

当院栄養課の寒天による固形化経腸栄養剤の調理法，粘度及び硬さの検討（第1報）

と だ ひろ とし なか はし よう こ
 戸 田 博 敏¹⁾ 中 橋 陽 子²⁾
 いし はら みやこ た の しゅん べい
 石 原 京¹⁾ 田 野 俊 平¹⁾

キーワード：寒天，固形化栄養，胃瘻，粘度，破断強度

要 旨

【背景】胃瘻栄養の合併症である胃食道逆流，瘻孔の漏れに対し固形化経腸栄養剤が用いられる。【目的】当院栄養課の胃瘻用固形化経腸栄養剤（寒天食）の調理法，粘度及び硬さを検討した。【方法と結果】1)調理手順をデジタルカメラで撮影し，調理のポイントである寒天溶液とCZ 2.0（液体経腸栄養剤）との混合，加温，及び出来上がりの保存の仕方が適切か確認した。2)固形化栄養剤の定義「重力に抗してその形態が変化しない」を目視で確認した。3)粘度はCZ 2.0寒天食，白湯寒天食をシリンジから押し出しゾル様にし，B型粘度計で3回測定し，平均値は各々，2,900，2,600 mPa・sであった。4)破断強度（硬さ）：MB 1.5（液体経腸栄養剤）寒天食，CZ 2.0寒天食，水寒天食の破断強度をレオメーターで3回測定し，平均値は各々，8,027，12,500，1,167 N/m²であった。【結論】寒天食の調理法，出来上がりは，妥当と考えられた。粘度は予想外に低値であった。寒天食が固形であることが胃瘻栄養の合併症予防に重要な役割を果たしていると考えられた。

はじめに

液体経腸栄養剤による胃瘻栄養の機械的合併症として胃食道逆流による嘔吐と誤嚥性肺炎，胃瘻チューブ周囲からの漏れによる皮膚障害が知られている^{1,2)}。近年，その有用な対策として液体経腸

栄養剤の粘度を増した半固形栄養剤²⁾，あるいは寒天による固形化栄養剤（以下寒天食）が報告されている¹⁾。半固形とは，液体と固体の両方の属性をもつ物質で，液体より個体に近い半流動体と定義され，物性として通常B型粘度計で粘度が測定される²⁾。対して固形の定義は栄養剤をゲル化し「重力に抗してその形態が変化しない」ものとされる¹⁾。

寒天食を均一に固形化するために調理上，次の

Hirotoishi TODA et al.

1) 公仁会鹿島病院医療部 2) 同 栄養課

連絡先：〒690-0803 松江市鹿島町名分243 - 1

注意点がある。寒天溶液と混合する経腸栄養剤はあらかじめ人肌程度に加熱しておく。粉末寒天は、水に入れて馴染ませ、加熱前に混合する。

調理から注入まで24時間以上間隔がある場合は、冷蔵保存する¹⁾。

寒天ゲルの物性としては破断特性 (破断応力, 破断歪み, 破断エネルギー) を測定した報告がある³⁾。寒天食に臨床上的有用性を期待するためには、調理が適切であること、及び物性を確認することは重要である。

方 法

1) 調理

寒天食の調理の様子を各段階、デジタルカメラで撮影し、前述した寒天食調理上の注意すべき3点を守っているか確認した。湯煎したCZ 2.0の温度を寒天溶液と混合直前にデジタル温度計で測定した。

2) 固形化栄養剤の定義

出来上がった寒天食が前述した固形化の定義を満たしているか目視で確認した。

3) 粘度を森永乳業栄養科学研究所で測定した。

【試料の調製】

試料 a : CZ 2.0 (市販の液体経腸栄養剤・株式会社クリニコ製) を原料にした寒天食 (CZ 2.0 寒天食)。

CZ 2.0, 200 ml を湯煎で60 に加熱した。

白湯 100 ml に「介護食用寒天」(伊那食品工業製) (以下粉末寒天) 1.74 g を添加し、加熱しながら攪拌した。

寒天が完全に溶解し液が透明になったら、蒸発した分の水分 (5 g 弱) を添加した。

の寒天溶液に の CZ 2.0 を添加し、よく混合した。

50 ml シリンジに分注し、一晚冷蔵保管した。

試料 b : 白湯を原料にした寒天食 (白湯寒天食) 白湯 200 ml に粉末寒天 1.16 g を添加し、加熱しながら攪拌した。

粉末寒天が完全に溶解し液が透明になったら、蒸発した分の水分 (5 g 弱) を添加した。

混合後、50 ml シリンジ (型番 : ss-50 ESz・テルモ社製) に分注し、一晚冷蔵保管した

【粘度の測定】

測定にはB型粘度計 (TVB-10型粘度計・東機産業), シャフトは一番径が細く、高粘度測定に適した No. M4 を使用した。条件は室温 (22~23), ローター回転速度 12 rpm, 粘度測定値は2分後の示度とした。

一晚冷蔵保管した各試料を室温で数時間静置した後、所定の速度 (a : 50 ml/10秒, b : 50 ml/7秒) でゲル状の寒天食をシリンジ (筒先の形状 : 外径約 4 mm, 内径約 2 mm, 長さ約 15 mm) から用手的に押し出しゾル様に破碎して粘度を測定した。

4) 破断強度を明治乳業食品開発研究所で測定し、「硬さ」の指標とした。

【試料の調製】

液体経腸栄養剤 MB 1.5 (メイバランス® 1.5Zcs ジクス・明治乳業株式会社製) 及び CZ 2.0 それぞれ 200 ml 用意した。次に、水 100 ml をそれぞれに加えて、粉末寒天 1.74 g を添加した。白湯寒天食の原料として水 200 ml に粉末寒天 1.16 g を添加したものを用意した。

90 5分間で攪拌溶解させた。冷蔵庫で5時間冷却した後、常温 (約20) に戻した。

MB 1.5, CZ 2.0, 水を原料にして で作成したゲル状の MB 1.5 寒天食, CZ 2.0 寒天食, 白湯寒天食を専用のカップ (高さ 15 mm,

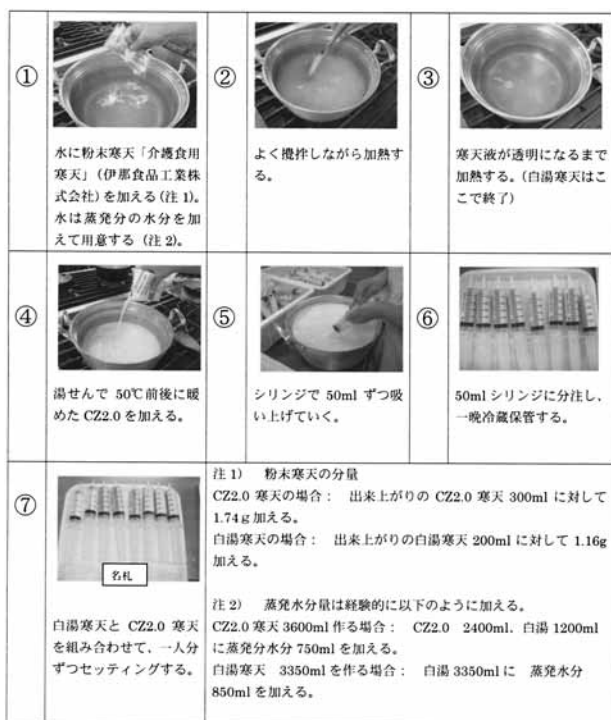


図1 CZ 2.0 寒天食, 白湯寒天食の作り方の手順

直径 40 mm) に充填し, 破断強度を測定した。

【破断強度の測定】

機器 RHEONER RE-3305 (YAMADEN), ロードセル 2 kgf, アダプタ直径 20 mm 円形を使用し測定速度 10 mm/sec, 歪曲率 66.7%とした。

結 果

1) 調理法

寒天食調理上の注意すべき3点のうち については, 湯煎で暖めた CZ 2.0 の温度は 48.7 で人肌程度 (35~40) よりは高かった。残りの2点 はいずれも守られていた (図1)。

2) 固形化栄養剤の定義

寒天食の出来上がりは白湯寒天食, CZ 2.0 寒天食 (図2) いずれもプリン状を呈しており, 固形化栄養剤の定義を満たしていた。

3) 粘度

粘度を3回計測し, 平均値はそれぞれ CZ 2.0

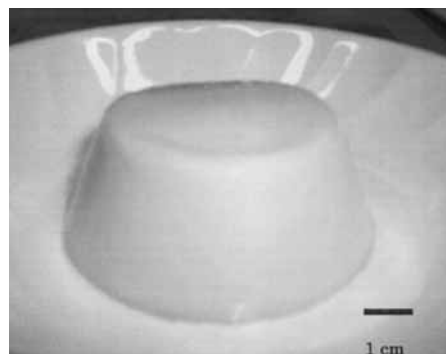


図2 出来上がりのCZ 2.0 寒天食

表1 ゴル様にした寒天食の粘度

試料	測定回数 回	粘度 mPa・s
a	1	2,700
	2	2,800
	3	3,200
	平均	2,900
b	1	2,300
	2	2,600
	3	2,900
	平均	2,600

試料 a: CZ2.0 寒天食をシリンジから押し出しゴル様にしたもの
試料 b: 白湯寒天食をシリンジから押し出しゴル様にしたもの

寒天食は平均 2,900 mPa・s, 白湯寒天食は平均 2,600 mPa・sであった (表1)。

4) 破断強度

試料の調整で経腸栄養剤と水と粉末寒天を一度に同時に混ぜて90度に加温しており当院栄養課の手順とは異なっていた。

MB 1.5 寒天食, CZ 2.0 寒天食及び, 白湯寒天食の破断強度を3回計測し, 平均値はそれぞれ 8,027, 12,500, 1,167 N/m²であった (表2)。

考 察

当院は180床の完全型療養病床であり, 胃瘻からの経腸栄養を受けている患者は多い。2007年5月24日現在, 入院176人中, 経管栄養109人, その

表2 寒天食の破断強度

試料	測定回数 回	破断強度 N/m ²	歪曲率 %
MB1.5	1	6925	60
	2	8641	58.67
	3	8516	58.67
	平均	8027	59.11
CZ2.0	1	12540	60
	2	12260	61.33
	3	12700	60
	平均	12500	60.44
白湯	1	9982	60
	2	13850	63.33
	3	11200	56.67
	平均	11677	60

MB1.5: MB1.5 寒天食

CZ2.0: CZ2.0 寒天食

白湯: 白湯寒天食

うち胃瘻は55人である。液体経腸栄養剤による嘔吐、誤嚥、胃瘻周囲からの漏れのある症例に寒天食を処方している。当院の寒天食が固形化栄養剤の条件を満たしていなければ、患者様に投与しても効果が期待できない。今回、栄養課の提供する寒天食の調理法は妥当であり、出来上がりも固形化栄養剤の定義を満たしていることが確認できた。

1) 調理法

寒天食調理上の注意すべき3点については液体経腸栄養剤を冷たい状態で混合すると不均一に冷却されることにより、固形化が不均一になるのを防ぐためであり、今回の測定で湯煎されたCZ2.0の温度は48.7℃で人肌程度(35~40℃)よりは高かったが均一に固まっており特に問題ないと考えられた。は粉末寒天を加熱後の湯に入れると「ダマ」になり溶解が困難になるのを防ぐためである。は調理から注入まで24時間以上間隔がある場合は、衛生上の問題から冷蔵保存すべきとされ¹⁾、いずれも守られていると判断した。

2) 固形化栄養剤の定義

寒天食はプリン状を呈しており固形化栄養剤の定義を満たしていた。当院栄養課の提供する寒天食は、妥当なものと判断できた。

3) 粘度

試料の調整でCZ2.0は湯煎で60℃まで加温しており人肌程度(35~40℃)および当院の48.7℃よりは高かったが、寒天食は均一に固まっており、特に問題ないと判断した。

粘度は、試料に流動性がないと測定できないので、ゲル状の寒天食をシリンジから押し出しゾル様にして測定した。寒天食は実際に胃瘻チューブから投与する時はゾル様である。

粘度の測定結果に多少のバラツキが認められた。粘度は本来均一な組織の液状食品等の物性を評価するための指標である。ところが、寒天ゲルを、シリンジで押し出し破碎すると、離水し、完全に均一な液状組織にはならなかった。今回の粘度を測定した試料をゾルではなくゾル様と表現したのはこのためである。

市販の液体経腸栄養剤の粘度は1~10 cPである²⁾。一般の半固形化食材であるマヨネーズの粘度は45,000 cPであり、また、粘度調節したバリウム製剤を胃瘻からの短時間注入した検討では胃食道逆流を防ぐには20,000 cP以上を推奨している報告もある³⁾。CZ2.0寒天食、白湯寒天食ともおよそ2,000~3,000 mPa·sであり、予想外に低い値であった。ゾル様にした寒天食の粘度は液体経腸栄養剤より明らかに高いわけであるが、半固形の推奨粘度より低い。寒天食が20,000 cP以上の半固形栄養剤と同等あるいはそれ以上に臨床上有用であるか比較試験が望まれる。ゾル様にした寒天食が半固形栄養剤より低値の粘度で、半固形栄養剤と同等以上の臨床上的有用性があるとすれ

ば、液状ではなく一定の形状を保っている破砕物の集まりであることに起因すると考えられる。なお、 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ (ミリパスカル秒) = cP (センチポワズ) である。

4) 破断強度測定による「硬さ」の評価

今回、CZ 2.0 と MB 1.5 の2種類の液体経腸栄養剤を原料にした寒天食の破断強度を測定したところ、CZ 2.0 寒天食が MB 1.5 寒天食より硬い傾向にあった。寒天の硬さに影響を及ぼす要因としては、寒天の濃度、温度、凝固容器の大きさ (直径、高さ) がある⁴⁾。また、寒天にショ糖、粉アメを添加すると寒天ゲルの強度は増加し、中鎖脂肪酸からなるトリグリセリドの添加濃度上昇に伴い強度が低下する報告もある³⁾。CZ 2.0, MB 1.5 の成分表によれば 100 ml に含まれる糖質はそれぞれ 29.6 g, 21.7 g で、脂質はそれぞれ 5.6 g, 4.2 g である。これらの成分の違いが CZ 2.0 寒天食と MB 1.5 寒天食の破断強度の違いをきたした要因の一つと思われる。寒天食の原料となる液体経腸栄養剤によって、その成分の種類と濃度も考慮し、使う粉末寒天の量を調整する必要がある。

胃瘻による経腸栄養管理中の患者を対象に造影剤を混入した栄養剤を投与し胸部 CT で胃食道逆流の頻度を評価し、経腸栄養剤の固形化により胃食道逆流が有意に減少した報告がある⁴⁾。破砕してゾル様にした寒天食の物性は破砕前の物性に影響を受ける。破砕前つまりゲル状の寒天食の破断強度がどの程度であれば胃食道逆流の予防に適切か、また破断強度が胃食道逆流に關与する要因の一つかは明らかではないが、硬さは重要な要素と考えられる。硬さを明示した寒天食で臨床効果の有用性を評価することが望まれる。

我々の調べた範囲では、寒天ゲルの粘度、破断特性が記された文献はあるが^{3,5)}、近年一般に市

販されている医療介護用の液体経腸栄養剤を原料にした寒天食をシリンジから押し出しゾル様にしたときの粘度あるいはゲルの硬さ (破断強度) を評価したのは今回の我々の研究以外はみあたらなかった。また、胃食道逆流、胃瘻孔からの漏れに關与する栄養剤の物性は粘度、硬さだけでなく他の因子が複雑にからんでいる可能性も考えられる。1例を上げれば、リング法による広がり係数がある。これはテクスチャーの面から飲み込みやすさの評価に用いられている⁶⁾。飲み込むことと逆流することは相反する事象であるが胃の中の広がりやすさも逆流のしやすさと關連するかもしれない。臨床評価も含め今後の検討課題と思われる。

5) 本研究の限界

固形化栄養剤の言葉の定義のあいまいさ

物性についてある程度的を絞った研究では、固形化栄養剤であると判断できる条件として、栄養剤をゲル化し“重力に抗してその形態が変化しない”だけでは不十分のように思われる。容量、形状、温度などの条件を付記したほうがより正確であり、必須といえる。

レシピの再現性

粘度測定の試料は、当院栄養課の示したものに沿って作成されたので、理論上は当院栄養課が作っている寒天食と同じ物性をもつはずである。破断強度測定の試料作成は当院栄養課の手順と比較して粉末寒天の分量は同じであったが温度管理と手順では異なっていた。いずれの試料も測定場所、作成した人、調理器具、一度に作る量は栄養課のそれとは異なる。粘度、破断強度とも当院で作成した寒天食を試料にして同一施設で再測定することが望まれる。

ま と め

当院栄養課が提供する寒天食の調理法は適切で、出来上がった寒天食が固形化栄養剤の定義を満たしていることを確認できた。また、ゲル状の寒天食をゾル様に破碎して粘度を測定した。更に、寒天食の「硬さ」の指標として破断強度を測定した。物性測定した試料の再現性には問題があ

り当院栄養課で作られた寒天食で時間、温度管理した上で再測定が望まれる。

尚、本稿の要旨は第14回日本療養病床協会全国研究会京都大会で発表した。

この研究にあたり物性の測定に協力いただいた森永乳業科学研究所及び明治乳業食品開発研究所に深謝いたします。

文 献

- 1) 蟹江治郎：寒天を利用した固形化経腸栄養剤の知識と実践. Nutrition Support Journal 13: 11-15, 2004
- 2) 合田文則：半固形栄養剤 (食品) による胃瘻からの短時間注入法. 経腸栄養. 106(6): 757-762, 2005
- 3) 松本直子, 大谷貴美子：MCTおよび粉アメ添加寒天ゲルの特性. 家政誌, 40(1): 75-80, 1989
- 4) 蟹江治郎：胃瘻PEG合併症の看護と固形化栄養の実践. 日総研, 名古屋, pp126-129, 2004
- 5) 和田淑子, 大越ひろ：管理栄養士講座 健康・調理の科学 おいしさから健康へ (初版). 建帛社, 東京, pp90-91, 2004
- 6) 大越ひろ：食介護の視点からみた高齢者の栄養管理 (2). 臨床栄養, 96(2): 109-112, 2000