

高pH人工胃液下における経管栄養剤の増粘剤添加後の粘度変化

田所 加奈^{*1}・山本 亜衣^{*1}・西村 拓^{*2}・井上 由紀^{*2}・
隈本 伸生^{*2}・巴 美樹^{*1}

^{*1}九州女子大学・家政学部・栄養学科 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-1 (〒807-8586)

^{*2}小倉記念病院 北九州市小倉北区浅野3丁目2-1 (〒802-8555)

(2019年10月31日受付、2019年12月18日受理)

【要旨】

一般社団法人平成紫川会小倉記念病院（以下小倉記念病院）は心臓外科や循環器内科を有する北九州市最大の病院であり虚血性疾患や脳血管疾患などの循環器疾患の入院患者が多い。その再発予防のためアスピリンを内服しており、その影響による消化管出血のリスクを抑えるためにプロトンポンプ阻害剤（以下PPI）が処方されている。PPIは胃酸の分泌を低下させるため、胃内pH値は高くなり、経管栄養剤投与患者においては、ペクチン含有経管栄養剤の半固形化を阻害し、逆流による誤嚥性肺炎や下痢による低栄養を引き起こし、感染症の発症など生命予後の悪化が懸念されている。そこで本研究では経管栄養剤に増粘剤を添加し、人工胃液による再現を行い、粘度変化について検討した。

PPI内服患者の胃内を想定した人工胃液条件下にて、ペクチン非含有経管栄養剤に増粘剤を添加すると10分後には均一に粘度が500mPas/sec以上上昇した。このことからPPI内服患者には増粘剤の利用が有効であることが示唆された。これら *in vitro* の結果から、今後は臨床現場で実際に応用することを検討し、経管栄養剤投与時の逆流による誤嚥性肺炎を防ぐよう取り組んでいくことが重要な課題である。

1. 研究の背景と目的

2016年における日本慢性期医療協会が発表した報告書によると、経管栄養は約6割の医療機関で実施されている¹⁾。経管栄養法は、管の挿入経路により、経鼻胃管、胃瘻、腸瘻栄養法に分けられるが、同報告書によると医療機関では胃瘻経管栄養が41.2%、経鼻経管栄養が34.3%、腸瘻経管栄養は0.9%実施されている¹⁾。一方、経管栄養法はその合併症として腹痛や嘔吐、下痢や便秘などが挙げられるが、最も重篤なものに誤嚥性肺炎がある²⁾。誤嚥性肺炎は厚生労働省がまとめた報告書によると平成29年度において死因の第7位であり、その死亡者数は35,788人となっている³⁾。また、経管栄養法を行っている患者の死因の48.8%は肺炎・呼吸不全とされている⁴⁾。誤嚥性肺炎の発症には様々な要因がある。胃食道逆流による誤嚥性肺炎では、嚥下機能の障害によって口腔内の汚染物質が気道へ流れて起こる場合⁵⁾ や、下部食道括約筋（LES）機能の障害のために胃内容物が咽頭・口腔内へ逆流し、気道に入り引き起こされる場合⁶⁾ などが原因として挙げられる。

胃瘻経管栄養における最も発生頻度の高い合併症の1つに下痢がある。浸透圧の高い栄養剤を投与することにより、小腸上皮の毛細血管から腸管腔内に水分が移動し、腸粘膜での水分再吸収のアンバランスが起こることで腸蠕動が亢進し、高浸透圧性の下痢を生じる場合や、腸の粘膜が萎縮した状態で、急速に大量の栄養剤が投与されることにより、消化管は対応しきれずに下痢を起こす場合などがある⁷⁾。これらの予防として栄養剤を半固形化し投与する半固形化栄養法があり、合田らの研究⁸⁾ によると、半固形化法によって液体栄養剤症候群が予防でき、胃瘻患者のQOLが向上することが報告されている。また、合田らは胃食道逆流を予防するためには20,000mPas/sec程度の粘度が必要と報告し⁸⁾、その手法に従い半固形化栄養法を試みている臨床現場もみられる⁹⁾。しかし、液体と固体の混在した溶液を濾過して残渣のみを測定するなど、実際の胃内環境とは大幅に異なる条件で粘度を測定していることが課題とされている。

これらの背景に伴い、近年では胃酸による低pH環境下で半固形化するペクチン含有経管栄養剤の半固形化療法が広く用いられるようになった。しかし、栄養剤の半固形化に関する論文のうち、薬剤投与による影響や加齢に伴う胃液分泌低下を考慮した研究はほとんどみられない。また、通常の胃液分泌を想定した報告でも経管栄養のリスクを予防するための栄養剤の粘度の基準や粘度変化のメカニズムが確立されていないこ

とから、今回、小倉記念病院との共同研究を行うこととした。小倉記念病院では心疾患や脳血管疾患の入院患者が多く、抗血小板作用を有するアスピリン内服に伴う出血のリスクを抑えるためにPPIが処方されている。PPIは胃酸の分泌を低下させるため、胃内pH値は上昇し、低pH環境下での経腸栄養剤の半固形成を阻害することによって、下痢による低栄養状態や逆流による誤嚥性肺炎を起こしやすくなっている。

そこで本研究では、小倉記念病院で使用されているペクチン含有のハイネーゲルと非含有のアイソカルサポートを用いて、健常者の胃内とPPI内服患者の胃内を想定した人工胃液条件下にて実際の投与方法を再現しながら *in vitro* 実験を行った。2つの栄養剤の人工胃液内での粘度変化を測定後、増粘剤添加によりPPI内服患者の下痢や逆流を予防できる粘度500mPas/sec^{9) 10)} になっているか否かを測定し、経腸栄養剤の調整条件を検証する。

II. 方法

(1) 経管栄養剤と添加剤

経管栄養剤：ペクチン含有経管栄養剤ハイネーゲル（以下、ハイネーゲル）（株式会社大塚製薬工場）（0.8kcal/ml）¹¹⁾、ペクチン非含有経管栄養剤アイソカルサポートバック（以下、アイソカルサポート）（ネスレヘルスサイエンス）（1.5kcal/ml）¹²⁾ を用いた。この2種の栄養剤の特徴として、ハイネーゲルは大豆ペプチド、コラーゲンペプチドを使用した消化態の経管栄養剤である。増粘多糖類には、ペクチン（0.9g/100kcal）を使用しており、pHの低下で液体からゲル状に流動性が変化する性質がある。アイソカルサポートは、ハイネーゲルに比べ1.78倍のタンパク質が含まれており、脂質は3.8倍含まれている。このことから、心臓疾患系の患者には水分制限があるため、少量で高エネルギーが摂取できるアイソカルサポートはハイネーゲルより適している。また、ハイネーゲルには含まれていないガラクトマンナンであるグアーガム分解物が4.4g配合されている¹²⁾。

表1. 今回使用した経管栄養剤の成分（100ml当たり）^{11), 12)}

メーカー	商品名	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	糖質 (g)	食物繊維 (g)	ナトリウム (mg)	カリウム (mg)	カルシウム (mg)	リン (mg)	鉄 (mg)	食塩相当量 (g)
大塚製薬 (株)	ハイネーゲル	80	3.2	1.8	12.3	1.1	133	125	47	66	0.47	0.34
ネスレ日本 (株)	アイソカルサポート	150	5.7	6.9	15.3	2.2	135	120	113	120	1.5	0.35

表2. 今回使用した経管栄養剤の原材料^{11), 12)}

メーカー	商品名	原材料
大塚製薬 (株)	ハイネーゲル	マルトデキストリン、大豆タンパク酵素分解物、コラーゲン加水分解物、植物油、中鎖脂肪酸トリグリセライド、酵母、コンブエキス、増粘多糖類、リン、ピロリン酸Na、塩化K、調味料、リン酸Ca、V.C、水酸化K、ロイシン、バリン、メチオニン、イソロイシン、結晶セルロース、酸化Mg、トリプトファン、ヒスチジン、香料、V.E、ナイアシン、ピロリン酸鉄、パントテン酸Ca、V.B ₆ 、V.B ₁ 、V.B ₂ 、V.A、葉酸、V.K、V.D
ネスレ日本 (株)	アイソカルサポート	デキストリン、カゼインカルシウム（乳由来）、大豆油、食物繊維（グアーガム分解物）、食塩、酵母、カゼインNa（乳由来）、乳化剤、クエン酸Na、リン酸K、塩化K、水酸化K、安定剤（カラギーナン）

添加剤は乳酸カルシウム（以下、乳酸Ca）（吉田製薬株式会社）を用いた。また、増粘剤はネオハイトロミール（株式会社フードケア）を用いた。ネオハイトロミールの特徴として、原材料のデキストリンの作用によりとろみがつくスピードが速く、またキサンタンガムの作用によりとろみの安定性が高い¹³⁾。また、他の増粘剤にない成分として乳酸Caが含まれており¹³⁾ その乳酸Caが及ぼす影響としてゲル化が安定することと、ゲルの粘弾性が向上することが挙げられている¹⁴⁾。

(2) 試薬

日本薬局方崩壊試験法により調整し、以下の①と②を用いた。

①人工胃液 I (通常の胃内 pH1.2)¹⁵⁾

塩化ナトリウム2.0gに塩酸7.0mlおよび水を加えて溶かし1,000mlに調整した。

②人工胃液 II (PPI内服患者の胃内 pH6.8)^{15) 16) 17)}

0.2mol/Lリン酸二水素カリウム試液250mlに0.2mol/L水酸化ナトリウム溶液118mlおよび水を加えて、1,000mlに調整した。

(3) 測定機器

コンプレート型回転粘度計 E型¹⁸⁾ (RVDV-II+PCP)

(4) 測定条件

回転数3rpm¹⁷⁾、スピンドルS41、37°Cで回転させ、10分毎の粘度を経時的に0～60分まで測定した。

(5) 実験試料

実際に小倉記念病院で使用されている経管栄養剤の調整方法を想定し、実験試料として表3に示した。ハイネイゲルはA:人工胃液 I、B:人工胃液 II、C:人工胃液 IIに乳酸Caを添加した条件で実施した。次に、アイソカルサポートではD:人工胃液 IIとE:人工胃液 IIに添加剤として乳酸Ca、F:1%ネオハイトロミール、G:乳酸Caと1%ネオハイトロミールを用いた条件で実施した。試料A、C、F、Gは、経管栄養剤を人工胃液に注入した直後から分離した。上層部、中層部、下層部で液状が異なったため最も割合が多い部分である中層部(図1の四角で囲んだ部分)をマイクロピペットで抽出し、測定に用いた(図1)。

表3. 実験試料の条件

ハイネイゲル	アイソカルサポート
A. 人工胃液 I	D. 人工胃液 II
B. 人工胃液 II	E. 人工胃液 II + 乳酸 Ca
C. 人工胃液 II + 乳酸 Ca	F. 人工胃液 II +1% ネオハイトロミール
	G. 人工胃液 II + 乳酸 Ca+1% ネオハイトロミール

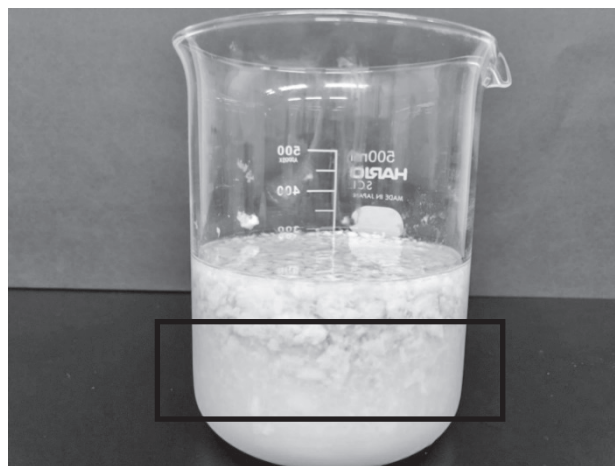


図1. 試薬及び添加剤添加後の経管栄養剤

(6) 増粘剤

今回の実験で使用したネオハイトロミールの特徴として、主成分はデキストリンとキサンタンガムである(表4)。デキストリンは低粘性・低甘味で溶けやすく、耐熱性・耐酸性に優れており¹⁹⁾、キサンタンガムは低濃度で高粘性が得られ、耐塩、耐酵素、耐凍性にも優れている。また、乳酸Caが含まれており、1g当たりのカルシウム量も他の増粘剤では、0.4mg以下であるがネオハイトロミールは4.36mgと多く含まれている(表5)。

ネオハイトロミールの選択理由として、他の増粘剤での研究が乏しく、藤田保健衛生大学病院の三鬼達人

らによる研究²⁰⁾ や大阪大谷大学の名徳倫明らによる研究²¹⁾ で検討していることから、小倉記念病院ではこれらの文献を根拠にネオハイトロミールを使用している。

表4. 増粘剤の種類と原材料^{13)、22) ~ 34)}

メーカー	商品名	原材料
(株)明治	トロメイクSP	デキストリン、キサンタンガム、グアーガム分解物、塩化カリウム
	トロメイクコンパクト	デキストリン、キサンタンガム、塩化カリウム、乳化剤
ヘルシーフード (株)	トロミスマイル	デキストリン、キサンタンガム
	トロミススピードスマイル	デキストリン、キサンタンガム、塩化カリウム
	トロミパワースマイル	デキストリン、キサンタンガム
	リフラノン	デキストリン、キサンタンガム
ニュートリー (株)	ソフティアトロメリンEX	デキストリン、キサンタンガム、塩化カリウム
	トロメリン顆粒	デキストリン、加工でんぷん
	トロメリン®V	デキストリン、キサンタンガム、塩化カリウム
	ソフティアS	デキストリン、キサンタンガム、pH調整剤
	ソフティアスーパーS	デキストリン、キサンタンガム、塩化カリウム
(株)フードケア	ネオハイトロミール	デキストリン、キサンタンガム、乳酸カルシウム
日清オイリオ (株)	トロミアップ	デキストリン、キサンタンガム、グルコン酸ナトリウム、塩化マグネシウム、カルボキシメチルセルロース
(株)クリニコ	つるりんこQuickly	デキストリン、キサンタンガム、乳酸カルシウム、クエン酸三ナトリウム

表5. 企業別による増粘剤の成分 (増粘剤1g当たり) ^{13)、22) ~ 33)}

メーカー	商品名	エネルギー (kcal)	たんぱく 質(g)	脂質(g)	糖質(g)	食物繊維 (g)	ナトリウ ム(mg)	カリウム (mg)	カルシウ ム(mg)	リン (mg)	鉄(mg)	食塩相 当量(g)
明治	トロメイクSP	2.4	0.004	0	0.54	0.35	12.5	13	—	—	—	0.032
	トロメイクコンパクト	0.8	0.014	0	0.16	0.62	23.5	41	—	—	—	—
ヘルシー フード(株)	トロミスマイル	2.5	0.007	0	0.62	0.30	10.1	7.9	0.25	0.3	0.002	0.026
	トロミススピードスマイル	2.5	0.006	0	0.62	0.27	15	5.7	0.04	0.6	0	0.038
	トロミパワースマイル	2.0	0.009	0	0.50	0.40	13.6	10.6	0.34	0.4	0.002	0.035
	リフラノン	0.3	0	0	0.06	0.01	0.5	0.9	0.06	0	0	0.001
ニュートリー (株)	トロメリンEX	2.9	0.005	0	0.56	0.30	—	23	—	0.5	—	0.010
	トロメリン顆粒	3.8	0.002	0	0.94	0.00	—	0.0	—	—	—	0.001
	トロメリンV	2.6	0.007	0	0.46	0.37	—	29.6	—	0.8	—	0.024
	ソフティアS	2.9	0.005	0	0.61	0.24	15.5	12.6	—	—	—	—
	ソフティアスーパーS	2.6	0.007	0	0.45	0.39	9.6	29.6	—	—	—	—
(株)フードケア	ネオハイトロミール	2.7	0.09	0	0.45	0.41	12	9.59	4.36	1.4	0.006	0.03
日清オイリオ	トロミアップ	2.0	0.003	0	0.50	0.40	16	1	0.10	1.2	0.004	0.04

III. 結果

(1) 7種類の試料における粘度の経時的変化

図2に結果を示す。粘度上昇がみられなかった試料はB、D、Eであり、時間経過による変化は認められなかった。試料F、Gは30分後に1,500mPas/secを超え、最大粘度は60分後に2,000mPas/sec以上となり、粘度上昇は最も高値を示した。試料Aは0分後から約460mPas/secとなり、粘度上昇がみられたが、経時的には約460 ~ 600mPas/secであり、大きな変化は見られなかった。試料Cは最大粘度が10分後で約420mPas/secであったが、その後経時的に減少傾向が見られ、60分後には約320mPas/secとなった。

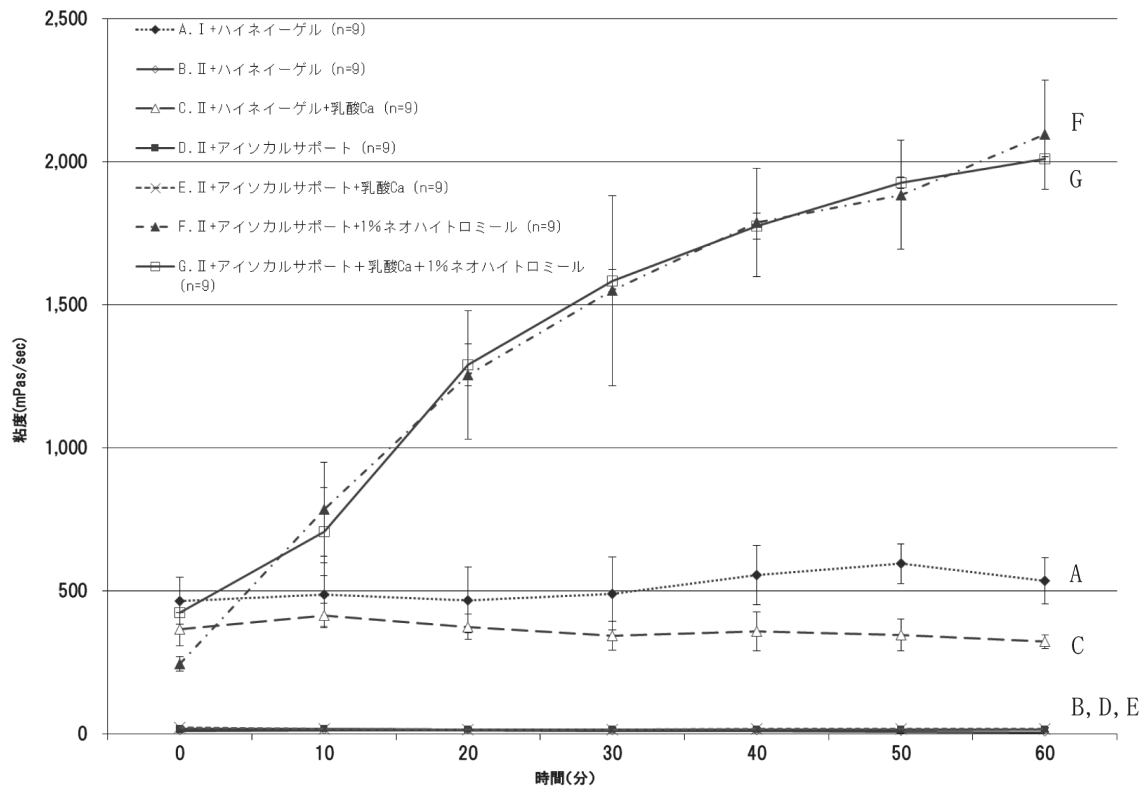


図2. 7種類の試料における粘度の経時的変化

(2) 各試料における粘度変化とpH

表6. 各試料における粘度変化とpH

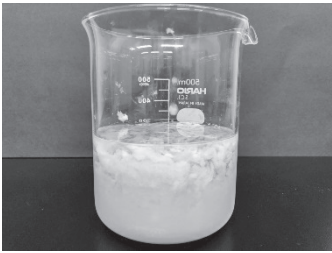
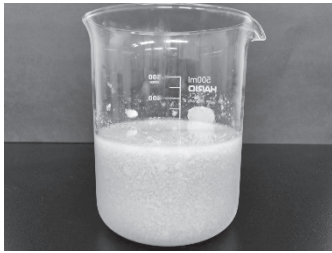
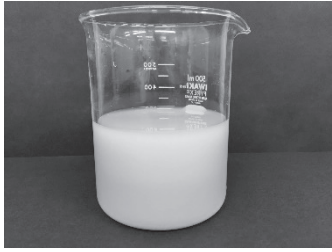

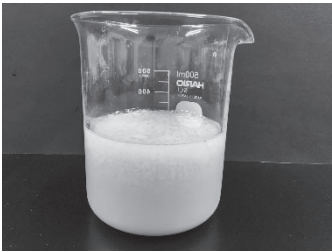

	粘度 (30分後)	pH
A. 人工胃液 I + ハイネーゲル	↑	4.15
B. 人工胃液 II + ハイネーゲル	→	6.61
C. 人工胃液 II + ハイネーゲル + 乳酸 Ca	↗	6.25
D. 人工胃液 II + アイソカルサポート	→	6.71
E. 人工胃液 II + アイソカルサポート + 乳酸 Ca	→	6.71
F. 人工胃液 II + アイソカルサポート + 1% ネオハイトロミール	↑	6.65
G. 人工胃液 II + アイソカルサポート + 乳酸 Ca + 1% ネオハイトロミール	↑	6.76



実際に食べ物が胃から十二指腸に排出されると考えられる30分後の各試料における粘度変化とpHを試料ごとに比較した(表6)。最も粘度上昇がみられたものは増粘剤を使用した試料FとGであり、1,500mPas/sec以上の数値を示している。次に試料Aは約490mPas/sec、試料Cは約350mPas/secを示したが500mPas/secには満たない結果となった。試料B、D、Eに関しては、全体的に大きな変化は見られず、粘度上昇は見られなかった。このことから人工胃液IIでは増粘剤を使用しないと十分に粘度が上昇しないことがわかった。pHに関しては、試料AはI液を使用したためpH4.15と酸性に変化し、その他の実験は人工胃液IIの使用によりpH6.25 ~ 6.76の中性を示した。実際に小倉記念病院で使用されているものを再現したのは試料CとGである。

(3) ハイネイーゲルの経時的変化

表7.ハイネイーゲルの経時的変化

	0分後	60分後
A. 人工胃液 I +ハイネイーゲル		
B. 人工胃液 II +ハイネイーゲル		
C. 人工胃液 II +ハイネイーゲル +乳酸 Ca		

ハイネイーゲルは、試料AとCでゲル化が起こった。ゲル化が起こったものは、0分後から栄養剤に変化がみられ、全体的に分離がみられた。(表7)

(4) アイソカルサポートの経時的変化

表8.アイソカルサポートの経時的変化

	0分後	60分後
D. 人工胃液II +アイソカルサポート		
E. 人工胃液II +アイソカルサポート +乳酸Ca		
F. 人工胃液II +アイソカルサポート +1%ネオハイトロミール		
G. 人工胃液II +アイソカルサポート +乳酸Ca +1%ネオハイトロミール		

アイソカルサポートは、試料FとGで60分後に2,000mPas/secまで粘度が上昇した。分離はせず、均一な性状がみられた。(表8)

IV. 考察

(1) ペクチン含有経管栄養剤ハイネーゲルの粘度

A. 人工胃液I+ハイネーゲル

30分後の粘度は 491 ± 127.3 mPas/secであり、50分後で最大値となり 596.3 ± 69.3 mPas/secであった。ペクチンのカルボキシル基はエステル化され、エステル化度の高い場合は適当な条件で糖と酸によってゲルを形成するが、低い場合はある種の金属塩とゲルを作る³⁵⁾。カルボキシル基が酸の影響で解離せず水素結合を形成し、糖の添加でメチル基の疎水結合が強くなり、網目構造が作られる³⁶⁾。一般にペクチンはエステル化度が低く、カルシウムなどの塩類の含量の多いほど網状化度が高く、強度も強いとされている³⁵⁾。ハイネーゲルには $0.9\text{g}/100\text{kcal}^{13)}$ のペクチンが含有されており、糖質は $12.3\text{g}/100\text{ml}$ 、カルシウムは $47\text{mg}/100\text{ml}$ 含まれている。人工胃液Iとハイネーゲルの混和直後(0分後)には 466.1 ± 81.3 mPas/secまで粘度上昇が見られた。これは人工胃液Iによる酸性条件下でハイネーゲルに含まれる糖とカル

シウムによりペクチンのゲル化が起こったためと考えられる。通常の胃内を想定した人工胃液 I では粘度がおおよそ500mPas/sec付近まで上昇することがわかった。

B. 人工胃液II+ハイネーゲル

30分後の粘度は 12.3 ± 3.4 mPas/secであり、メーカー記載によるハイネーゲル粘度の約10mPas/sec¹¹⁾と比較すると、差は見られなかった。粘度上昇がみられなかった理由としては、人工胃液IIはpH6.8の中性であるため、酸によるゲル化が起こらなかったと考えられる。液体栄養剤では粘度が十分でないため胃の伸展が得られず、不十分な貯留能となり、その結果、胃内容物排出機能異常をきたし胃食道逆流や下痢・ダンピングを引き起こす⁹⁾。これらのことから、ゲル化が起こらず液体栄養剤に似た試料Bは十分な粘度が得られないことによる下痢やダンピング症状を引き起こす可能性が示唆される。

C. 人工胃液II+ハイネーゲル+乳酸Ca

30分後の粘度は 344.6 ± 49.7 mPas/secであり、試料B、D、Eと比較して、粘度の上昇がみられた。低メトキシルペクチン (LMペクチン) 条件はメトキシル基含有量7%未満であり、糖度、pHに関係なくCa²⁺やMg²⁺でゲル化する。二価の金属イオンによるゲル化は、Ca²⁺やMg²⁺のような二価の金属イオンによりペクチン鎖の-COO⁻とイオン結合をして架橋し網目構造を形成する²⁴⁾。このことから、人工胃液IIはpH6.8であるが、乳酸Caを添加したため、LMペクチン条件下における二価の金属イオンによるゲル化が起こり、粘度が上昇したと考えられる。乳酸Ca投与後pHは6.25であり、投与後のpHはあまり変化がなかった。このことから乳酸Ca投与後のpHはゲル化するpH4.01²³⁾ 付近に達していないため、乳酸Caの酸はゲル化に関与せず、LMペクチン条件下によりゲル化が起こり、粘度が上昇したと示唆された。よって、試料Bと比較し、ゲル化を促進する点においてはハイネーゲルには乳酸Caの投与が有効であると考えられる。小倉記念病院ではこの乳酸Caの投与により下痢や逆流が防げていることから、今回の *in vitro* 実験結果から粘度が約400mPas/sec程度まで上昇すると下痢や逆流が予防できることが推察された。今後、臨床現場でさらに検証していく必要がある。

(2) ペクチン非含有経管栄養剤アイソカルサポートの粘度

虚血性心疾患による心不全では水分制限が必要なため、ハイネーゲル (0.8kcal/ml) と比較して少量でエネルギーを供給できるアイソカルサポート (1.5kcal/ml) での検討を行った。

D. 人工胃液II+アイソカルサポート

30分後の粘度は 16.8 ± 6.2 mPas/secであり、メーカー記載によるアイソカルサポート¹²⁾ 粘度の40mPas/secと比較すると、ほとんど変化は見られなかった。アイソカルサポートはハイネーゲルに比べ1.78倍たんぱく質が含まれる^{11) 12)} が人工胃液IIはpH6.8で中性であり、等電点と離れるため酸凝固は起こらず粘度は上昇しなかった³⁵⁾。また、試料Bと同様に粘度上昇がみられないことから、下痢や逆流を誘発することが考えられる。

E. 人工胃液II+アイソカルサポート+乳酸Ca

30分後の粘度は 16.4 ± 4.1 mPas/secであった。時間経過に伴う粘度の変化は見られなかった。粘度上昇がみられなかった理由として、アイソカルサポートにはペクチンが含有されていないため¹²⁾、乳酸Caによるゲル化は起こらなかったと考えられた。

これらのことから、ペクチン含有のハイネーゲルには乳酸Caの投与による粘度上昇は効果的であるが、アイソカルサポートでは乳酸Ca添加をしても粘度に影響を及ぼさないことがわかった。

F. 人工胃液II+アイソカルサポート+1%ネオハイトロミール

30分後の粘度は $1,549.6 \pm 331.6$ mPas/secであった。ガラクトマンナンは単独ではゲル化しないが、キサントガムとの共存によって架橋構造を形成することが報告されている³⁷⁾。アイソカルサポートにはガラクトマンナンであるグアーガム分解物が2.2g/100ml含有されており¹²⁾、ネオハイトロミール中のキサントガムとの共存により、架橋構造の強化によって粘度の上昇がみられたと推察される。粘度は下痢を抑えられる粘度500mPas/secを超えていることから、試料Fは下痢や逆流を防止できることが期待されると考える。

G. 人工胃液II+アイソカルサポート+乳酸Ca+1%ネオハイトロミール

試料Gも試料Cと同様に実際に小倉記念病院で使用されている投与方法である。30分後の粘度は $1,582.8 \pm 39.8 \text{ mPas/sec}$ であった。試料Fと試料Gの実験結果を踏まえると同様の粘度上昇結果となり、乳酸Caは粘度上昇に関与していないことがわかった。粘度上昇は1%ネオハイトロミールの添加によるものであり、乳酸Caはゲル化に影響を与えていない可能性が示唆された。試料Fと同様に、粘度は下痢を抑えられる 500 mPas/sec を超えていることから、試料Gは下痢や逆流を防止できることが期待されると考える。

V. 結語

ペクチン含有のハイネーゲルと非含有のアイソカルサポートを用いて、2種類の人工胃液下で逆流防止のための粘度の検討を行った。ハイネーゲルとアイソカルサポートはどちらも人工胃液IIではpH6.8の中性であるため粘度は上昇しなかった。また、アイソカルサポートに乳酸Caを加えてもペクチンが含有されていないため粘度の上昇はみられず、実際に小倉記念病院で行われている乳酸Caの添加は必要でないことが示唆された。一方、増粘剤を添加すると、均一に粘度が 500 mPas/sec 以上上昇したことからPPI内服患者には増粘剤の利用が有効であることが示唆された。今後は他の栄養剤や増粘剤も視野に入れた検討も行いながら、今回行った *in vitro* と生体内との相違を検証していくことも課題である。さらに、臨床現場で実際の患者に投与し、下痢や逆流の発生回数を観察していきたい。

VI. 謝辞

本研究を行うに当たり、ご協力いただいた小倉記念病院の外科部長・消化器外科医師、西村拓先生、栄養管理課課長、管理栄養士井上由紀先生、摂食・嚥下障害看護認定看護師、隈本伸生先生に心より感謝いたします。

VII. 参考・引用文献

- 1) 一般社団法人 日本慢性期医療協会、平成27年度 老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進等事業、医療が必要な要介護高齢者のための長期療養施設の在り方に関する調査研究事業報告書、(2016) 25-26
<<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000136690.pdf>>
- 2) 日本静脈経腸栄養学会、経腸栄養の合併症と対策、コメディカルのための静脈・経腸栄養手技マニュアル、(2003) 南江堂 (東京) pp.197-199
- 3) 厚生労働省、第10表 主な死因の死亡数・死亡率 (人口10万対)、都道府県 (特別区-指定都市再掲) 別、平成30年 (2018) 人口動態統計月報年計 (概数) の概況、46-47
<<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai18/dl/h10.pdf>>
- 4) 神崎憲雄、相澤悟、山田由美子 他、経皮内視鏡的胃瘻造設術 (PEG) 症例の長期予後に影響する因子の検討、静脈経腸栄養、28 (4) (2013) 75-80
- 5) 大類孝、4.高齢者誤嚥性肺炎の現状と対策、日本老年医学会雑誌、47 (6) (2010) 558-560
- 6) 丸茂一義、本間請子、嚥下性肺炎の危険因子に関する研究、一胃食道逆流と嚥下時相の意義一、日呼吸会誌、43 (6) (2005) 333-339
- 7) 蟹江治郎、後期合併症の原因と対処、胃瘻PEGハンドブック、(2002) 医学書院 (東京) pp54-79
- 8) 合田文則、胃瘻から半固形化栄養材をめぐる問題点とその解決法、静脈経腸栄養、23 (2) (2008) 235-241
- 9) 巽博臣、升田好樹、今泉均 他、経管投与可能な粘度調整流動食アキュア®VF-EのICUにおける使用経験、日集中医誌、22 (2015) 59-60、
- 10) 松岡美緒、飯島正平、栄養剤への低粘度付加による滴下速度管理への応用、日本静脈経腸栄養学会雑誌、33 (1) (2018) 621-624
- 11) 濃厚流動食品、ハイネーゲル、株式会社大塚製薬
<https://www.otsukakj.jp/med_nutrition/mf/upload/haineg2p.pdf>

- 12) 濃厚流動食品、アイソカルサポート、ネスレ日本株式会社
<<https://www.nestlehealthscience.jp/asset-library/documents/brochures/11036-08.pdf>>
- 13) 増粘剤、ネオハイトロミール、株式会社フードケア
<https://www.food-care.co.jp/_src/164619/neo3_181201.pdf?v=1557725441982>
- 14) 市川朝子 他、ゲル物性におけるゲル化剤の混合効果、調理科学、27 (3) (1994) 164-170
- 15) 日本薬局方解説書編集委員会、第一四改正 日本薬局方解説書1、(2001) 広川書店 (東京) pp.B619-B628
- 16) 田代勝文、東口高志、武田悠子 他、固形化栄養剤の消化管内形状変化と移行に関する研究、静脈経腸栄養、21 (2) (2006) 115-125
- 17) 山田桐絵、胃酸pHと乳酸カルシウム水和物がハイネイゲル®・マーメッド® (粘度可変型流動食) の形状変化に与える影響の検証、日本静脈経腸栄養学会雑誌、32 (5) (2017) 1474-1480
- 18) 飯島正平、蟹江治郎、合田文則 他、半固形栄養における形状機能の科学的評価についての課題と検証、日本静脈経腸栄養学会雑誌、33 (1) (2018) 595-601
- 19) Kazuhiro Okuma, Isao Matsuda, Yasuo Katsuta, et al, Development of Indigestible Dextrin, J. Appl. Glycosci., 53 (2006) 65-69
- 20) 三鬼達人、経鼻胃経管栄養チューブから実施できる半固形化栄養法の実際、月刊ナーシング、32 (4) (2012) 117-120
- 21) 名徳倫明、とろみ材等による形状変化を含む半固形経腸栄養法による薬剤吸収への影響、日本静脈経腸栄養学会雑誌、33 (1) (2018) 625-632
- 22) とろみ調整食品、トロメイクSP、株式会社明治
<<https://www.meiji.co.jp/meiji-nutrition-info/pdf/products/carefood/toromake/toromake.pdf>>
- 23) とろみ調整食品、トロメイクコンパクト、株式会社明治
<https://www.meiji.co.jp/meiji-nutrition-info/pdf/products/carefood/toromakecompact/toromake_compact.pdf>
- 24) とろみ調整食品、トロミスマイル、ヘルシーフード株式会社
<<https://www.healthy-food.co.jp/product/cat1/cat2/cat3/post-32.php>>
- 25) とろみ調整食品、トロミスピードスマイル、ヘルシーフード株式会社
<<http://www.healthy-food.co.jp/product/cat1/cat2/cat3/post-58.php>>
- 26) とろみ調整食品、トロミパワースマイル、ヘルシーフード株式会社
<<https://www.healthy-food.co.jp/product/cat1/cat2/cat3/post-34.php>>
- 27) とろみ調整食品、リフラノン、ヘルシーフード株式会社
<<https://www.healthy-food.co.jp/product/cat1/cat2/cat2/post-47.php>>
- 28) とろみ調整食品、トロメリンEX、ニュートリー株式会社
<<https://www.nutri.co.jp/news/docs/ExPDF.pdf>>
- 29) とろみ調整食品、トロメリン顆粒、ニュートリー株式会社
<https://www.nutri.co.jp/products/docs/pdf_tromelin_granule.pdf?yclid=YJAD.1575711221.5YXNBx6dcq29MmS7aB1W70ijKij7hNaK2eDg5gWubi_FKy_CPZcZS8yS9N.AoA-->>
- 30) とろみ調整食品、トロメリンV、ニュートリー株式会社
<https://www.nutri.co.jp/products/docs/pdf_tromelin_v.pdf?yclid=YJAD.1575711264.v5jgo_Odcq3XIn.wrV_qDZqHGEmBp9w52YZ4WZjx3XWJwdfQ13kXpPfd5SwXUw-->>
- 31) とろみ調整食品、ソフティアS、ニュートリー株式会社
<https://www.nutri.co.jp/products/docs/pdf_softia_s.pdf?yclid=YJAD.1575711368.pzFbeoOdcq34zxjcGUU4lcQdXh1EYLJeYYsOeCRTYAoaH3t8FTNTlpGc7OpN9g-->>
- 32) とろみ調整食品、ソフティアスーパーS、ニュートリー株式会社
<https://www.nutri.co.jp/products/docs/pdf_softia_ss.pdf?yclid=YJAD.1575711502>

- n6CydVSdcq28nVlkC_HxxNfWM1ssLwzQQSP06vYTiOV6a1UOPwe9ojfIjdUMIQ-->
- 33) とろみ調整食品、トロミアップ 日清オイリオ株式会社
<<https://www.nisshin-oillio.com/products/goods/detail.html?id=371&category=28>>
 - 34) とろみ調整食品、つるりんこQuickly、株式会社クリニコ
<https://www.clinico.co.jp/products/pdf/products_item64_quickly_medical.pdf>
 - 35) 三浦洋、ペクチンの性状とゲル化、15 (169) 297-298
 - 36) 新美康隆 他、食品学総論、(2016) 中央法規出版 (東京)、p153
 - 37) 湯口宜明、安永秀計、浦川宏、梶原莞爾、キサントガム-ガラクトマンナン混合系のゲル化機構、高分子論文集、55 (10) (1998) 644-652

Viscosity change after adding thickener to tube feeding under high pH artificial gastric juice

Kana TADOKORO^{*1}, Ai YAMAMOTO^{*1}, Taku NISHIMURA^{*2}, Yuki INOUE^{*2},
Nobuo KUMAMOTO^{*2}, Miki TOMOE^{*1}

^{*1}Department of Nutrition, Faculty of Home Economics, Kyushu Women's University
1-1 Jiyugaoka, Yahatanishi-ku, Kitakyushu-shi, 807-8586, Japan

^{*2}Kokura Memorial Hospital 3-2-1 Asano, kokurakita-ku, Kitakyushu-shi, 802-8555,

Abstract

Kokura Memorial Hospital in Kitakyushu City has cardiac surgery and cardiovascular medicine, and there are many inpatients with cardiovascular diseases such as ischemic heart disease and cerebrovascular disease. They take aspirin to prevent recurrence, and proton pump inhibitors (PPI) are prescribed to reduce a risk of gastrointestinal bleeding.

However, it becomes a problem that diarrhea and reflux cannot be prevented due to the inability to use a pectin-containing enteral nutrient that is semi-solid in the acidic conditions of the stomach.

Therefore, in this study, a thickener was added to the tube feeding, and changes in viscosity were examined by reproduction with artificial gastric juice. When a thickener was added to a pectin-free tube nutrient under the conditions of artificial gastric juice assuming the stomach of a patient taking PPI, the viscosity increased uniformly more than 500 mPas / sec 10 minutes later. From this, it was suggested that the use of thickeners was effective for patients taking PPI.