

## 胃排出能試験用「バリウム・ボール」の改良

き さ とし ろう<sup>1)</sup> おか の かず あき いわ なり まさ え<sup>2)</sup>  
 木 佐 俊 郎<sup>1)</sup> 岡 野 一 亮<sup>2)</sup> 岩 成 正 恵<sup>2)</sup>  
 さか い やす お み たに とし ふみ お の けい じ<sup>1)</sup>  
 酒 井 康 生<sup>1)</sup> 三 谷 俊 史<sup>1)</sup> 小 野 恵 司<sup>1)</sup>  
 いし だ とおる 徹<sup>3)</sup> こ まつ たい すけ<sup>4)</sup>  
 石 田 徹<sup>3)</sup> 小 松 泰 介<sup>4)</sup>

キーワード：胃排出能，腸管運動，硫酸バリウム，造影能，経管栄養

### 要 旨

アルギン酸カルシウムで被覆され安定で柔軟性があり，細い管腔でも容易に通過する「バリウム・ボール」を簡便・安価・大量に作成できる方法を開発した。内空に硫酸バリウムを含むこの球形の製品は，3例の症例を含むさまざまな臨床試験を行った結果，既報した試作品に比べ造影能も優れ，耐久性もあり，1時間どころか数日以上も腸管内で形態が崩れないと考えられる所見を得た。

咀嚼機能の評価，胃排出能試験，胃食道逆流症や過敏性腸炎，脳障害などさまざまな疾患時の腸管運動の観察に使用できる見込みを得たので，製作法と使い方，製品の保存法を紹介した。

今後，胃瘻造設後の胃排出能低下リスクとその対策，間欠的経管栄養法における胃排出能促進効果の検証，腸管運動作用薬の効果判定，咀嚼の腸管運動促進効果の検討などさまざまな臨床応用が期待される。

### はじめに

脳卒中を罹患した患者は往々にして，嚥下困難・障害を発症しやすく，このような患者は経静脈栄養を含め各種栄養管理下にあり，各々の栄養管理下において胃の運動および排出能に差異が生じることは周知のとおりである。それを目視で確

認することは，患者個々の消化器の状態の状態を把握できるとともに，各種栄養方法選択の一つの指標となり得る。

そこで著者らは放射線下において独自に目視で確認できる「バリウム・ボール」を試作し，一定の臨床応用ができることを報告した<sup>1)</sup>。

しかしながら，既作の「バリウム・ボール」は，胃に長く留まると多少の溶出は防げず形態が変化してしまう（そこに留まっていることは確認できるが），冷え過ぎるとバリウムの粘着能が増し

Toshiro KISA et al.

1) 出雲市民リハビリテーション病院リハビリテーション科

2) 同 薬剤科 3) 同 内科 4) 出雲市民病院内科

連絡先：〒693-0033 出雲市知井宮町238

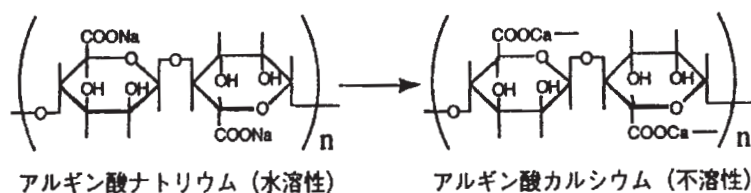


図1 「バリウム・ボール」の製作原理

「バリウム・ボール」を注入の際にチューブ管空に詰まりやすいという難点があった。

今回、製法や形態を一新した「バリウム・ボール」は、上記のような難点を完全に克服できたので、報告する。

### 対象と方法

対象：脳卒中のリハビリテーション患者で摂食・嚥下障害のため胃瘻からの経管栄養中の患者2名。症例1：91歳，男性，発症後4ヶ月の脳梗塞後遺症，他院で胃瘻造設29日後。症例2：83歳，女性，発症後5ヶ月の脳梗塞後遺症，他院で胃瘻造設4ヶ月後。症例3：60歳，男性，S状結腸憩室炎後の腹腔内膿瘍術後7カ月，摂食・嚥下障害はなし。症例1，2は経管栄養の注入速度の目安とする，症例3は腸管の運動能をみる目的と説明し，今回の検査に同意を得た。

#### 方法1. 「バリウム・ボール」の作成

①アルギン酸ナトリウムの5%水溶液（アルロイドG®）5 mlに硫酸バリウム（バリブライトP®）10 gを溶かし，溶液（I）を作る。

②注射用水200 mlに乳酸カルシウム3.2 gを溶かし溶液（II）を作る。

③溶液（I）を21G針付きディスポ注射器に入れ，溶液（II）に1滴ずつ滴下し1～3分ほど待つと直径2 mmの球型のアルギン酸カルシウムにコーティングされた「バリウム・ボール」ができあがる。18G針でこの操作を行うと直径3.5

mmの「バリウム・ボール」を作れる。この製作原理は図1に示すように，人工イクラの作り方と同じコアセルベーション法（マイクロカプセル作製法の一つ）である。

#### 方法2. 「バリウム・ボール」の安定性の確認試験

作成後，室温で1.6%乳酸カルシウム水溶液に入れて保管，検査のために容器ごと関連病院に持ち出すなど，衝撃等の環境変化に耐えることが可能かどうか，4週間経過しての「バリウム・ボール」の状態を評価した。

#### 方法3. 胃排出能試験

「バリウム・ボール」40個を増粘剤（「トロミパーフェクト」1 gを微温湯100 mlに溶かしたものにパラパラとまぶし，おたまじゃくしの卵様にする。次にこれを100 ml注射筒（シリンジ）に移し，経管から胃腔内にゆっくり注射筒で押し込み（図2），その直後と引き続く2枚目以降の



図2 「バリウム・ボール」の胃瘻カテーテルからの注入試験



図3 「バリウム・ボール」による胃排出能試験

胃瘻カテーテルを通じて胃腔に注入した直後(左), 25分後(真ん中), 50分後(右)

X線写真を撮り, 胃腔内に「バリウム・ボール」が何個とどまっているか, その割合(%)を算出し, 胃排出能を推定した(図3)。

#### 方法4. 咀嚼・嚥下試験(図4)

「バリウム・ボール」40個を玄米にまぶした"食物"を, 15秒間咀嚼し嚥下してもらい, 1分後の食道・胃のX線写真を撮り, 咀嚼前の口腔内に保持されている状態のX線写真とでバリウム・ボールの先進部位や残留部位・状態をみる。砕けていないバリウム・ボールの数を数え, 砕けたバリウム・ボールの形態やX線造影状態を確認する。

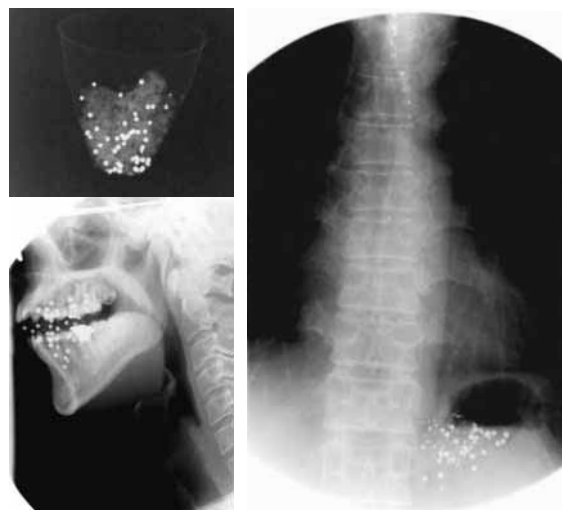


図4 咀嚼嚥下試験

左上の食物にまぶした「バリウム・ボール」40個の砕け割合(%)を評価

## 結 果

- 1) 室温において安定な弾力性のある少々押しつぶれない球体の「バリウム・ボール」を生成することができた。
- 2) 作成してから4週間以上経過しても形態・性状に崩れも変化も無かった。
- 3) 狭い管腔でも軽い圧による押し込みで容易に胃腔に注入が可能であった。
- 4) 温度変化によるカテーテルの詰まりが解消できた(図2, 症例2)。
- 5) 従来の“硬質バリウム・ボール”よりも安価

に製作でき, 40粒の材料費が硬質50~130円に対して今回の軟質は15円であった。

- 6) 製作過程が短時間かつ簡単であった。硬質が2~3日かかるのに対して軟質は1時間ですんだ。
- 7) 一度に大量の「バリウム・ボール」が製作できた。硬質が1回に120粒に対して軟質は1回に600粒製作できた。
- 8) 消化管において, 1時間以上の造影能が維持

できた。

- 9) 胃排出能試験において、有効に使用できることが判明した。図3に症例1で行った結果を示す。胃腔に注入50分後にもなお胃腔に21個残っており胃内残存率52.5%であった。
- 10) 15秒間の咀嚼後にも砕けずに食道～胃に達した「バリウム・ボール」は20個で、咀嚼による粉碎率は50%であった。

## 考 察

胃排出能検査はこれまでさまざまな方法で行われているが、嚥下障害があつて経口禁の経管栄養者に行える適当な方法がないのが現状であった。アセトアミノフェン1.5 gを経管投与後の反復採血による血中濃度変化から間接的に胃排出能を推定する方法の報告<sup>2)</sup>があるが、アセトアミノフェンの副作用のリスクが懸念されるのも難点の一つである。また、通常バリウムを経管注入した場合、食道注入のほうが胃注入より速く小腸をバリウムが先進していたという1例報告<sup>3)</sup>がある。藤中ら<sup>4)</sup>は多数例に、固形化栄養剤にバリウム造影剤を混入させて胃排出能をみているが、通常の高濃度バリウムは消化管運動に刺激的に働き過ぎ、生理的な検査とは言いがたい。

これに対し、刺激性が少ない生理的な方法として、バリウムが入ったリング状のマーカ―を内服し全消化管の移送能をみるマーカ―法<sup>5)</sup>がある。しかしながら、これは米国社製品であり輸入が困難である。

一方、国内では田中ら<sup>6)</sup>が直径2 mmのバリウム粒子を作成し、これを20個含有した胃溶性カプセル2個を少量の水とともに内服させ、胃内でカプセルが溶解しバリウム粒子が計40個放出される仕組みで、腸管運動能評価の臨床応用をしている。

このバリウム粒子は砂糖を芯として表面をメチルセルロースで固めて作製し、胃液内で3時間後も崩壊は認めなかったという。しかし、作成方法が殆ど記載されていない。

そこでわれわれはだれでも容易に作れる方法を模索してきて、このたび使いやすくて安定な「バリウム・ボール」の開発に成功した。われわれの既作品の材料となる「タピオカ・ボール」が当院の医療圏域では良質かつ均一なものが入手し難かったが、今回の新法ではこのような苦労が不要となった。また、「バリウム・ボール」1粒にかかる単価が既作品に比べ1/3ないし1/9の低費用となり、製作も数日要していたのが1時間に短縮した。バリウムのような非イオン性造影剤は温度が低いと粘性が増し、「タピオカ・ボール」に塗布し難く、またチューブ内で詰まりやすかったが、新作の「バリウム・ボール」ではこうした難点が全く解消された。しかも、新作の「バリウム・ボール」には弾力性があり、ボールの直径2 mmより狭い管空でも容易に通過することがわかった。押しても歯で噛んでもつぶれ大きくバラけることもない。今後、咀嚼と消化管蠕動運動との関係などみていくことにも役立つと思われる。今後、この製品を使用して、食道、胃、十二指腸、小腸、大腸など消化管の機能性疾患の消化管運動能の検査や薬物療法の効果の検討もしやすくなると考える。

とくに、我々は胃瘻形成術後の胃排出能低下の有無に関心を寄せており、既にこの点を示唆する先行研究を行っている<sup>7)</sup>。それによると、胃瘻形成群のほうが間欠的経口経管栄養 (IOC) 群に比べて有意に胃排出能が低下していた。一方、PEG増設4週後の経皮的胃電図<sup>8)</sup>で運動能、アセトアミノフェン法<sup>9)</sup>で胃排出能の両方をPEG造設術

前の経鼻胃管栄養法状態と造設1か月後との間で比較して、とくに低下はなかったという報告もある<sup>10)</sup>。これは間接法と直接法という方法の違い、経鼻経管栄養群と胃瘻群という比較対象の違いがある。さらに、木佐らの既報告では胃瘻造設後から長期間経過している症例が大多数を占め胃排出能が遅延していたためとも考えられる。小川ら<sup>11)</sup>は胃瘻造設が長期間になると胃排出時間は有意に低下すると報告しており、われわれは現在、この「バリウム・ボール」を使用して胃瘻作成前と後での胃排出能の追跡研究に入ったところである。

われわれリハ医療関係者の前には、胃食道逆流症の患者など胃排出能も低下している症例も数多く、摂食・嚥下障害のリハ方針を立てる上で、個々の症例での消化管運動能を知っておく必要に迫られる。われわれの開発した「バリウム・ボール」が、さまざまな臨床場面で役に立てば幸いである。

謝辞：開発にあたり島根県産業技術センターの米田和彦氏、杉中克明氏のご助言・ご示唆があったことを記し、厚く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 岡野一光, 木佐俊郎, 酒井康生, 岩成正恵: 胃排出能試験用「バリウム・ボール」の試作. 島根医学 29(3): 41-44, 2009
- 2) 鈴木美保, 才藤栄一, 馬場 尊 ほか: 間歇的経管栄養法と経鼻胃管栄養における胃排出能の測定. 第36回日本リハビリテーション医学会抄録集. 1999
- 3) 塚本芳久, 藤田あをい ほか: 間欠的口腔食道経管栄養実施時における消化管運動のX線透視画像: 経鼻経管栄養との比較. 臨床リハ 5(5): 511-14, 1996
- 4) 藤中裕香里, 酒井真澄, 村上匡人 ほか: 固形化栄養剤投与における胃排出状態の変化の検討—OS-1の胃排出機能に対する有効性—. 在宅医療と内視鏡治療11(1): 92-97, 2007
- 5) 中田浩二, 羽生信義, 青木照明: X線不透過マーカーを用いた消化管運動機能検査. 臨床外科57(4): 425-430, 2002
- 6) 田中文彦, 中崎 薫, 須藤 訓 ほか: バリウム粒子を用いた腸管排出機能検査法の開発—その基礎的検討と臨床的有用性—. 滋恵医誌 2004; 119: 63-75
- 7) 木佐俊郎, 酒井康生, 岡野一光, 岩成正恵: 脳卒中患者の摂食・嚥下障害における間欠的口腔カテーテル栄養法 (IOC) と胃瘻の使い分け —経口摂取転帰と胃排出能の比較—. 脳卒中32(1)41-47, 2009
- 8) 佐治重豊, 平岡敬正, 石川 亨: 胃電図. 臨床外科57(4): 431-435, 2002
- 9) Harasawa S, Tani N, Suzuki S et al: Gastric emptying in normal subjects and patients with peptic ulcer. A study using the acetaminophen method. J gastroenterol 14: 1-10, 1979
- 10) 小野博美, 大滝秀穂: 胃瘻固定がPEG造設後の胃通過能および胃排出能に及ぼす影響. 在宅医療と内視鏡治療8(1), 5-7, 2004
- 11) 小川滋彦, 鈴木文子, 森田達志 ほか: 経皮内視鏡的胃瘻造設術の長期観察例における問題点—呼吸器感染症と胃排出機能における検討—. Gastroenterol Endosc 34: 2400-2408, 1992