール (以下 BM):

200 W/V %, 220 W/V %, 240 W/V %

・バリトゲン (以下 BG):

180 W/V %, 200 W/V %

・バリトゲンデラックス (以下 BD):

120 W/V %, 140 W/V %, 160 W/V %

濃度の表示は純硫酸バリウムの比重を4.5とし、
添加物の含有率を考慮して、その比重を1と仮
定して補正した¹⁾。120 W/V %は100mlの懸濁液
中に120 gの硫酸バリウムが含まれていることを
意味する。

硫酸バリウム懸濁液の性状は温度と pH に影
響される^{2,3)}が、以下の実験では pH 6.8, 温度
25℃に統一した。

2) 上記の各硫酸バリウム懸濁液の見かけの

動粘度(以下単に粘度)をウペローテ型粘度計
を用いて測定した。

ウペローテ型のような毛細管粘度計は、一般
には硫酸バリウム懸濁液のような非ニュートン
流体の粘度測定には不相当だと言われているが、
限られたずり速度の範囲内であれば問題は生じ
ないと報告されている^{3,4)}。

3) 切除胃を鋳型にしてアルギン酸塩印象材
で胃粘膜ファントムを製作した。そして、これ
を15度および30度の傾斜を持たせたアクリル板
に乗せ、その表面に各種懸濁液を100mlずつ流し、
DSA 装置で毎秒2コマ連続撮影した。

DSA 装置によって得られるデジタル画像の1
画素の階調を DSA 値と呼ぶことにし、Fig. 1
のように全ての画像上の同一2点間の DSA 値
の変化(プロフィール曲線)を調べて、コント
ラストを求めた。コントラストは次式で示すよ
うにプロフィール曲線から山と谷の DSA 値の
差を和で割ったものとして定義した。

$$\text{コントラスト} = \frac{1/2 \times (\text{山の平均 DSA 値} - \text{谷の平均 DSA 値})}{1/2 \times (\text{山の平均 DSA 値} + \text{谷の平均 DSA 値})} \times 100$$

Table 1 Apparent viscosity (cSt) of barium sulfate suspension at pH 6.8 25°C

	LOT No.	Density (W/V %)	Viscosity (cSt)
BP	3028	120	21.4
BP	3028	140	41.7
BP	3028	160	90.6
BM	Y31561	200	9.5
BM	Y31561	220	18.6
BM	Y31561	240	51.9
BD	110151	120	13.6
BD	110151	140	25.9
BD	110151	160	51.7
BG	307120	180	32.3
BG	307120	200	67.7

4) 以上の結果をもとにして各懸濁液毎にタイムコントラスト曲線を作成するとともに、その特徴、および、コントラストピークタイムと粘度との関係を検討した。

結 果

1. 粘度の測定結果

粘度の測定結果を Table 1 に示す。

一般的な使用範囲では硫酸バリウム懸濁液の粘度は数 cSt から数十 cSt の間にある。

2. タイムコントラスト曲線

各懸濁液毎のタイムコントラスト曲線を Fig. 2 に示す。

スタート (0 sec) は、臨床では胃壁をバリウムが通過した時点に対応するものであるが、本実験ではプロファイル曲線上でいずれかの山が予め定めた DSA 値を越える瞬間とした。

1) 全体としてコントラストは急激にピークに達した後緩やかに下降し、コントラストピークタイムの約 2.2 倍の時間でピーク値の 90% に低下する。粘度が低いほどこれらの変化が急である。

2) 傾斜角が 15 度から 30 度になると、いずれの懸濁液でもコントラストが低下するとともに、コントラストピークタイムはおよそ半分になる。

3) コントラストは一般に懸濁液の濃度が高いほど大きいですが、製剤によって限度があり、BD

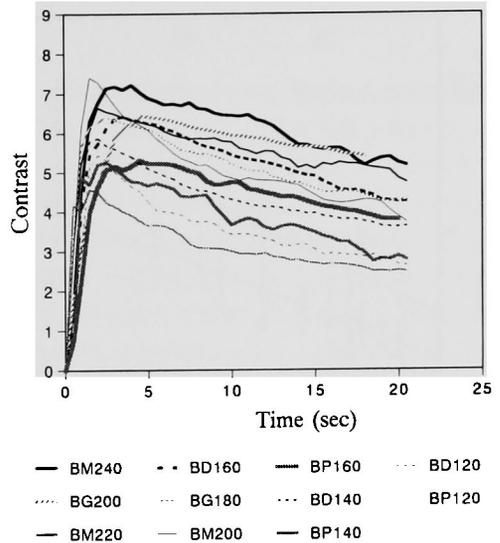


Fig. 2-1 Time contrast curve (30 degrees)

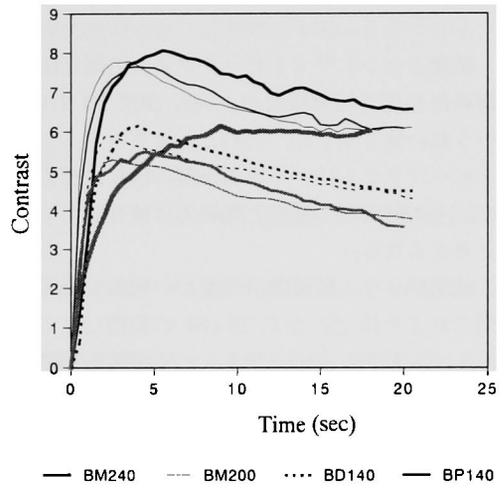


Fig. 2-2 Time contrast curve (15 degrees)

で 160 W/V % 程度、BM では 200 W/V % 程度、BP は 160 W/V % よりも、BG では 180 W/V % よりも低い濃度で限度に達すると考えられる。

4) バリコンミールは他に比べてコントラストがきわだって大きいですが、コントラストピークタイムは短い。

3 粘度とコントラストピークタイムとの関係

Fig. 3 は横軸に粘度、縦軸にコントラストピークタイムをとって、これにそれぞれの種類の懸濁液をプロットしたものである。

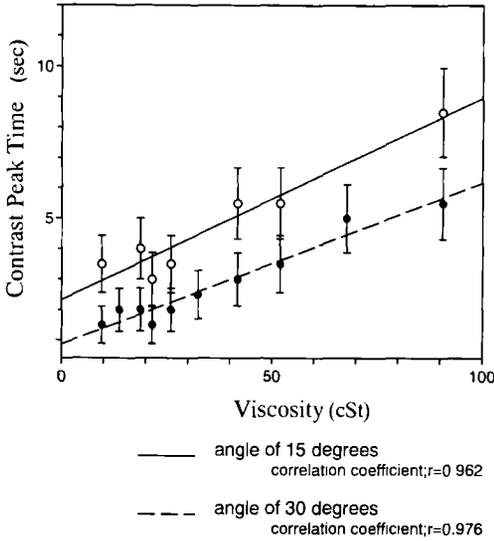


Fig. 3 Relationship between viscosity and contrast peak time

粘度とコントラストピークタイムの関係は、傾斜角 15 度で相関係数が 0.962、30 度で 0.976 という高い値を示した。このことよりコントラストピークタイムはバリウム製剤の種類に関係無く、その懸濁液の粘度と傾斜角に依存していると考えられる。

硫酸バリウム懸濁液の粘度が一般的な使用範囲でおよそ 10 cSt から 50 cSt の範囲だとすると、コントラストピークタイムは傾斜角 15 度で 3 秒から 6 秒の間に、30 度では 1.5 秒から 4 秒の間にある。

考 察

今回、コントラストをプロフィール曲線から DSA 値の差を和で割ったものとして定義したが、この定義に基づくコントラストの変化は臨床経験とも合致しており、概ね適切なものであると考える。

人工胃粘膜面に硫酸バリウム懸濁液を流した場合、全体としてコントラストは急激に大きくなり、ピークを作った後は緩やかに下降するが、懸濁液の粘度が低く、傾斜角が大きいほどこの変化は急激で、コントラストピークタイム、コントラスト持続時間は短くなる。これは撮影にあたって考慮すべきことである。特に低粘性バ

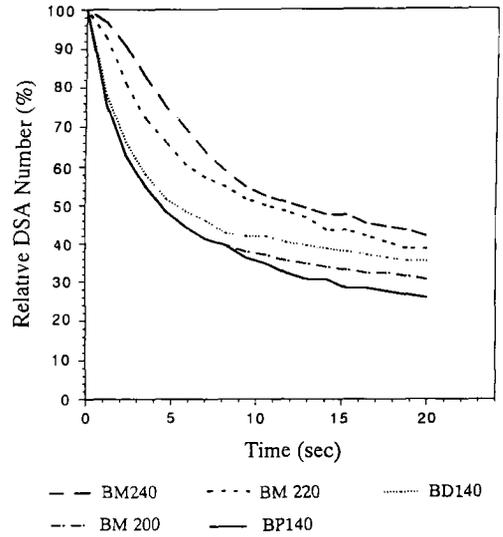


Fig. 4 Time-DSA number curve at an angle of 30 degrees

リウムを用いる場合や胃角部小弯、穹隆部などの傾斜が大きくなる部分では撮影が遅れて「素抜け」の写真になる可能性がある。反対に粘度の高いバリウムを用いる場合には撮影が相対的に早くなることに注意が必要である。例えば BP 160 W/V % では 4 秒でもまだコントラストが 8 割に達していない。こうした場合には「厚塗り」の写真になる可能性がある。

低粘性という点で特に注目されるのは近年臨床応用が広がっている BM である。コントラストが高いが、粘度が非常に低く、そのためコントラストピークタイムが 200 W/V % では、傾斜角 30 度で 1.5 秒、15 度でも 3 秒と非常に短い。胃液で希釈されればこれがさらに短くなることや、スイッチを押してから X 線の曝射まで 1 秒強かかることを考えると、バリウムが流れたと同時に撮影するほどの素早さが求められることになる。また、Fig. 4 にタイム DSA 値曲線の比較を示すが、BM の 200 W/V % は BP 140 W/V % や BD 140 W/V % とほぼ同一の変化をするが、BM の 220 W/V %、240 W/V % は DSA 値が高い水準で変化する。これは写真上では「厚塗り」に対応しているのではないかと想像される。BM はコントラスト等の点で評価が高いが⁽⁵⁾、単品では臨床であまり使われていないようである。

これは200 W/V %では粘度が低すぎるのと、さらに濃度を上げててもコントラストは上がらず「ベタ付き」傾向になる^{6,7)}ことが一因ではないだろうか。

粉末製剤は、その濃度設定においてある程度術者の好みを生かすことができるが、懸濁液の粘度は付着厚を決め⁵⁾、病変の描出能に大きな影響を及ぼすため、濃度設定は慎重に行われる。今回、粘度とコントラストピークタイムとの関係を示したが、これは粘度値に新たな意味を付加するものであり、濃度設定においても参考にできると考える。

本実験結果は基礎的段階のものであり、実際の臨床においては個々の被検者の胃粘膜面の状態や胃液での希釈等による濃度、すなわち粘度の低下や、胃酸による粘度の変化があいまって、コントラストピークタイムの移動や被写体によるバラツキが予想される。したがって今後さらに臨牀的検討が必要である。

結 論

各種粘度の硫酸バリウム懸濁液を自作胃粘膜ファントムの上に流し、DSA装置を用いて、コントラストの時間的変化を解析し、コントラストピークタイムを求めるとともに、コントラストピークタイムと粘度との関係を検討した。その結果、一般的にはコントラストピークタイムは傾斜角15度で3秒から6秒の間に、30度では1.5秒から4秒の間にあることが明らかになった。コントラストの変化はバリウム懸濁液の粘度と傾斜角に依存し、粘度とコントラストピークタイムとは相関を示した。これらの結果は懸濁液の粘度や胃の部位によって撮影タイミングに注意が必要であることをあらためて示すとともに、粘度がコントラストピークタイムによっても意味付けられることになり、硫酸バリウム懸濁液の濃度決定において参考にすることができる。

文 献

- 1) 平井和三：消化管造影用硫酸バリウムの基礎的研究。第II編 硫酸バリウムの濃度表示法。大阪医大誌(1975) **34**, 21-25.
- 2) 平井和三：消化管造影用硫酸バリウムの基礎的研究。第IV編 硫酸バリウムの粘度について。大阪医大誌(1976) **35**, 106-122.
- 3) 窪田博吉, 海老根精二：放射線技師のための消化管撮影技術：硫酸バリウムX線造影剤, 金原出版, 東京(1981) pp 204-251.
- 4) 北原文雄, 古澤邦夫：最新コロイド化学：レオロジー測定, 講談社, 東京(1990) pp178-187.
- 5) 鈴木輝雄, 林久二彦, 遊佐 享, 神山哲也, 佐々木清貴, 鈴木安名, 洞田克己, 前久保博士：高濃度・低粘バリウム懸濁液(バリコンミール200 W/V%)の物性解析と臨床応用。Innervision(1991) **6**, 65-73.
- 6) 原田容治, 高瀬雅久, 山田孝史, 中田 薫, 池田 肇, 斉藤利彦, 芦澤眞六, 菅原紀光, 洪 永隆, 大原博照, 塚田高志, 高橋 総, 飯塚康雄, 那須亮一, 坂本芳行：胃X線検査における高濃度バリウムの臨床的有用性の検討。基礎と臨床(1990) **24**, 7538-7549.
- 7) 竹田芳弘, 山本道法, 藤島 護, 新屋晴孝, 木本 真, 上者郁夫, 平木祥夫：混合高濃度バリウムの臨床評価。新薬と臨牀(1992) **41**, 269-277.

Contrast characteristics of barium preparations and the timing of exposure

**Koichi SHIBUYA¹⁾, Yoshitada NAKAGIRI¹⁾, Yoshiharu AZUMA¹⁾
Katsuhiko SUGITA¹⁾, Takao KOBASHI²⁾, Yasuhiko OKURA²⁾
Nobuyoshi TANDANI²⁾, Yasutaka MIKAMI³⁾ and Yoshio HIRAKI⁴⁾**

¹⁾Department of Radiological Technology,
School of Health Sciences, Okayama University,
Okayama 700, Japan

²⁾Department of Radiology, Center for Adult Diseases,
Kurashiki 710, Japan

³⁾Central Division of Radiology, Okayama University Hospital,
Okayama 700, Japan

⁴⁾Department of Radiology, Okayama University Medical School,
Okayama 700, Japan
(Director : Prof. Y. Hiraki)

We studied the relationship between the contrast characteristics of barium suspension and timing of exposure.

We poured several kinds of barium preparations on the phantom manufactured by ourselves, and took X-ray pictures continuously by a DSA system. We analyzed each of the characteristics of the contrast. The time which was required for the contrast to reach the peak (Contrast Peak Time ; CPT) was unrelated with the kind of barium preparations used. It depended on the viscosity of the contrast media and the angle of the phantom. Viscosity was correlated with CPT. CPT was 3 to 6 seconds at an angle of 15 degrees, and 1.5 to 4 seconds at an angle of 30 degrees.

We can refer to these findings to decide the density of barium suspension and to get timely exposure.