

呼気から咽頭逆流を推定できるシステムの構築

— 揮発性物質のpH依存性の検討 —

えん下改善プロジェクトスタッフ 結城 茜 長澤 正
大川勝正 杉山直人
聖隷三方原病院 片桐伯真 藤森まり子
浜松市リハビリテーション病院 藤島一郎

Construction of Estimation System for Laryngopharyngeal Reflux by Breath Analysis

Examination of pH Dependence of Volatile Organic Compounds

Akane Yuki, Tadashi Nagasawa, Katumasa Ookawa,
Naoto Sugiyama, Norimasa Katagiri, Mariko Fujimori
and Ichiro Fujishima

1. はじめに

1. 1 背景

経管により栄養を摂取している高齢者において、胃内容物の逆流が多くみられる。胃内容物が咽頭まで逆流（咽頭逆流）すると誤嚥されて、肺炎を起こす危険がある（図1）¹⁾。そのため、咽頭逆流の検査は、誤嚥性肺炎の予防において重要である。咽頭逆流検査は、逆流の有無の判断に加え、逆流物のpH測定が求められている。それは誤嚥した胃内容物pHが低いほど、肺障害の程度が強くなるからである²⁾。従来の逆流検査方法であるpHモニタリング（図2）は、鼻からpHカテーテルを挿入するため、被験者の負担が大きく、負担の少ない検査法が求められている。



図1 咽頭逆流

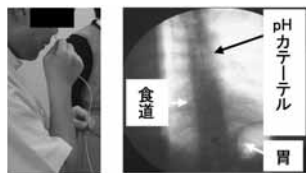


図2 従来の逆流検査方法

1. 2 目的

経管で栄養を摂取している高齢者において、『逆流時に経管栄養剤のにおいがする』という報告がある³⁾。このことから、逆流時に呼気成分が変化する

可能性があると考え、本研究では負担の少ない検査方法として、呼気分析^{4,5)}による咽頭逆流の有無と逆流物のpHの推定を目指している。そこで、図3に示すような液相のpHによって気相中の濃度比が変化する揮発性物質の組み合わせにより、呼気から咽頭逆流物のpHを推定できるのではないかと考え、揮発性物質のpH依存性を検討することとした。

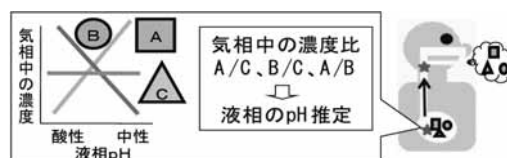


図3 pH推定候補物質の性質

2. 実験方法

2. 1 試験化合物

図3に示すA、B、Cのような性質を有すると考えられる化合物として、表1に示す食品香料を試験に用いた。

表1 試験化合物

試験化合物	分子量	沸点(°C)	試験濃度(ppm)
A化合物			
2,3,5,6-Tetramethyl pyrazine	136.19	(不明)	1
2,3,5-Trimethyl pyrazine	122.17	172	1
B化合物			
n-Butyric acid	88.11	163	16
n-Valeric acid	102.13	186	16
Hexanoic acid	116.13	205	16
C化合物			
1-Butanol	74.12	118	3
α-Terpineol	154.25	218	1
Ethyl acetate	88.11	77	4
L(-)-Menthol	156.27	216	1
Vanillin	152.15	284	17

【ノート】

2. 2 模擬胃液を用いたpH依存性の検討

22ml容量のバイアル瓶に試験化合物と模擬胃液(0.2% NaCl; pH2、3、4、5)を入れ、溶液量を6.0 mlとし、密栓した。バイアル瓶は37°Cの恒温槽中で10分間攪拌した後、固相抽出法(SPME)にてヘッドスペース中の揮発性物質を20分間捕集した(図4)。試験化合物の濃度は表1に示す。SPMEのファイバーはSUPELCO製のPDMS(100 μm)を用いた。

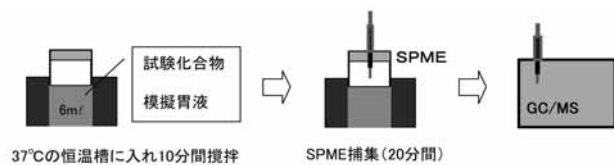


図4 SPME捕集、GC/MS測定

2. 3 揮発性物質の分析

捕集した揮発性物質は、質量分析ガスクロマトグラフ(GC/MS;Perkin Elmer製 Clarus500 GC/MS)により、表2の条件で分析した。

表2 揮発性物質の分析条件

GC/MS条件	
カラム	HP-5MS (60m, 0.25mm, 0.25 μm)
温度	50°C(4min) - 10°C/min - 230°C(3min)
Carrier gas	ヘリウム, 17psi
MS mode	Scan
MS range	33-400
脱着時間	10分

2. 4 統計解析

GC/MSによるピーク面積比とpHの関係については、ピアソンの相関係数の検定により相関係数を求めた。

3. 結果・考察

3. 1 試験化合物のpH依存性

A化合物は液相のpHの上昇にともない揮発量が増加しているように見受けられた。B化合物はエステルが生じ、pH依存性がみられなかった。C化合物の1-Butanol、 α -Terpineol、Ethyl acetate、L(-)-MentholはpHによらず、ピーク面積の変動係数が10%以下であり、揮発量がほぼ一定であった。

3. 2 二化合物の組み合わせ

図3のCの性質を有すると考えられた1-Butanol

(0.5ppm)と、Aの性質を有すると見受けられた2,3,5,6-Tetramethyl pyrazine (0.2ppm)及び2,3,5-Trimethyl pyrazine (0.2ppm)のピーク面積比は、pHと有意な正相関を示した(表3、図5)。

表3 相関係数

ピアソンの相関係数の検定		
	相関係数	
2,3,5,6-Tetramethyl pyrazine/1-Butanol	0.980	P<0.01
2,3,5-Trimethyl pyrazine/1-Butanol	0.956	P<0.01

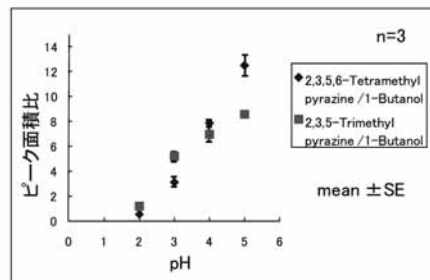


図5 ピーク面積比とpHの関係

このことから、2,3,5,6-Tetramethyl pyrazine及び2,3,5-Trimethyl pyrazineの、1-Butanolに対する気相の濃度比を測定することにより、pHを推定できる可能性がある。今回用いたpHに依存して揮発性の変化する食品香料成分を人為的に食物などに含ませることにより、咽頭へ達した逆流物のpHを推定できるものと期待している。今後は、生体での条件を勘案しながら、更に詳細な検討を進めたい。

参考文献

- 1) Robert T. Sataloff 他: GERD(胃食道逆流症)による喉頭炎とその周辺, 訳 三枝英人 他, 2, インテルナ出版 (2004).
- 2) 小林大介 他: 嚥下性肺炎を繰り返す高齢者への対応をどうするかー人工呼吸管理とその限界ーICUとCCU, Vol.33, 3, 221 (2009).
- 3) 外山義雄 他: とろみ剤を用いた半固形経腸栄養剤と寒天を用いた固形経腸栄養剤の物性比較, 静脈経腸栄養, Vol.21, No.3, 77-83 (2006).
- 4) 植田秀雄: 呼気ガス測定, 過去・現在, そして未来, AROMA RESEARCH, No.35, Vol.9, No.3, 227-232, (2008).
- 5) 谷田貝光克 他: 香りと環境 アロマサイエンス シリーズ21 [4], 230-254, フレグランスジャーナル社 (2003).