

Title	CT用硫酸バリウム製剤の基礎的および臨床的検討
Author(s)	東, 龍男; 田岡, 良章; 原田, 雅史 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(6), p. 314-318
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17142
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

CT用硫酸バリウム製剤の基礎的および臨床的検討

東 龍男 田岡 良章 原田 雅史 西谷 弘

徳島大学医学部放射線医学教室

Basic and Clinical Studies of Oral Barium Sulfate Preparations for CT

Tatsuo Higashi, Yoshiaki Taoka,
Masafumi Harada and Hiromu Nishitani

In CT examination of the abdomen and pelvis, oral iodinated contrast agents and oral barium sulfate preparations are now being used to improve diagnostic accuracy, and studies have been carried out on their clinical usefulness. Although helical CT has come into wide spread use recently, most studies have used the ordinary type of CT. There have been no reports on studies using barium sulfate preparations with helical CT.

We, therefore, prepared several barium sulfate preparations with different concentrations and particle diameters, and conducted a basic study to determine the optimal conditions for helical CT. In addition, we conducted a similar study using the ordinary imaging method for comparison with helical CT. Based on the results of these studies, we conducted a clinical study with several volunteers to find the most suitable barium sulfate preparation.

Our basic study compared Baritop CT and Gastrografin, and a concentration of 1.5%-2.0% was found suitable. In our examination of particle size using animal intestines, fine particles were found to be most appropriate. Although little difference was observed between the helical procedure and the ordinary imaging procedure, the possible development of artifacts specific to the helical procedure was suggested.

In the clinical study, the 2.0% preparation tended to show better contrast and a better filling rate for the upper abdominal organs than the 1.5% preparation. However, little difference in artifacts was found between them. The artifacts tended to be intensified when barium migrated toward the distal portion of the small intestine.

Judging from these results, a 2.0% fine particle preparation appeared to be suitable for examination of the upper abdominal organs. For organs in the pelvic region, preparations with a lower concentration were considered suitable.

Research Code No. : 502.1

Key words : CT, Barium, Contrast media

Received Sep. 30, 1996; revision accepted Feb. 12, 1997

Department of Radiology, Tokushima University School of Medicine

はじめに

腹部および骨盤部のCT検査において、診断精度を上げるために現在ヨード系経口造影剤や経口硫酸バリウム製剤が使用されており、その臨床的有用性を検討した報告もみられる¹⁾⁻⁶⁾。

近年ヘリカルCTが普及してきたが、これらの報告は通常型のCTを使用したもので、ヘリカルCTを用いての検討は見当たらない。

そこでわれわれは濃度や粒子径を変えた数種類の硫酸バリウム製剤を試作し、ヘリカルCTを用いての最適な条件を知る目的で基礎的検討を行った。さらに通常の撮影法にも同様の検討を行い、ヘリカル撮影法との比較を行った。これらの結果、適当と思われる条件の硫酸バリウム製剤について、若干名のボランティアにて臨床的な有用性を検討した。

方 法

1. 試験薬剤

今回試作した薬剤は、飲みやすく経時変化が小さいように調整された硫酸バリウム製剤で、組成は(Table 1)のごとくである。

2. 基礎試験

A ファントム試験

円筒形のポリプロピレン製容器の中にバリウムと空気を入れて密閉し、これを円筒形の水槽内の中央に固定して、ヘリカルCT装置にて撮影した。異なった濃度および粒子径のものを数種類の撮影条件で撮影し、それぞれについてバリウム内のCT値・標準偏差と周囲の水のCT値の標準偏差を計測した。これらの値を造影能・均一性および周囲へのアーティファクトの程度の評価の指標とした。比較として現在市販されている硫酸バリウム製剤であるバリトプCT (1.5W/V%)、ヨード系経口造影剤であるガストログラフィン (2.5W/V%)および水を使用した。

ファントムは(Fig.1)のごとくで、試験薬剤内に円形のROIを設定し、CT値および標準偏差を計測した。さらに薬剤が入った容器の外側の水槽内にドーナツ状のROIを設定し、CT値の標準偏差を計測した。

Table 1 Composition of experimentally prepared barium sulfate preparations

Concentration of barium sulfate (W/V%)	1.0 1.5 2.0 3.0
Viscosity (mPa・s)	56~60
pH	4
Conductivity (mS/cm)	0.4~0.5
Osmotic pressure (mOs/kg)	127~147
Surface tension (dyne/cm)	48~54
Particle diameter (μm)	0.7 3.0 10 40
Dispersant	tragacanth
Additives	sorbitol, mannitol

使用装置は東芝社製TCT900S Super-Helixで、撮影条件は管電圧120Kv、管電流200mAである。ヘリカル撮影法は連続1秒スキャンで、ビーム幅(mm)/寝台移動速度(mm)を、5/5、10/10、10/15、10/20の4種類にて撮影した。通常の撮影法は2秒スキャンで、スライス幅(mm)/スライス間隔(mm)を、5/5、10/10の2種類にて撮影した。管電圧は120Kv、管電流は200mAである。

A-1 濃度別ファントム試験

まず適当な濃度を知るために、1.0%、1.5%、2.0%、3.0%の硫酸バリウム、バリトプCT、2.5%ガストログラフィンおよび水にてファントム試験を行った。硫酸バリウム製剤については、平均粒子径 $0.7\mu\text{m}$ の微粒子(S)を使用した。

A-2 粒子径別ファントム試験

微粒子(平均粒子径 $0.7\mu\text{m}$)の硫酸バリウム製剤を用いた濃度別ファントム試験の結果、適当と思われた1.5%および2.0%の硫酸バリウムについて、粒子径が微粒子から粗粒子まで異なった4種類のものを用意し、同様のファントム試験を行った。平均粒子径は、 $0.7\mu\text{m}$ (S)、 $3.0\mu\text{m}$ (M)、 $10\mu\text{m}$ (L)および $40\mu\text{m}$ (LL)の4種類である。

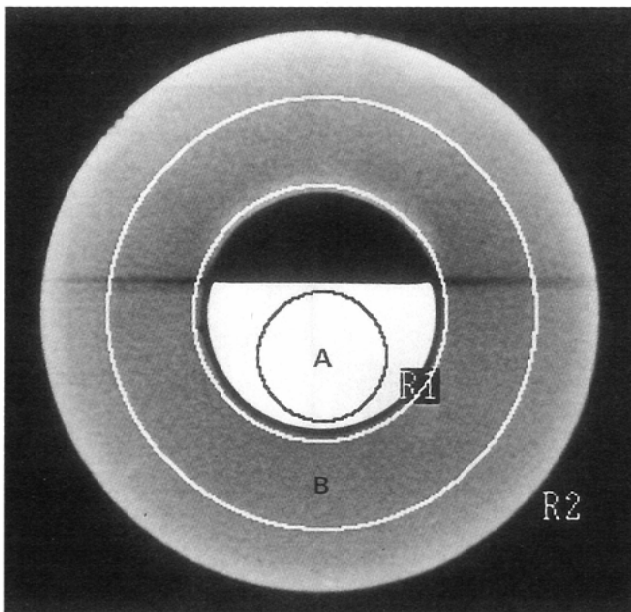


Fig.1 Phantom. A shows ROI in the test drug, and B indicates ROI in the surrounding area.

B 動物の腸を用いた粒子径別基礎試験

ファントム試験にて、明らかな差がみられなかった項目について、動物の腸を用いた基礎試験を追加した。

粒子径別ファントム試験では明らかにLLサイズのものとは不適当であることがわかったが、S、M、Lサイズの間にはほとんど差が認められなかった。このため動物の腸管を用いて腸管として認識できる程度に差があるかどうかを検討することにした。まず牛および豚の小腸を約15cm程に切ったものを3本ずつ用意し、それぞれに2.0%のS、M、Lサイズの硫酸バリウム製剤を20mlずつ入れて十分に振とうした。その後一端をコッヘルで止めて垂直に垂らし、自然に内部のバリウムを滴下させた。約1分間放置した後、もう一端を閉鎖し、3本をまとめて水槽の中に浸けてCTにて撮影した。

3. 臨床試験

基礎試験の結果適当であると思われる1.5%と2.0%の硫酸バリウム製剤を10名の正常ボランティアにそれぞれ飲んでもらい、臨床評価を行った。朝は軽食、昼は絶食とし、午後2時に1回目の300mlを、さらに午後4時に2回目の300mlを飲用し(計600ml)、その直後にCTを撮影した。撮影領域は腹部から骨盤部までとした。1.5%と2.0%の撮影には少なくとも1週間の間隔をあけた。使用装置は基礎試験に使用したのと同じTCT900Sで、ヘリカル方式にて撮影した。撮影条件は管電圧120KV、管電流200mA、ビーム幅10mm、寝台移動速度20mm/secである。参考として1.0%、3.0%の硫酸バリウム製剤とバリトプCTおよび2.5W/V%ガストログラフィンをそれぞれ異なったボランティア3名ずつにて同様の条件で撮影し、同様に臨床評価を行った。

統計学的な処理は、1.5%と2.0%の間で行い、三元配置の分散分析を用いた。危険率10%以下を有意差ありとし、 $p < 0.1$ などとして本文中に記載した。有意差なしの場合はNSとして記載した。

A 対象

24歳~65歳の正常なボランティア計22名であるが、1.5%と2.0%に関しては同一の10名である。

B 評価方法

5名の放射線科専門医がハードコピーフィルムをブラインド法で読影し、あらかじめ評価項目および評価基準が記入されたシートに、点数を記載するようにした。管腔臓器については胃、十二指腸、空腸および回腸を評価し、それぞれのコントラスト、アーティファクトの程度および充満度を点数化して記載した。また実質臓器については肝臓、胆嚢、脾臓、腎臓および脾臓へのアーティファクトを点数化して記載した。ただし脾臓についてはアーティファクト以外に輪郭の識別の程度をコントラストとして記載するようにした。バリウムの遠位端については多数の意見が一致する部位とした。記載された点数は合計した後、対象人数で除して、1人あたりの平均値とした。

C 評価基準

評価基準は以下のごとくである。

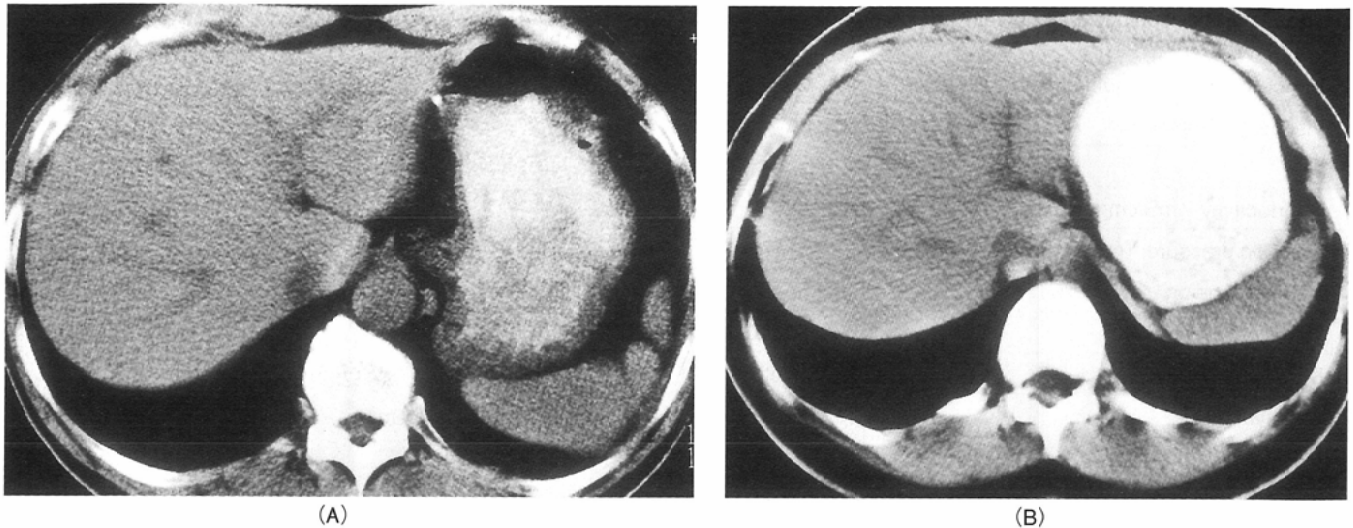


Fig.2 57M/24F. Case of clinical evaluation in the stomach. A : Contrast 0 Artifacts 2 Filling rate 1. B : Contrast 2 Artifacts 0 Filling rate 2.

コントラスト

- 0 : 明らかに不适当
- 1 : 适当ではないが診断に支障はない
- 2 : 适当である

脾の輪郭(コントラスト)

- 0 : 何とか識別できる程度である
- 1 : 普通に識別できるが明瞭ではない
- 2 : 明瞭に識別できる

充満度

- 0 : 不足している
- 1 : 十分とは言えないがある程度充満している
- 2 : 十分に充満している

アーティファクト

- 0 : 認められる
- 1 : ほとんど認められない
- 2 : 認められない

ただし、胃および十二指腸に関してはアーティファクトを及ぼす実質臓器とその程度(点数)を記入し、それらの中

で最も点数の高いものを採用した。

空腸および回腸に関してはバリウムが充満している部分での腹壁へのアーティファクトで検討した。腸内ガスによる腹壁へのアーティファクトは無視した。

胃の場合、空気とバリウムとでできるニボーによるアーティファクトも、アーティファクトに含めて評価した。

代表的な臓器の評価例を、(Fig.2~4)に示した。

結 果

1. 濃度別ファントム試験

A 試験薬剤内のCT値

CT値はほぼバリウム濃度と比例関係にあった。バリトップのCT値(平均297.3HU)はほぼ試作した1.5%のバリウム製剤(平均295.7HU)に相当し、ガストログラフィン(平均363.9HU)は2.0%のバリウム製剤(平均378.9HU)より若干低い値となった。撮影条件による変化は認められなかった。

B 試験薬剤内のCT値の標準偏差

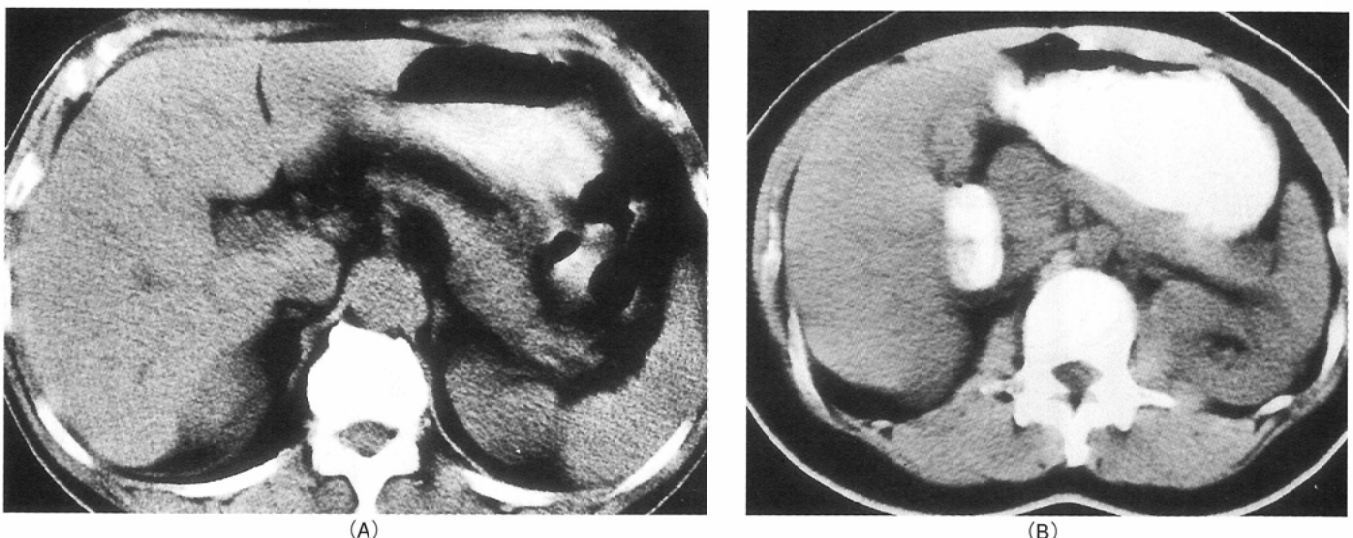


Fig.3 57M/24F. Case of clinical evaluation in the duodenum and pancreas. Duodenum(A) : Contrast 0 Artifacts 2 Filling rate 0(B) : Contrast 2 Artifacts 1 Filling rate 2 Pancreas(A) : Contrast 0 Artifacts 2(B) : Contrast 1 Artifacts 0

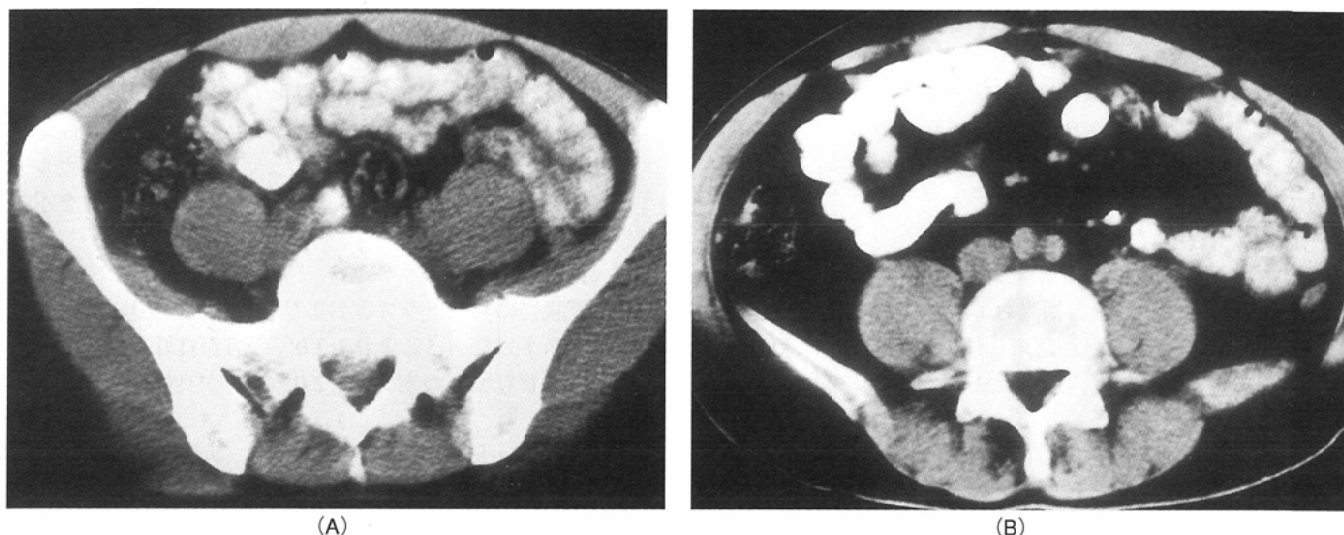


Fig.4 32M/40M Case of clinical evaluation in the jejunum and ileum. A : Contrast 1 Artifacts 2 Filling rate 2. B : Contrast 2 Artifacts 0 Filling rate 2.

やはりバリウム濃度が上がるにしたがって、上昇した。バリトプCT(平均13.17)は、1.5%のバリウム製剤(平均15.56)より若干低い値であった。ガストログラフィン(平均15.51)は、1.5%のバリウム製剤とほぼ同様であった。撮影条件が変わっても特定の傾向は認められなかった。

C 周囲の水のCT値の標準偏差

やはりバリウム濃度が上がるにつれて高い値を示した。バリトプCT(平均7.60)およびガストログラフィン(平均8.58)ともに、1.5%のバリウム製剤(平均7.85)に近い値と考えられたが、ガストログラフィンの場合撮影条件によっては、2.0%のバリウム製剤(平均9.09)と近い値を示すものもあった。撮影条件によって、それほど大きな差は認められなかったが、ビーム幅/寝台移動速度、スライス幅/スライス間隔が同じであれば、ヘリカル方式の方が通常の撮影法よりも若干高い値を示す傾向があった。

2. 粒子径別ファントム試験

A 試験薬剤内のCT値

1.5%, 2.0%ともに粒子径による差はほとんど認められな

かった。また撮影条件によっても明らかな違いはみられなかった。

B 試験薬剤内のCT値の標準偏差

1.5%, 2.0%ともに粗粒子(LL)で明らかに高値となった。その他の粒子(S, M, L)の間では1.5%, 2.0%ともに、ほとんど差は認められなかった。

C 周囲の水のCT値の標準偏差

2.0%の粗粒子(LL)で明らかに高値であった。2.0%のS, M, L間、および1.5%のS, M, L, LL間ではほとんど差がみられなかった。

3. 動物の腸管を用いた粒子径別基礎試験

(Fig.5)のごとく、L, Mに比べて、Sの方が腸管として認識できる程度が良好な傾向が認められた。

4. 臨床試験

A コントラスト

バリウム濃度が上昇するに従って、コントラストは良好になる傾向にあった。十二指腸、臍および空腸では、1.5%と2.0%との間で有意差($p < 0.01$, $p < 0.1$ および $p < 0.01$)が

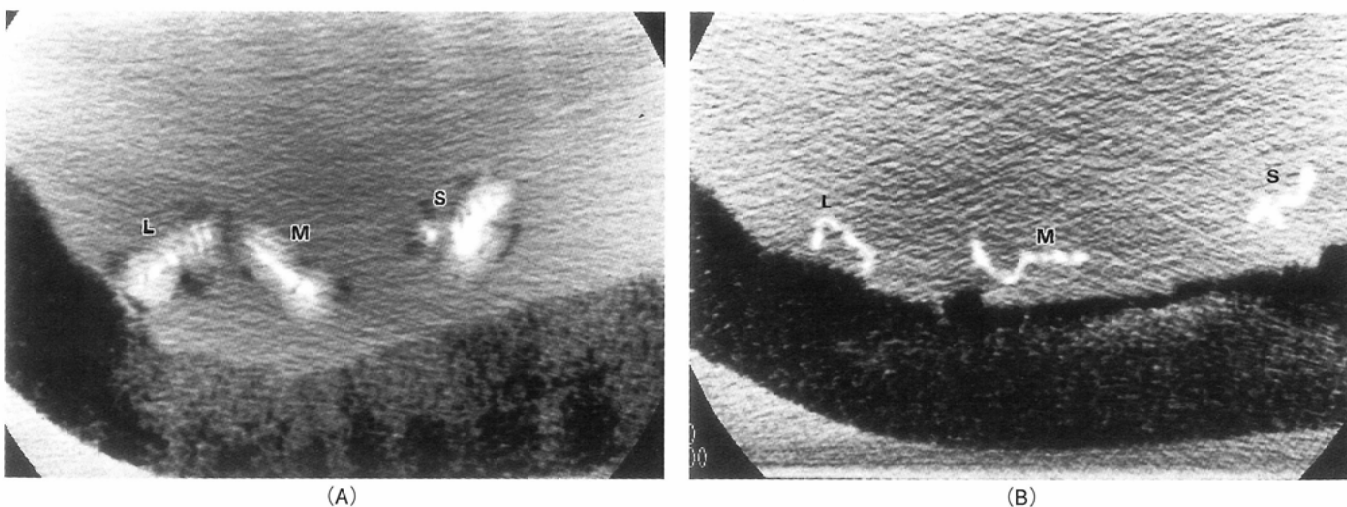


Fig.5 Basic study, by particle diameter, using animal intestines. (A) indicates bovine small intestine, and (B) porcine small intestine. S stands for average particle diameter of $0.7\mu\text{m}$, M for average particle diameter of $3.0\mu\text{m}$, and L for average particle diameter of $10\mu\text{m}$, of barium sulfate preparation. Fine particle of S were found to have a tendency to stick to the intestinal mucosa better than M and L.

認められ、2.0%の方が良好であった。胃および回腸では1.5%と2.0%との間に有意差は認められなかった(NS)。胃、十二指腸、空腸および回腸を比べると十二指腸と空腸でやや不良な傾向があった。バリトプCTは、1.0%と1.5%の間に、またガストログラフィンには、ほぼ1.5%に相当する評価点数であった。

B 充満度

やはりバリウム濃度が上昇するに従って、充満度も良好になる傾向にあった。十二指腸および空腸では、1.5%と2.0%の間に有意差($p < 0.01$)が認められ、2.0%の方が良好であった。胃および回腸では、1.5%と2.0%との間に有意差は認められなかった(NS)。バリトプCTは、1.0%を下まわり、ガストログラフィンには、ほぼ2.0%に相当した。

C 管腔臓器からのアーティファクト

バリウム濃度が上昇するに従って、アーティファクトが強くなる傾向があったが、1.5%と2.0%とでは、十二指腸で有意差($p < 0.1$)が認められ、2.0%の方がアーティファクトの程度が強かった。胃、空腸および回腸では、1.5%と2.0%との間に有意差は認められなかった(NS)。胃から回腸の間では胃、回腸、空腸、十二指腸の順でアーティファクトが強い傾向があった。バリトプCTは、最もアーティファクトが弱く、ガストログラフィンは1.5%および2.0%とほぼ同程度であった。

D 実質臓器へのアーティファクト

これも管腔臓器からのアーティファクトとほぼ同様で、バリウム濃度が上昇するに従って、アーティファクトが強くなる傾向があったが、1.5%と2.0%とでは、肝臓、胆嚢、膵臓、腎臓および脾臓のいずれの臓器についても有意差は認められなかった(NS)。

E 試験薬剤の、検査時での到達遠位端

32検査中回腸遠位が18件と最も多く、回腸中部が8件、回腸近位が5件、大腸が1件であった。1.5%と2.0%で、ほとんど差はみられなかった。

思われた。

ヘリカルでの撮影と従来の方法での撮影とでは、ほとんど差は認められなかったが、周囲の水のCT値の標準偏差に関しては、同じような条件でもヘリカル撮影の方が従来法よりも若干高い傾向が認められた。このことはヘリカル方式に特有のアーティファクトが出現している可能性を示唆していると思われた。

2. 臨床試験

管腔臓器のコントラストおよび脾の輪郭の識別の程度(コントラスト)は、1.5%よりも2.0%の方が良好な傾向が認められた。管腔臓器の充満度も2.0%の方が良好な傾向が認められた。

管腔臓器からのアーティファクト、実質臓器へのアーティファクトともに、1.5%と2.0%とではほとんど差は認められなかった。

1.5%、2.0%ともに、空腸よりも回腸の方がコントラストが良好な傾向にあり、逆にアーティファクトは回腸の方が強い傾向にあった。これは検査2時間前に飲用したバリウムが回腸まで進む間に濃縮されるためと思われる。このことは、骨盤内臓器をみる場合には、上腹部臓器をみる場合よりも低い濃度のバリウム製剤が適していることを示唆している。

今回の検討では検査の約2時間前にもバリウムを飲用しているが、これによって検査時胃液による影響が少し軽減されていると考えられる。実際の臨床では例えば午前中の検査であれば12時間以上絶食していることになり、胃液の量も個人差が大きいので今回の検討よりもばらつきは大きいものと推測される。

飲用後2時間でバリウムが到達する遠位端は回腸の遠位端が多く、1.5%と2.0%との間に差は認められなかった。骨盤部を撮影する場合、これぐらいの濃度であれば、検査2時間前の飲用で検査が可能であると思われた。

まとめ

ヘリカルCT装置を用いてCT用経口硫酸バリウム製剤の基礎的および臨床的検討を行った。

基礎試験では、撮影法や撮影条件を問わず1.5%および2.0%の微粒子製剤が適当と考えられた。

臨床試験では、上腹部臓器を対象とする場合は2.0%がより適当と考えられたが、骨盤部臓器を対象とする場合は、さらに低濃度の製剤が適当であると考えられた。

考 察

1. 基礎試験

バリトプCTおよび2.5W/V%ガストログラフィンとの比較の結果、1.5%~2.0%の濃度が適当であると考えられた。

粒子径では、微粒子($0.7\mu\text{m}$)が適当であると考えられたが、これは粗粒子が短時間で沈降することおよび微粒子は消化管粘膜への付着が良好であることなどが理由であると

文 献

- 河野通雄, 清水雅史, 藤井正彦, 他: 上腹部CT検査におけるCT用経口硫酸バリウム造影剤(SB-CT)の有用性の検討. 基礎と臨床 25: 4651-4664, 1991
- 山田達哉, 河野通雄, 植松貞夫, 他: 腹部CT用硫酸バリウム造影剤の有用性. 日本医放会誌 48: 1381-1390, 1988
- Carr DH, Banks LM: Comparison of barium and diatrizoate bowel labelling agents in computed tomography. Br J Radiol 58: 393-394, 1985
- 佐古正雄, 長谷川正和, 渡辺英明: 腹部CTに対する試作経口造影剤Barium-Polysaccharide Suspensionの有用性. 日本医放会誌 44: 93-95, 1984
- Nyman U, Dinnetz G, Andersson I: An oral contrast medium for use in computed tomography of the abdomen. Acta Radiologica Diagnosis 25: 121-124, 1984
- Megibow AJ, Bosniak MA: Dilute Barium as a Contrast Agent for Abdominal CT. AJR 134: 1273-1274, 1980