

呼気一酸化炭素濃度測定における牛乳の影響

三好希帆¹、栗岡成人²、川添禎浩³、宮脇尚志^{2,3}

1. 京都女子大学大学院家政学研究科食物栄養学専攻
2. NPO 法人京都禁煙推進研究会(タバコフリー京都)、3. 京都女子大学大学院家政学研究科

【目的】 牛乳(乳糖)の摂取が呼気一酸化炭素(CO)濃度測定器の値に与える影響を検討する。

【方法】 非喫煙成人男女11名(21~59歳)を対象に3種類の呼気CO濃度測定器(A、B、C)を用いて呼気CO濃度を測定した。対象者は前日午後9時から絶飲食とし、当日は測定器で牛乳飲用前の呼気CO濃度の値を測定後、午前9時に牛乳400mL飲用、その後30分ごとに約8時間後まで測定を行った。

【結果】 測定器の前値の中央値(Q1, Q3)はA:1.0(1.0, 3.0)ppm、B:2.0(1.0, 2.0)ppm、C:1.0(1.0, 1.5)ppmであった。牛乳飲用後、測定器の値は上昇し、最大値の中央値はA:6.0(4.5, 10.0)ppm、B:11.0(7.0, 16.0)ppm、C:3.0(2.5, 3.5)ppmと前値より最大値が有意に高値を示した(A:p=0.003、B:p=0.003、C:p=0.003)。

【結語】 非喫煙者でも牛乳飲用後に測定器の値はいずれも上昇し、呼気CO濃度測定に影響を与えている可能性が示唆された。測定の際は測定前の牛乳摂取の有無を考慮する必要があると考えられた。

キーワード: 呼気一酸化炭素濃度、呼気一酸化炭素濃度測定器、乳糖、喫煙状況、禁煙外来

緒 言

タバコ葉は燃焼する過程において一酸化炭素(CO)が産生され、タバコ主流煙には数千~1万ppm以上のCOが含まれる¹⁾。禁煙外来では保険適用が可能な施設基準の一つとして、「禁煙治療を行うための呼気一酸化炭素濃度測定器を備えていること」が挙げられており²⁾、呼気CO濃度測定は喫煙の客観的・生化学的指標として用いられている。喫煙本数が同じでもタバコの種類や吸い方(単位時間あたりに吸う回数、吸い込みの程度、1本あたりの吸引時間など)によって、タバコ煙成分の取り込みの程度は異なる³⁾が、呼気CO濃度は半減期が短く、禁煙すると非喫煙者と同じレベルに戻り、禁煙して最初に確認できる効果の指標となることから、禁煙の動機づけや、禁煙を続ける励みとして重要である。通常、喫煙者の呼

気CO濃度は7ppm以上であり、1日の喫煙本数に近い数値となることが多い⁴⁾。

現在、禁煙外来等で使用されている呼気CO濃度測定器は主に3種類あり、いずれもエレクトロケミカル(電気化学式)ガスセンサーを使用しており、その特性上、水素系化合物に対しても反応するため、生体内で発生する水素が問題となる⁴⁾。生体内で水素が発生する原因として、乳糖不耐症との関係が挙げられる。乳糖不耐症とは、小腸粘膜上皮の刷子縁に存在する乳糖分解酵素(ラクターゼ)活性が欠損あるいは低下している者が、乳糖を含む人乳、牛乳、あるいは乳製品を摂取すると乳糖の消化吸収障害が起こり⁵⁾、下痢や腹痛が生じる病態⁶⁾である。このような病態は低ラクターゼ症、ラクターゼ欠乏症などとも呼ばれ、厳密には同義ではないが同じ意味として用いられることが多い⁵⁾。すなわち、乳糖不耐症者では乳糖を摂取すると、未消化の乳糖は小腸で吸収されずに大腸まで運搬され、腸内細菌によって発酵されるためその過程で水素が発生する⁷⁾。日本人の多く(90%以上)はラクターゼが欠損しているか欠乏していると言われており⁸⁾、牛乳不耐症を有する者も少なくない⁹⁾。そのため、乳糖を含む乳製品を摂取した後では、多くの日本人において呼気に水素が

連絡先

〒605-8501

京都市東山区今熊野北日吉町35

京都女子大学大学院家政学研究科食物栄養学専攻
三好希帆

TEL: 075-531-7157

e-mail: miyoshik1125@gmail.com

受付日 2021年11月29日 採用日 2022年2月2日

含まれ、非喫煙者および禁煙成功者であっても呼気CO濃度測定器の値が上昇し、誤判定される可能性がある¹⁰⁾。Bedfont Scientific Ltd.社製の測定器の説明書には水素交差性が生じる可能性(水素との干渉)について記載されているが、乳糖摂取による具体的な影響(時間や程度)については記載されておらず、乳糖摂取後の時間と呼気CO濃度測定器の値の経時的変化および乳糖不耐症との関連について測定器別に検討した報告は我々の調べた範囲では存在しない。

そこで本研究では、乳糖を含む牛乳の飲用が呼気CO濃度測定器(以下、測定器)の値に与える影響を検討することを目的として、非喫煙者において乳糖不耐症と測定器の値との関連および乳糖負荷後の測定器の値を3種の測定器を用いて調べ、測定器によるCO値を正しく評価するための必要な条件等を考察した。

対象と方法

1) 対象

本研究の主旨を説明し文書による承諾を得られ、自己申告で牛乳アレルギーのない健康な非喫煙成人男女11名を対象とした。

2) 実験方法

測定場所は、室内にCOや水素等の発生しない室内の実験室(75m²)を用い、実験1、2を別日に行った。

【実験1】乳糖負荷後の測定器の値の経時的変化

対象者は実験日前日の午後9時から絶飲食とした。実験日当日の午前8時30分に3種類の測定器を用いて呼気COの前値を測定し、午前9時に牛乳を400mL(乳糖19.2g含有)飲用した。牛乳飲用後ただちに呼気を測定し、以後30分ごとに約8時間後まで呼気CO濃度測定器による測定を行った。実験中は安静かつ絶飲食とした。なお、いずれの測定においても、3種類の測定器の測定順は無作為とした。

【実験2】20g乳糖負荷試験および乳糖不耐症の自覚症状の有無

乳糖不耐症を評価するための客観的指標として20g乳糖負荷試験^{11, 12)}を行った。対象者は実験日前日夜9時から絶飲食とした。実験日当日は前値となる空腹時血糖値を測定後、午前9時に20gの乳糖を200mLの水に溶かして飲用し、負荷後15、30、

60、90、120分時に血糖値を測定した。負荷前0分値と負荷後の血糖値の最大値の差が20mg/dL未満であった者を「20g乳糖負荷試験陽性」とした¹¹⁾。

また、乳糖不耐症の自覚症状の有無について、質問紙法にて「牛乳を飲むとお腹がゆるくなったり下痢になったりすることがあるか」という質問を行った。「ある、時々ある」と答えた者を自覚あり、「ない」と答えた者を自覚なしとし、それぞれ自覚あり群、自覚なし群の2群に分類した。加えて、実験1および2の実施の際にも下痢や腹痛等の乳糖不耐症症状の発現の有無について確認した。

3) 測定に使用した機器

呼気CO濃度測定器として、現在禁煙外来等で使用されている2社3種類の測定器(ピコプラス スモーカーライザー、Bedfont Scientific Ltd.社製：以下Aと略す、マイクロCOモニター、SCETI社製：以下Bと略す、ピコアドバンス スモーカーライザー、Bedfont Scientific Ltd.社製：以下Cと略す)を使用した。測定の際は息を15～20秒止めたあと、マウスピースを口にくわえ、ゆっくりと20秒間かけ息を吐き出した。なお、呼気CO濃度測定値の判定基準として、3種類の測定器のいずれかの最大値が7ppm以上となった者を①喫煙者レベル群、6ppm以下だった者を②非喫煙者レベル群⁴⁾に分類した。

血糖値の測定には自己検査用グルコース測定器グルテストNeoアルファ(株式会社三和化学研究所)を使用した。

4) 統計解析

統計処理は、統計ソフトIBM SPSS statistics 24(日本アイ・ビー・エム株式会社)を使用し、 $p < 0.05$ を有意水準とした。対象者11名の属性および測定器A、B、CそれぞれのCO値について、Shapiro-Wilk検定により正規性が認められなかったため、ノンパラメトリック検定を用い、対応のある連続変数の比較にはWilcoxon signed rank testを、対応のない3群の比較にはKruskal Wallis検定およびBonferroniの補正を行った。したがって、データは中央値(第1四分位、第3四分位)で表した。

5) 倫理的配慮

本研究は京都女子大学臨床研究倫理審査委員会において承認され(許可番号：2019-25)、ヘルシンキ

宣言に則り実施された。

結果

1) 対象者の属性

対象者は非喫煙男性4名、非喫煙女性7名の計11名であり、年齢分布は21～59歳であった。乳糖不耐症の自覚症状の有無(「牛乳を飲むとお腹がゆるくなったり下痢になったりすることがあるか」という質問)については、対象者11名中8名が「ない」と答え、3名が「時々ある」と回答した。

2) 測定器別の前値と最大値の差

表1に牛乳飲用前の測定器の値(前値)と牛乳飲用後の最大値を測定器別に示す。

牛乳飲用前の測定器の値は測定器A、B、Cでそ

れぞれ1.0(1.0, 3.0) ppm、2.0(1.0, 2.0) ppm、1.0(1.0, 1.5) ppmであった。400 mLの牛乳飲用後、測定器の値は有意に上昇し、最大値は測定器A、B、Cでそれぞれ6.0(4.5, 10.0) ppm ($p = 0.003$)、11.0(7.0, 16.0) ppm ($p = 0.003$)、3.0(2.5, 3.5) ppm ($p = 0.003$)であり、いずれの測定器も400 mLの牛乳飲用後、前値と比較して最大値が有意に高値を示した(図1)。11名の対象者の測定器の最大値は、測定器Aで4～16 ppm、測定器Bで3～18 ppm、測定器Cで2～4 ppmに分布し、個人差がみられた。

測定器間の値の比較では、牛乳飲用前の測定器の値は測定器A、B、C間に有意差は認められなかった($p = 0.725$)が、牛乳飲用後の最大値は測定器A、Bが測定器Cと比較して有意に高値を示した($p = 0.008$ 、 $p < 0.001$)。測定器AとBの間に有意な差は

表1 牛乳飲用前の測定器の値(前値)と牛乳飲用後の最大値

	牛乳飲用前の値(前値)(ppm)	牛乳飲用後の最大値(ppm)	有意確率
測定器A	1.0(1.0, 3.0)	6.0(4.5, 10.0)	$p = 0.003$
測定器B	2.0(1.0, 2.0)	11.0(7.0, 16.0)	$p = 0.003$
測定器C	1.0(1.0, 1.5)	3.0(2.5, 3.5)	$p = 0.003$

データの値は中央値(第1四分位, 第3四分位)

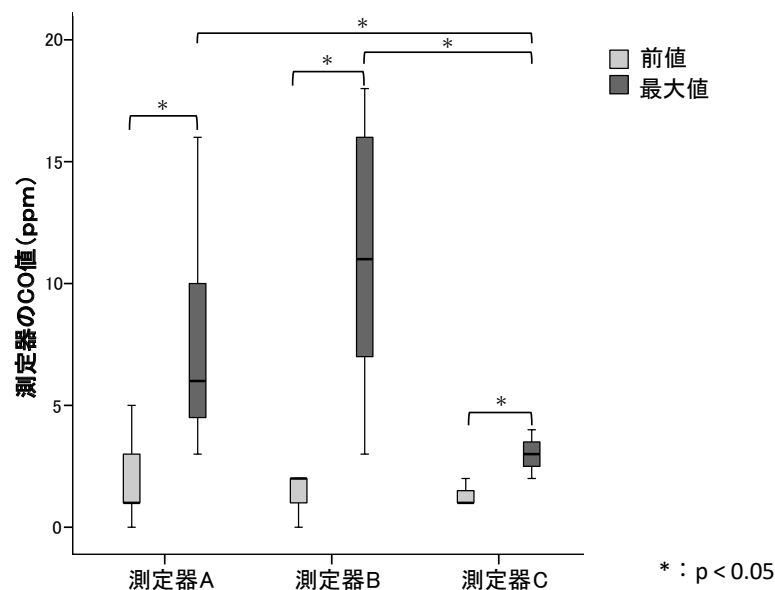


図1 測定器別の牛乳飲用前の値(前値)と牛乳飲用後の最大値の差

いずれの測定器も400 mLの牛乳飲用後、前値と比較して最大値が有意に高値を示した。データの値は中央値(第1四分位, 第3四分位)。

認められなかった ($p = 0.771$) (図1)。

3) 測定器の値の経時的推移

図2に各測定器の牛乳飲用後の値の経時的推移について示す。測定器Aでは牛乳飲用後1.5~7時間後までの値が、測定器Bでは牛乳飲用後1.5時間~測定終了時刻までの値が、測定器Cでは牛乳飲用後2.5~6.5時間後までの値が、それぞれ前値と比較して有意に高値を示した。測定器A、Bでは牛乳飲用後に対象者の測定器の値が喫煙者レベルの7ppm以上まで上昇したが、測定器Cでは、最大値が前値よ

り有意に高値を示したものの牛乳飲用後に喫煙者レベルまで上昇した者はいなかった。

また牛乳飲用後、最大値を示した時間は個人によって幅が見られた(約2.5~7時間)。

4) 乳糖負荷試験および乳糖不耐症の自覚の有無

表2に、各対象者における測定器の最大値および乳糖不耐症の自覚症状、20g乳糖負荷試験の結果と実験1および2を行った際の症状の有無についての内訳を示す。「20g乳糖負荷試験陽性」と判定された者は11名中7名であり、そのうち1名のみ乳糖不耐症

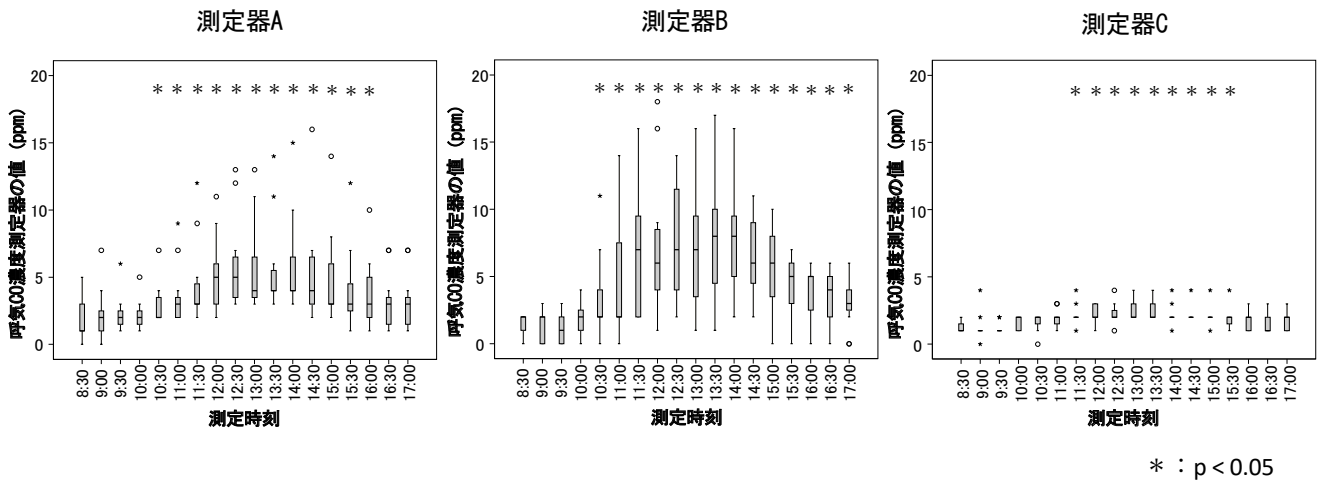


図2 測定器別のCO値の経時変化

牛乳飲用後の値が前値と比較して有意に高値を示した。データの値は中央値(第1四分位, 第3四分位)。

表2 各測定器の最大値および乳糖不耐症症状の有無と乳糖負荷試験の結果

対象者 No.	性別	年齢 (代)	各測定器の最大値			乳糖不耐症の自覚症状(問診)	乳糖負荷試験の結果	実験時の乳糖不耐症症状の発現
			測定器A	測定器B	測定器C			
1	女	20	<u>13</u>	<u>11</u>	3	なし	陽性	なし
2	女	20	<u>16</u>	<u>11</u>	4	なし	陽性	なし
3	男	50	<u>12</u>	<u>8</u>	4	なし	陽性	なし
4	男	20	6	5	2	なし	陽性	なし
5	女	50	<u>8</u>	6	4	なし	陽性	なし
6	男	20	4	3	3	時々あり	陽性	なし
7	男	50	5	<u>16</u>	2	なし	陽性	なし
8	女	20	6	<u>17</u>	3	なし	陽性	なし
9	女	20	4	<u>8</u>	2	なし	陽性	なし
10	女	20	5	<u>18</u>	3	時々あり	陽性	なし
11	女	20	4	<u>16</u>	3	時々あり	陽性	なし

太字下線は喫煙者レベル(7ppm以上)

の自覚あり、6名が自覚なしであった。陽性と判定されなかった者は11名中4名であり、そのうち2名が乳糖不耐症の自覚あり(時々あり)、2名が自覚なしであった。また、実験1および2のいずれにおいても、下痢や腹痛等の乳糖不耐症症状が出現した者はいなかった。

5) 呼気CO濃度の上昇レベルと乳糖不耐症との関連

牛乳飲用後の呼気CO濃度測定器の値が、いずれかの測定器において7ppm以上を示した喫煙者レベル群は9名、6ppm以下であった非喫煙者レベル群は2名であった。

① 喫煙者レベル群 (n=9)

喫煙者レベル群まで上昇した9名のうち1名が問診により乳糖不耐症の自覚症状が時々あり、かつ、乳糖負荷試験陽性であった(対象者No.11)。もう1名は乳糖不耐症の自覚はあったが乳糖負荷試験では陽性と判定されなかった(対象者No.10)。また5名は乳糖不耐症の自覚はなかったが乳糖負荷試験陽性であった(対象者No.1, 3, 5, 8, 9)。残りの2名は乳糖不耐症の自覚症状がなく、かつ乳糖負荷試験において陽性ではないと判断された(対象者No.2, 7)。

喫煙者レベル群では牛乳飲用後の測定値は、測定器Aで最大16ppm、測定器Bで最大18ppm、測定器Cで最大4ppmを示した。

② 非喫煙者レベル群 (n=2)

牛乳飲用後の最大値が非喫煙者レベルであった者は2名であり、1名は、乳糖不耐症の自覚はあったが、乳糖負荷試験で陽性でないと判定された(対象者No.6)。もう1名は、自覚症状はなかったが乳糖負荷試験陽性と判定された(対象者No.4)。

非喫煙者レベル群では牛乳飲用後の測定値は、測定器Aで最大6ppm、測定器Bで5ppm、測定器Cで3ppmを示した。

また、乳糖負荷試験で血糖値の最大値から0分値を減じた値と、呼気CO濃度測定で最大値から前値を減じた値は、いずれの測定器も有意な逆相関は見られず(A : $r = -0.109$, $p = 0.751$, B : $r = 0.124$, $p = 0.717$, C : $r = 0.413$, $p = 0.207$)、今回の実験では喫煙者レベル群および非喫煙者レベル群どちらも牛乳飲用後の測定器の値の上昇レベルと乳糖負荷

試験の結果および自覚症状の有無には関連は認められなかった。

考 察

本研究は、呼気CO濃度測定における乳糖の影響について、牛乳の飲用を行って測定器別に検討した初めての報告である。

呼気中のCO濃度の測定は喫煙状況の把握、喫煙・禁煙の客観的指標として重要であり、禁煙外来等で行われている。呼気CO濃度測定器で用いられている電気化学的分析法は、触媒としての活性をもつ電極による電氣的酸化によって水溶液中に生じた電流から測定する方法である⁴⁾が、この電気化学センサーの問題点としては、COのほかに水素(H₂)、硫化水素、二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化窒素、エチレンにも反応することが挙げられる。特に電気化学センサーの特性上、水素系化合物に対して強く反応する¹⁰⁾ため、生体内で発生する水素が問題となる(水素交差性)。乳糖不耐症の者においては、小腸で消化されないまま大腸に入った乳糖が腸内細菌により分解されて水素が発生し、その一部は腸管を通して血液に溶解込み肺から呼気中に排出される。この呼気中の水素がCOとして測定されることがあるので注意が必要となる⁴⁾。

今回の我々の検討では、非喫煙者であっても400mLの牛乳飲用後、3種類の測定器(A、B、C)はいずれも牛乳飲用前の値(前値)と比較して測定器の最大値は有意に上昇し、その上昇の程度は測定器によって違いがみられた。測定値の上昇の程度と最大値を示した牛乳飲用後の時間については個人差が認められた。また、測定器の上昇の程度と、乳糖負荷試験の結果、乳糖不耐症の自覚および実験時の乳糖不耐症症状の発現の有無に関連は見られなかった。

乳糖不耐症の評価は、小腸の生検材料を用いて酵素(ラクターゼ)の活性を測定する方法が客観的だといわれている^{5, 9, 13)}が、乳糖負荷後の血糖値の変動を見る乳糖負荷試験や、呼気水素濃度の測定なども乳糖不耐症の判定として検討されている。外来の診療では乳糖摂取後の腹部症状を自己申告した者のうち乳糖の除去により症状が改善されるものにおいて、乳糖不耐症と判定することが一般的である。今回我々は乳糖不耐症の判定に、自覚症状の有無(自己申告)および実験後の乳糖不耐症症状の発現の有無に加えて乳糖負荷試験を行い、呼気CO濃度測定器の値の

上昇との関連について検討を行った。しかし今回の検討では乳糖不耐症と呼気CO濃度測定値の上昇との明らかな関係は認められなかった。柳町ら¹²⁾は、乳糖負荷後の血糖値と呼気中水素濃度測定を利用し乳糖不耐症の診断を検討したところ、健常者21名のうち12名が乳糖不耐症陽性であったが、そのうち腹部症状(下痢)を呈した者は1名のみであったことから、自覚症状がなくてもラクターゼ活性が低い者の存在の可能性を指摘している。本研究では、20g乳糖負荷試験で陽性ではないと判定され、かつ自覚症状のない者および実験後の症状発現のなかった者の測定器の値も喫煙者レベルまで上昇したことから、乳糖不耐症でなくても呼気CO濃度が喫煙者レベルまで上昇しうることが示された。乳糖負荷試験には50gの乳糖を用いる方法^{6,9)}もあり、呼気CO濃度測定と乳糖不耐症の関連はさらなる検討が必要であると考えられる。また腸内細菌叢には個人間差および個人内差があり、このような差も結果に影響していると考えられる。本研究では対象者11名中9名の測定値が喫煙者レベルまで上昇したことから、牛乳飲用後、対象者の約8割が呼気に水素ガスを排出している可能性が高く、自覚はないがラクターゼ活性が低い可能性(潜在性乳糖不耐症¹²⁾)があることが示唆された。

日本人の90%以上は乳糖の摂取により水素を産生するという報告もある⁸⁾ので、呼気CO濃度測定の前には水素交差性の影響を考慮して、測定前の牛乳など乳製品の摂取について確認する必要があると考えられる。また、測定器の値が上昇する乳糖(牛乳)以外の原因として、他に人が消化酵素を持たない食品(食物繊維、難消化性炭水化物など)を摂取した場合においても、小腸で消化されずに通過し、大腸で腸内細菌により発酵され、水素を発生する可能性がある¹⁴⁾ため、注意が必要である。

また、今回使用した3種類の測定器はいずれも電気化学センサーを用いて測定されているが、いずれも水素交差性の影響の詳細は公開されていない。測定器Cが最も新しく発売された機種であることから、技術の向上により水素交差性の影響が抑えられていると考えられる。ただし、測定器Cは、真の呼気CO濃度よりも測定値が低く表示されている可能性もあるため、今後は、リファレンススタンダードの水素濃度とCO濃度を測定し、機種ごとに比較検討する必要があると考えられる。

本研究の限界として、以下の点が挙げられる。第一に、本研究で飲用した牛乳の量は400mLであり、通常の一回の飲用量と比較して多い。第二に、本実験では呼気水素濃度を測定していないため、測定器の値の上昇が水素交差性のみによるものかは不明である。今後は、上述したようにリファレンスとしてガスクロマトグラフィー等を用いて水素濃度とCO濃度を測定し検討する必要がある。第三に、本研究の対象者は非喫煙者のみであるため、喫煙者の検討も加えることが必要である。

以上のような限界があるものの、乳糖不耐症でない非喫煙者であっても400mLの牛乳飲用後にいずれの測定器も呼気CO濃度の最大値は飲用前と比較して有意に上昇することが明らかになった。このことから、禁煙外来等で呼気CO濃度測定器の値を評価する際には、測定前の牛乳の飲用の有無や飲用後の時間などを確認する必要があると考えられる。また、牛乳飲用後の最大値の上昇の程度は測定器によって差があったため、機種による違いも考慮する必要がある。

本研究は2019年度「日本禁煙学会調査・研究・事業助成」を受けて行った。

本研究において、利益相反はない。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、京都女子大学の学生の皆様およびボランティアの皆様にご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 田淵貴大：喫煙の医学。タバコ煙の成分。タバコ煙に含まれる成分。In：日本禁煙学会編。禁煙学(改訂4版)。南山堂、東京、2019；2-6。
- 2) 日本循環器学会、日本肺癌学会、日本癌学会：禁煙治療のための標準手順書(第8.1版)。
https://www.j-circ.or.jp/kinen/anti_smoke_std/pdf/anti_smoke_std_rev8_1_.pdf(閲覧日：2021年11月26日)
- 3) 中村正和：喫煙と呼気一酸化炭素—その測定の意義と実際。In：小橋恭一編著。呼気生化学—測定とその意義。(株)メディカルレビュー社、大阪、1998；107-113。
- 4) 川根博司：呼気一酸化炭素濃度測定器。治療2006；88：2505-2511。
- 5) 緒方正信、八尾恒良：日本人のCrohn病における乳糖吸収不良に関する研究。日消誌1992；89：

- 11-19.
- 6) 下条直樹：乳糖不耐症. 小児外科2015；47：350-352.
- 7) 近藤孝晴, 藤井悠平, 野田洋平：呼気水素測定の意義. 中部大学生命科学研究所紀要 2013；9：61-64.
- 8) Kondo T, Liu F, Toda Y: Milk is a useful test meal for measurement of small bowel transit time. *J Gastroenterol* 1994; 29: 715-720.
- 9) 佐々木義楼：日本人(成人)の乳糖不耐症. 日消誌 1976；68：37-49.
- 10) 栗岡成人：(重要)呼気一酸化炭素(CO)測定時の注意喚起. <http://www.jstc.or.jp/uploads/uploads/files/%20CO.pdf> (閲覧日：2021年8月19日)
- 11) 中村孝司：乳糖負荷試験. 日臨 1997；55：107-108.
- 12) 柳町悟司, 野木正之, 松本敦史, ほか：潜在性乳糖不耐症の存在. 消化と吸収 2018；40：116-120.
- 13) Benjamin M, Matthias B, Kristin V, et al: Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. *Gut* 2019; 68: 2080-2091.
- 14) 奥田真子, 加藤史香, 川井友貴, ほか：食物繊維食摂取が呼気中水素及び人体に及ぼす影響. 日本食生活学会誌 2017；28：109-117.

Influence of milk on a measurement of exhaled carbon monoxide (CO)

Kiho Miyoshi¹, Narito Kurioka², Sadahiro Kawazoe³, Takashi Miyawaki^{2,3}

Abstract

Objective: This study aims to investigate the effects of milk on a measurement of exhaled carbon monoxide (CO).

Methods: Eleven healthy non-smokers (aged 21–59) were recruited. After an overnight fast, exhaled CO of the subjects was measured using three different portable CO monitors (A, B, and C). After taking 400 ml-milk containing lactose at 9:00 am, exhaled CO of the subjects was measured every 30 min for about eight hours.

Results: The median values (25 percentile, 75 percentile) before taking milk were A: 1.0 (1.0, 3.0) ppm, B: 2.0 (1.0, 2.0) ppm, C: 1.0 (1.0, 1.5) ppm, respectively. After taking milk, CO values using every monitor were significantly increased; A: 6.0 (4.5, 10.0) ppm, B: 11.0 (7.0, 16.0) ppm, C: 3.0 (2.5, 3.5) ppm (A: $p = 0.003$, B: $p = 0.003$, C: $p = 0.003$).

Conclusions: Non-smokers' CO values as measured by a CO monitor increased after taking milk including lactose. The effects of taking milk should be considered before measuring CO with a portable CO monitor.

Key words

exhaled carbon monoxide concentration, exhaled carbon monoxide concentration monitor, lactose, smoking status, smoking cessation clinic

¹ Department of Food and Nutrition, Graduate School of Home and Economics, Kyoto Women's University

² Kyoto Association for Tobacco Control

³ Graduate School of Home and Economics, Kyoto Women's University