

原 著

高濃度バリウムへの変更にあたって

内田 尚人^{*1)} 若林 富士昭^{*1)} 浅川 憲昭^{*1)} 貝 沼 修 吉^{*1)}
水 落 佳 広^{*2)} 塚 田 博^{*1)} 佐 藤 敏 輝^{*1)}

上部消化管造影において、使用バリウムの高濃度化への動きが広がりつつある。そこで、硫酸バリウムの形態、及び、性質を再度把握しなおし、高濃度バリウムの有用性、ゾル剤と粉末剤、また、粒子の大きさによる比較、硫酸バリウムの混合調整時の利点について、検討した。また、硫酸バリウムの調整時、保管時の留意点、発泡剤服用時の留意点についても検討した。結果、当院では粗粒子、中粒子のバリウムを2：1の割合に混合し180W/V%の濃度としたバリウムを使用することになった。

キーワード：高濃度バリウム 粉末剤 粒子の大きさ

はじめに

上部消化管造影において、画像の良否を決定する要因の一つとして硫酸バリウムが挙げられる。付着性、胃小区の描出能などといった面で違いを生むわけであるが、近年、上部消化管造影では一般に、高濃度バリウム使用の考えが主流になりつつある。そこで、当院においてもより診断しやすい画像を得るには、どのような硫酸バリウムを使用したら良いのかを検討し、結果、高濃度バリウムへの変更にいたったので、その過程について報告する。

検討項目

① 硫酸バリウム製剤に求められる条件

まず、理想とされる硫酸バリウム製剤の条件を表-1に示す。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・流動性が良好 ・拡散性が良好 ・胃液（酸）による凝集がない ・併用剤による影響を受けない ・気泡を形成しない ・付着性が良好 ・胃小区の描出能が優れている ・辺縁がシャープに描出される ・硫酸バリウムの含量が多い ・胃壁に薄く均一に付着する ・低粘性 ・沈降等、経時による物性変化が少ない ・飲みやすい ・使用しやすい ・可能な限り無菌的である ・低価格 |
|---|

表-1 硫酸バリウム製剤に求められる条件

この表の一つの条件を良くすると、同時に良、または、悪となるものがあり、それぞれ関連性のあるものが多い。ここで、重要なことは透視中の病変の発見、観察にどれだけ有利であるかということである。このような条件を満たし、より理想とされるのはどのようなバリウムなのか、表1の硫酸バリウムの含量が多いという所に着目し、また、粒子の大きさについても併せて検討していくこととした。

② 高濃度造影剤の有用性

高濃度がどのような点で良いのかを考えてみた。

- A. 高密度によるコントラストの増強
X線吸収率が良くなるため、高コントラストの画像が得られる。
- B. 高比重によるSweeping効果の向上
胃液による凝集や残渣などを洗い流しやすいということである。
- C. 普通濃度より少量の飲用で目的達成できるため、被験者の負担が軽減
二重造影の描出域も拡大する。
- D. 粘膜壁への付着が良く、胃小区の描出率が向上
- E. 高電圧撮影が可能

ハレーションにより飛んでいた所も、電圧を若干上げてやることにより見やすくなる。

こうしてみると、高濃度バリウムは表1の条件をほとんど満たしているようであるが、一方

^{*1)}〒940-8653 新潟県長岡市福住2丁目1番5号

長岡中央総合病院放射線科

^{*2)}魚沼病院放射線科

で、付着過多、すなわちベタツキが生じやすいといった欠点もある。

さっそく、当院でも数種類の高濃度バリウムの使用を試みることにした。しかし、ここで高濃度バリウムへの変更を考えた時、いくつかの問題を生じた。当院では、それまでゾル製

剤を使用していたが、「そのまま濃度を上げれば良いのか？」という点が一つであった。

③ ゾル製剤と粉末製剤の比較
それぞれの特性を表-2に示す。

特 性	ゾ ル 製 剤	粉 末 製 剤
安定性(経時変化)	経時とともに物性変化を起しやすい	物性変化を起しにくい
濃度選択の自由性	現在、150W/V%が最高濃度である	高濃度調整が可能
構成粒子	微粒子が主体	各種粒子を自由に使用できる
使用の簡便性	懸濁液、調整に手間がかからない	懸濁液、調整に手間がかかる
沈 澱	長期保存で沈澱を起こす	懸濁後、徐々に沈澱を起こす
使用期限	1年	3年

表-2 ゾル製剤と粉末製剤の特性

表2により、ゾル製剤は沈降を抑えるため、微粒子主体となっている。一般には粒子が小さくなればなるほど、付着度は大きくはたらく。しかし、粘度が高くなりすぎ、高濃度には限界があると言える。その点、粉末製剤は調整に手間がかかるということはあるが、好みのバリウムに調整可能である。また、ゾル製剤の使用期限は1年としているが、保管状況によってはひと夏越した時点で使用不可能とするべきこともあると考えられる。実際、使用してみて透視観察においても粉末による高濃度バリウムの方が断然、有利であった。

しかし、先にも触れたが、たとえ粉末製剤にしても微粒子バリウムで濃度を上げたのでは良いとは言えない。

④ 粒子の大きさによる比較

写真1は、バリウムの原石である重晶石と、1例ではあるが微・中・粗粒子の電子顕微鏡写真である。

微粒子は、粘度が大きく、胃粘膜に一樣に付着しすぎるためいわゆるベタついたコントラストの無い像となる。その点、中・粗粒子は、粘膜に対する付着性が適度であるため粘膜上の凹凸部の付着を異にし、アレアや微細病変をコントラストよく描出する。しかし、沈澱しやすいうちもである。

バリウム粒子の性状 (A)

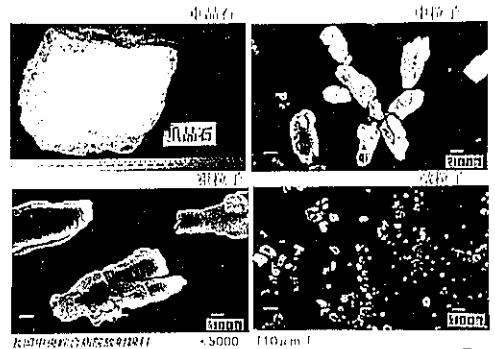


写真-1

バリウム粒子の性状 (B)

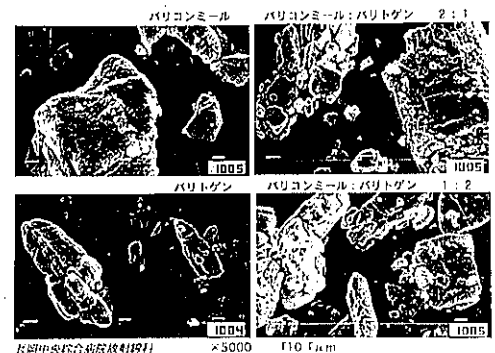


写真-2

写真2は、中粒子主体のバリトゲン、粗粒子主

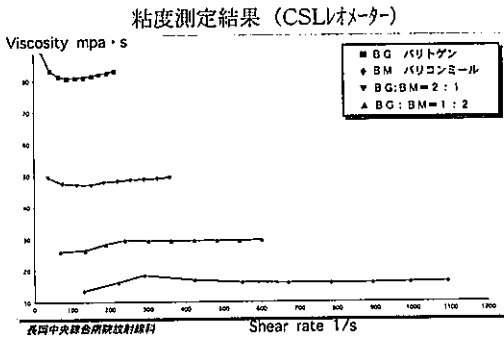
体のバリコンミールその他、この二つの製剤を混合させたものの粒子写真である。

当院で使用することになったのは、バリトゲンとバリコンミールをおよそ1：2の割合で混合したもので、180W/V%に調剤し、使用している。

このバリウムの粒度分布をグラフ1に示す。

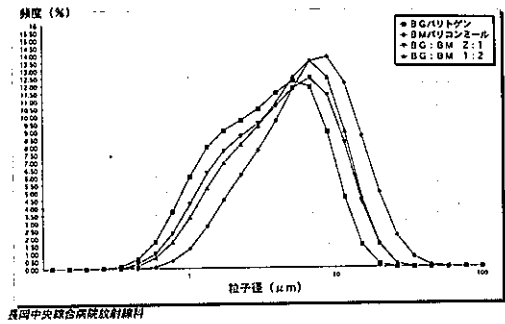
これは、どのくらいの粒の大きさをどんな割合に含んでいるかを表している。粒子分布の範囲が広がるほど粘度は小さくなると言われている。青色のグラフが、当院で使用のものである。2種類のバリウムを混合したことにより、懸濁液の粘度は小さくなったのがわかる。

グラフ2は、実際に粘度を測ってみたものである。縦軸が、粘度で横軸が、ずり速度である。このグラフによると、青色で示した当院使用の混合バリウムよりも、実際にはバリコンミール単体の方が粘度が低いことがわかる。しかし、単体では人によっては馴染まないという不安定さを生じることがありまた、粘度と付着度というのは相反するもので、この程度の粘度が透視や画像での見た目上でも、ちょうど良いという判断をした。



グラフ1

粒度分布測定結果 (LA-910測定)



グラフ2

④ 硫酸バリウムの混合調剤時の利点

2種類の硫酸バリウムを混合調剤した時、どんな利点があるのかを次に示す。

- ・粘度分布の異なる製剤を混合すると、相乗作用により、流動性の良好なもの得られる。
- ・粘剤の異なる製剤を混合すると、それぞれの特徴が生かされ相乗作用により、単品の時より酸や併用剤による影響など欠点も改良され、胃内の拡散性・親和性が向上する。

これより、混合する製剤は、互いに粘剤、粒子を異にしてそれぞれ良い点を保持する製剤であるのが理想とされる。

ここで、粘剤とは硫酸バリウムに含まれる添加物の一つである。硫酸バリウムは添加物が加えられてこそはじめて、造影剤としての使用が出来るのである。故に、バリウム選定には、添加剤についても十分考慮する必要がある。

目的	添加剤
粘 稠 剤	トラガント、カルボキシメチルセルロースナトリウム (CMC)、アラビアゴム、ペクチン、アルギン酸ナトリウム、ゼラチン、可溶性デンプン、カラギーナン、コンドロイチン酸ナトリウム
甘 味 剤	サッカリンナトリウム、砂糖、D-ソルビトール
防 腐 剤	安息香酸、安息香酸ナトリウム、パラオキシ安息香酸エステル類、ソルビン酸、デヒドロ酢酸ナトリウム
香 料	日本薬局方香料、食品添加物香料
消 泡 剤	シリコーン樹脂
分 散 剤	クエン酸ナトリウム、メタリン酸ナトリウム、ポリリン酸ナトリウム
安 定 剤	ベントナイト、酸凝固防止剤、グリシン、アミノ酢酸

表-3 市販硫酸バリウム造影剤の添加剤

表3のように、添加剤には、いくつかのものがあるが、これらは木の樹液、海藻類、牛鼻軟骨、等により描出される。

粘度剤は、硫酸バリウムの粒子表面に粘稠剤の吸着被膜を形成し、粒子相互の凝集力を減じる働きがある。

メーカーの企業秘密もあり、添加物の組成や、含有量を正確に知ることは困難であるが、添加剤を把握し、それをバリウム各々の性質として検討することも必要である。

④ 硫酸バリウム懸濁液の調剤、保管の留意点

使用することとなった粉末製剤の調剤等、保管時での留意点を次に示す。

A. ミキサーによる場合、低速で1、2分程度搅拌する。

硫酸バリウム懸濁液は、バリウムが水に化学的に溶解した状態のものではなく、比較的大きなバリウム粒子が、水に分散している(サスペンション)状態である。

B. 懸濁液の脱気が必要である。

調剤中に混入する粒子状の気泡が、バリウム粒子の均等分散、流動性を妨げ、集合させてしまうため、良好な付着状態が得られなくなる。

C. 検査の12~18時間前に調剤するのが適当である。

る。

バリウム懸濁液は、調剤直後は比較的粘度が高く、時間とともに低くなり、再び上昇する特徴を有しているため。一時的に低くなるのは、バリウムの添加物に高分子多糖類が使用されるが、これが加水分解により最終的に単糖類を生じる過程で、分子量の少ない多糖類を経由するため粘度が低下するのである。

D. 懸濁液の粘性は温度によっても変化する。

温度上昇につれ粘度は低下し、下降するにつれ粘度は上昇する。

夏は付着不良、冬は付着過多ということが起こりえるため、使用時は20~25℃位に保つことが必要である。

⑤ 発泡剤について

発泡剤との兼ね合い、服用の仕方によっても画像は大きく変わるため、ここで補足しておく。硫酸バリウムと発泡剤の相性で、付着性や流動性で大きな差として現れ、当院でも現在使用している硫酸バリウムと相性の良い発泡剤はどれかと検討し、バリトゲン発泡顆粒への変更に至っている。

服用の仕方については、まず、発泡に至るまでの過程を図1に示す。

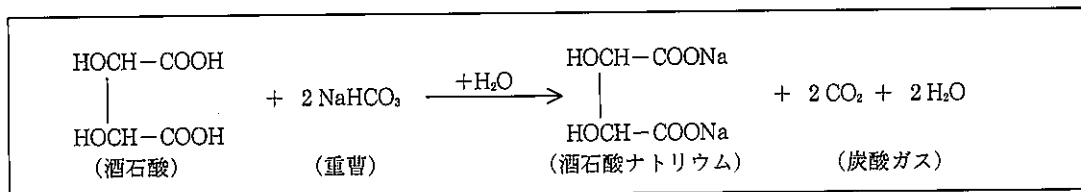


図-1 発泡の原理

発泡剤の成分の酒石酸と重曹が胃内で化学反応を起こす。この時、炭酸ガスが発生しそのバウンド作用で一時的には胃液の分泌が抑制されるが、すぐに促進される。また、生成された酒石酸ナトリウムの胃粘膜防護作用が働き、バリウムの付着が悪くなる。

そのため、発泡剤の服用は、少量のバリウムを服用させローリングにより胃粘膜に付着させてから行うか、激しい化学反応の影響を受ける面を少なくする意味で、全量バリウム服用後行うのが良いのではと考える。

3) 最後に

検討の結果、当院では粗粒子主体、中粒子主体のバリウムを2:1の割合に混合し、およそ180W/V%の濃度での使用ということになった。しかし、これが絶対ということではない。

バリウム懸濁液のような分散系については、専門家でもまだ、解明できない事が多く、今回の当院での硫酸バリウムの最後の決定は、やはり“透視中の病変の発見、観察にどれだけ有利か”ということであった。

今後いろいろな要素を踏まえながら検討し続け、造影検査の質の向上を目指したい。

謝 辞

今回の報告に当たり、資料作成に御協力いただきました伏見製薬株式会社、香川真也氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小川利政：上部消化管X線撮影法、医歯薬出版（1944）
- 2) 海老根精二、佐藤忠：硫酸バリウムの造影剤、（1996）

Conversion to a high concentration of barium

Naoto Uchida^{*1)}, Fujiaki Wakabayashi^{*1)}, Noriaki Asakawa^{*1)}
Syukichi Kainuma^{*1)}, Yoshiriro Mizuochi^{*2)}, Hiroshi Tsukada^{*1)}
and Toshiteru Sato^{*1)}

In upper GI radiography, a high concentration of barium is widely used. Thus, we reexamined the form and properties of barium sulfate and compared sol preparation with a powdered preparation and particle size to determine the usefulness of a high concentration of barium. Furthermore, advantages of barium sulfate and cautions associated with preparation of barium sulfate, storage, and medication for blistering agents were examined. Based on these results, we decided to use a barium at a concentration of 180 w/v% by mixing coarse particles and medium-sized particles at a ratio of 2:1.

Key words: high concentration of barium, powdered preparation, particle size

^{*1)} *Department of Radiology, Nagaoka Chuo General Hospital
Fukuzumi2-1-5, Nagaoka, Niigata940-8653*

^{*2)} *Department of Radiology, Uonuma Hospital*