

# 慢性血液透析患者における呼気アセトン濃度と 血糖値との関係

松金 隆夫<sup>1)</sup>・石田 等<sup>2)</sup>・堀 和芳<sup>3)</sup>・小澤 賢一郎<sup>4)</sup>

1) 帝京短期大学 専攻科 臨床工学専攻

2) 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床工学科

3) 香取おみがわ医療センター (現在: 帝京科学大学 生命環境学部 生命科学科)

4) 東葉クリニック大網脳神経外科 臨床工学科

## 【抄録】

**【目的】** 生体内ではエネルギー源として糖質より脂質が使用されると、脂質代謝の副産物としてアセトンが生成される。アセトンは揮発性であることから呼気中に含まれる。インスリン分泌が低下 (欠乏) している糖尿病では糖質を取り込めず、先に脂質を消費されることで血中アセトン濃度が増加する。特に糖尿病患者では高値であることが報告されている。今回、糖尿病性腎症を原疾患とする慢性血液透析患者でのアセトン濃度及び血糖値の相関について検討する。

**【方法】** 対象患者は、慢性維持透析患者 8 名である。男性 6 名、女性 2 名、年齢 50 ~ 82 歳、透析歴 54 ~ 127 か月である。アセトン濃度測定は、JVC - 1000 ポータブル VOC (揮発性有機化合物) モニターを用いた。呼気ガスの採取および血糖値測定は、透析開始直前、透析終了直前に行った。

**【結果】** 透析前および透析後におけるアセトン濃度と血糖値の相関はなかった。

高血糖例における透析前でのアセトン濃度と血糖値では、相関傾向を示したが、透析後では相関はなかった。透析前後のアセトン濃度及び血糖値では有意に低下傾向を示した。

**【考察】** アセトン濃度は、患者側の病態や生活状況等から血中および呼気アセトン濃度の濃度差も考えられた。高血糖患者例では透析前において相関を認めた。これは血糖値が高いことから、脂肪代謝の活性が進み、その結果、血中および呼気アセトン濃度の高値を示したものと考えられた。透析前後では其々に有意に透析後で低下を認めた。血液透析治療では透析液中のブドウ糖濃度が、125mg/dl で調整されており、透析後では血糖値は低下傾向を示したものと考えられた。また、アセトンは MW58.08 であることから、4 時間治療後では透析による低下傾向を示したものと考えられた。

**【キーワード】** 糖尿病性腎症, 呼気アセトン濃度, 血液透析

## I. 背景

生体内では、エネルギー源として糖質より脂質が使用されると、脂質代謝の副産物としてアセトンが生成され、血中アセトン濃度が増加する。血中アセトンは、揮発性ガスとして呼吸により体外へ排出される。この呼気中のアセトン濃度が糖尿病では進行度の指標の一つとして考えられている。これまでに糖尿病性腎症を原疾患とする慢性血液透析患者の呼気ガスのアセトン濃度については報告がないことから検討した。

## II. 目的

糖尿病性腎症を原疾患とする慢性血液透析患者に対し透析前後における呼気ガスのアセトン濃度及び血糖測定について検討する。

## III. 対象と方法

対象患者は、糖尿病性腎症を原疾患とする慢性維持透析患者 8 名である。男性 6 名、女性 2 名、年齢 50 ~ 82 歳、透析歴 54 ~ 127 か月、Alb

値 3.4 ~ 4.1/dl, 栄養リスク指標 GNRI (Geriatric Nutritional Risk Index 計算式  $= (14.89 \times \text{Alb}) + 41.7 \times (\text{BW}/\text{IBW})$  BW:現体重(kg), IBW:理想体重(kg) >98リスクなし) 88 ~ 101, インシュリン使用者 3名である。(表 1) 透析条件は, 血液流量は, 200 ~ 300 ml/min, 透析膜面積は, 1.5 ~ 2.5 m<sup>2</sup>, 膜材質は, ポリスルホン膜, セルローストリアセテート膜, ポリエステルスルホン膜であり, 治療は週 3 回, 治療時間 4 ~ 5 時間である。透析液のブドウ糖濃度は 125mg/dl, 透析液流量は, 500ml/min である。また, 4 時間の透析中の患者環境は, 常時, 仰臥位の姿勢を維持した。

アセトン濃度測定は, JVC - 1000 ポータブル VOC (揮発性有機化合物) モニターを用いた。モニターは, 固相吸着剤を充填したサンプリングカラムに VOC 成分を濃縮捕集するサンプリングシステムと, 半導体ガスセンサーを検出器としたガスクロマトグラフを組み合わせたものであり, VOC 成分をモニタリングすることができる。測定範囲は, 10 ~ 1000ppb, サンプリング量は, 100ml である。血糖測定は, 簡易血糖測定器を用いた。

呼気ガスの採取および血糖値測定では, 透析開始直前, 透析終了直前に行った。

なお, 今回の呼気ガス採取では, 東葉クリニック倫理委員会において承認を得ている。また, 患者様には同意を得ている。

#### IV. 結果

図 1 に透析前後におけるアセトン濃度と血糖値の測定結果を示す。

透析前におけるアセトン濃度は, 473.9±312.6 (28.9-822.2) ppb であった。また, 血糖値は 186.8±58.6 (113-283) mg/dl であった。アセトン濃度と血糖値の相関はなかった。透析後におけるアセトン濃度と血糖値では, アセトン濃度は, 371.5±276.3ppb (2.1-850, 0) であった。また, 血糖値は 141.8±45.8g/dl (100-208) であった。アセトン濃度と血糖値の相関はなかった。

図 2 は, 高血糖例 5 例における透析前後でのアセトン濃度と血糖値を示す。透析前の血糖値は, 223.8 ±37.0 mg/dl, 同様にアセトン濃度は, 461.1±291.5ppb を示し, 相関傾向を示した。また, 透析後における透析後での血糖値及びアセトン濃度では相関性はなかった。

図 3 に透析前後のアセトン濃度及び血糖値の変化を示す。アセトン濃度は, 透析前 473.9 ±312.6 ppb, 透析後 371.5±276.3ppb, 血糖値は透析前 186.8 ±58.6mg/dl, 透析後 141.8±45.8mg/dl であった。共に透析前後では有意に低下傾向を示した。

#### V. 考察

糖代謝異常である糖尿病や飢餓状態のときには, グルコースではなくケトン体を代替エネルギー源として利用する。アセトンは, ケトン体の一種で, エネルギー源として糖質より脂質が

Table 1. 患者背景

n	原疾患	透析歴(月)	年齢	Alb	GNRI	インシュリン有無
1	糖尿病性糸球体硬化症	59	68	3.8	98	無
2	NIDDM: インスリン非依存性糖尿病	71	82	3.4	95	有
3	NIDDM: インスリン非依存性糖尿病	19	82	3.6	95	有
4	NIDDM: インスリン非依存性糖尿病	30	51	3.8	98	無
5	糖尿病性糸球体硬化症	51	50	4.1	101	無
6	糖尿病性糸球体硬化症	127	70	3.4	92	無
7	糖尿病性糸球体硬化症	65	58	3.9	100	有
8	NIDDM: インスリン非依存性糖尿病	57	69	3.5	88	無

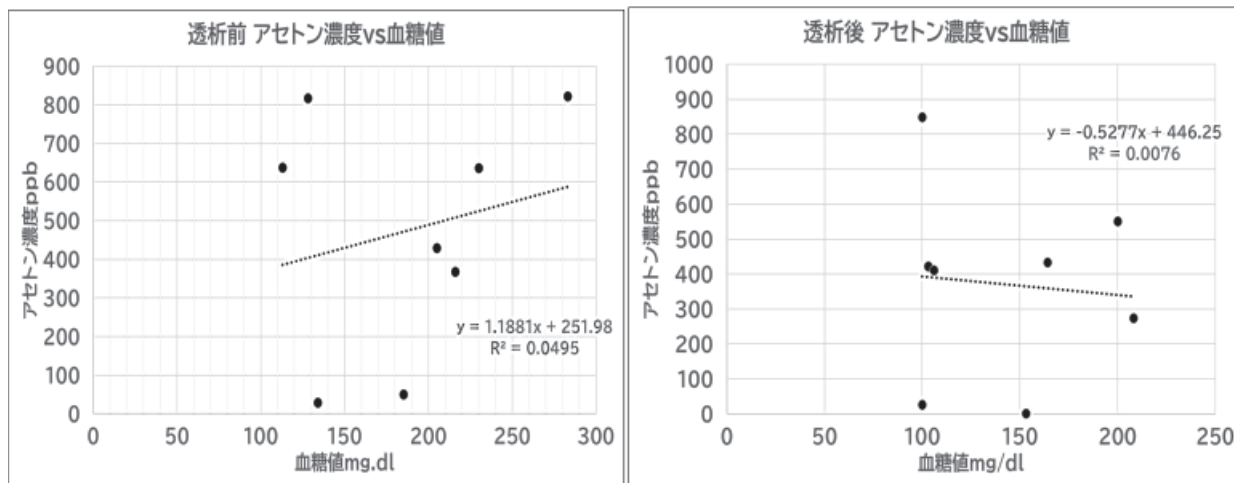


Figure 1. 透析前後におけるアセトン濃度と血糖値の関係

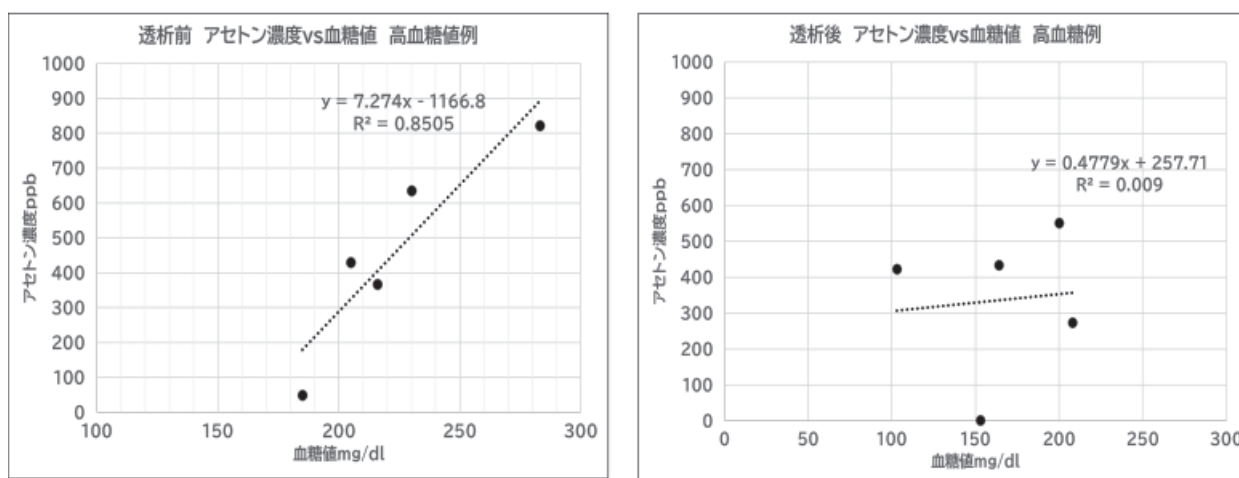


Figure 2. 透析前後における高血糖例でのアセトン濃度及び血糖値の関係

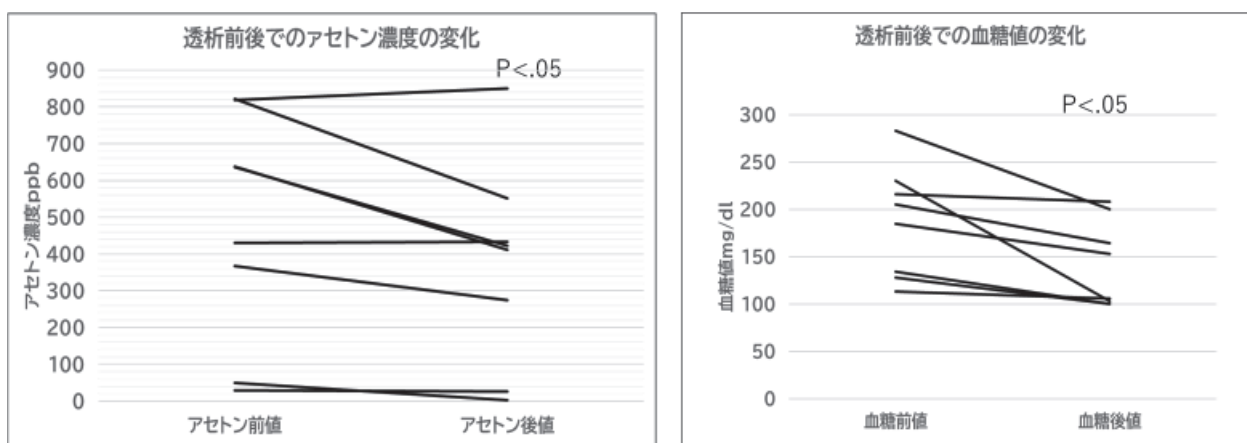


Figure 3. 透析前後のアセトン濃度及び血糖値の変化

使用されることでの脂質代謝過程の副生成物であり血中に産生される。揮発性であることから肺胞を通じて呼気ガス成分の1つとして放出される<sup>1)</sup>。

インスリン分泌が低下(欠乏)している糖尿

病では、糖質を取り込めず、先に脂質を消費してしまうため血中アセトン濃度が増加する。そしてアセトンは揮発性のため肺より呼気中に高い濃度で呼気に排出される。この呼気ガスをモニターすることで脂質代謝の程度を確認するこ

とが報告されている<sup>2),3)</sup>。今回、開発された低濃度アセトン濃度測定装置 VOC モニター<sup>4)</sup>を用いて糖尿病性腎症を原疾患にもつ慢性血液透析患者の呼気アセトン濃度を測定し血糖値との相関性について検討した。

8例の糖尿病性腎症の患者での透析前アセトン濃度は、 $473.9 \pm 312.6$  (28.9-822.2) ppb であり、血糖値は、 $186.8 \pm 58.6$  (113-283) mg/dl であった。文献的には糖尿病患者の呼気アセトン濃度は、100 ~ 20,000ppb で濃度幅が大きい。アセトン濃度測定では、低濃度を示している。これらは、患者側の病態や生活状況等から血中および呼気アセトン濃度の濃度差も考えられる。さらに、アセトンは分子量 58.08 で透析性もあることから血液透析治療の継続の影響も考えられた。また、血糖値は、平均 186.8mg/dl であり、3例のインスリン使用もあり血糖値のバラツキを生じた。アセトン濃度との相関は得られていない。また、透析後においても、その相関は得られなかった。高血糖患者例では、透析前においてアセトン濃度及び血糖値に相関を認めた。これは血糖値が高いことから、脂肪代謝の活性が進み、その結果血中および呼気アセトン濃度の高値を示したものと考えられた。透析前後では其々において有意に透析後で低下を認めた。血液透析治療では透析液中のブドウ糖濃度が 125mg/dl で調整されており、透析後では血糖値は低下傾向を示した。

## VI. 結論

今回、糖尿病性腎症を原疾患にもつ慢性血液透析患者の呼気アセトン濃度を測定した。血糖値との相関は得られなかったが、高血糖例では相関を認めた。また、透析前後では有意に低下傾向を示した。

### 【利益相反】

本研究においては、日機装(株)からの研究資金を受けている。

### 【参考文献】

1) O.B.Crofford, R.E.Winton, N.L.Rogers, J.C.Jackson, and U.Keller: Acetone in Breath and Blood, Trans. Am. Clin.Climatol. Assoc., Vol88.pp128-139, 1977

- 2) 坂本 真理;簡易・小型呼気中アセトン測定器の開発(新しい脂質代謝モニターとして);  
におい・かおり環境医学会 36巻5号2005年
- 3) Sun M, Chen Z, Gong Z, et al.:Determination of breath acetone in 149 type 2 diabetic patients using a ringdown breath-acetone analyzer. AnalBioanal Chem 407:1641-1650, 2015
- 4) ポータブル VOC モニター  
株式会社ジェイエムエス  
<https://www.jmsystem.co.jp/gasmonitor/voc.html>  
検索 2021年10月12日

# Relationship between exhaled acetone concentration and blood glucose level in chronic hemodialysis patients

Takao MATSUGANE<sup>1)</sup> • Hitoshi ISHIDA<sup>2)</sup> • Yoshikazu HORI<sup>3)</sup>  
Kenichiro OZAWA<sup>4)</sup>

1) Department of Clinical Engineering, Teikyo Junior College

2) Nihon Institute of Medical Science, Department of Clinical Engineering

3) Katori Omigawa Medical Center (Currently Department of Lite & Health Science, Teikyo University of Science)

4) Toyo Clinic Oaminoushinkeigeka Dept. of Clinical Engineering

---

## 【abstract】

【Purpose】 We investigated the correlation between acetone concentration and blood glucose level in patients with chronic dialysis whose primary disease is diabetic nephropathy.

【Methods】 There are 8 chronic dialysis patients whose primary disease is diabetic nephropathy. The measuring device is a combination of a sampling system that concentrates and collects VOC components on a sampling column filled with a solid phase adsorbent, and a gas chromatograph that uses a semiconductor gas sensor as a detector.

【Results】 There was no correlation between acetone concentration and blood glucose level before and after dialysis. In hyperglycemic cases, the acetone concentration before dialysis and the blood glucose level showed a correlation tendency. Similarly, there was no post-dialysis correlation. Both the acetone concentration and the blood glucose level before and after dialysis showed a significant decreasing tendency.

【Discussion/Conclusion】 As a result of the acetone concentration, the difference in blood and exhaled acetone concentration was also considered from the disease state and living conditions on the patient side. In hyperglycemic patients, a correlation was observed before dialysis. It is considered that this was because the blood glucose level was high and the lipid metabolism was activated, and as a result, the blood and exhaled acetone concentrations were high. Before and after dialysis, a significant decrease was observed after dialysis. In hemodialysis treatment, the glucose concentration in the dialysate was adjusted to 125 mg / dl, and it was considered that the blood glucose level tended to decrease after dialysis. In addition, acetone was MW58.08, which was dialytic as described above, and it was considered that it showed a decreasing tendency after 4 hours of treatment.

【Key words】 Diabetic nephropathy, exhaled acetone concentration, hemodialysis