

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6634379号
(P6634379)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 33/92 (2006.01)	GO 1 N 33/92 Z
GO 1 N 33/53 (2006.01)	GO 1 N 33/53 S
GO 1 N 30/88 (2006.01)	GO 1 N 30/88 E
GO 1 N 30/72 (2006.01)	GO 1 N 30/72 C
GO 1 N 27/62 (2006.01)	GO 1 N 27/62 X

請求項の数 10 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-557746 (P2016-557746)	(73) 特許権者 000173924 公益財団法人野口研究所 東京都板橋区加賀一丁目9番7号
(86) (22) 出願日 平成27年10月30日(2015.10.30)	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2015/080801	
(87) 国際公開番号 W02016/072364	(74) 代理人 100125748 弁理士 高橋 徳明
(87) 国際公開日 平成28年5月12日(2016.5.12)	
審査請求日 平成30年9月12日(2018.9.12)	(74) 代理人 100177161 弁理士 日比 敦士
(31) 優先権主張番号 特願2014-224811 (P2014-224811)	
(32) 優先日 平成26年11月5日(2014.11.5)	(74) 代理人 100191972 弁理士 宮坂 友梨
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(72) 発明者 井ノ口 仁一 宮城県仙台市泉区高森五丁目9-7
	(72) 発明者 ベイロン ルーカス 宮城県仙台市青葉区小松島四丁目16-2 8 ボザールマンション301

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 疾患を検出する方法

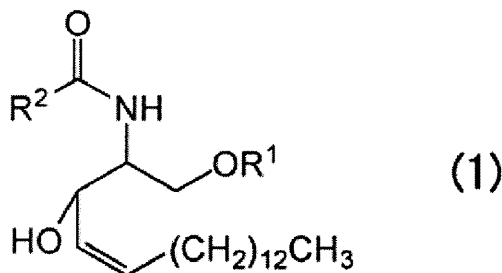
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 被験者由来の血液試料中のガングリオシドGM3を測定する工程を含む、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出するための方法であって、

該ガングリオシドGM3は、下記式(1)で表される構造であることを特徴とする方法。

【化1】



[式(1)中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、R²-C(=O)

- は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。]

【請求項2】

上記疾患がメタボリックシンドロームである請求項1に記載の方法。

【請求項3】

上記式(1)で表される構造は、 $R^2 - C(=O) -$ が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数22又は24の炭化水素基である請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項4】

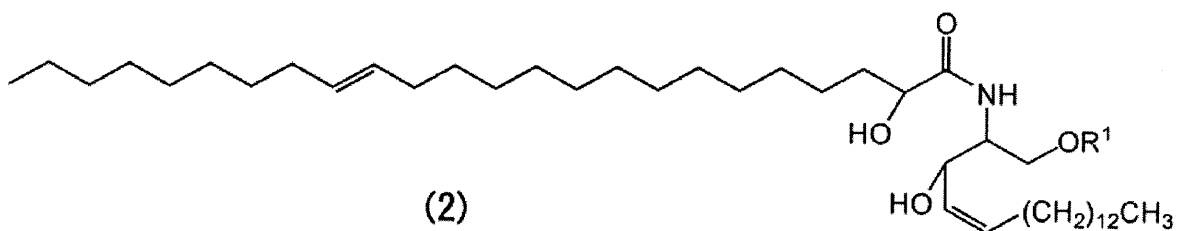
上記式(1)で表される構造は、 $R^2 - C(=O) -$ が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有する炭素数24の炭化水素基である請求項1又は請求項2に記載の方法。

10

【請求項5】

上記式(1)で表される構造が下記式(2)で表される構造である請求項1又は請求項2に記載の方法。

【化2】



[式(2)中、 R^1 は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示す。]

【請求項6】

(b)上記(a)工程で測定した上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量と、健常人由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量を比較する工程と、

(c)上記(b)工程で有意な差があった場合に、上記被験者の、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患に関するマーカーの値が、上記健常人と比較して異常であると判定する工程を更に含む、請求項5に記載の方法。

30

【請求項7】

上記内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、及び、高血圧症に関するマーカーは、オートタキシン、HOMA-IR、HbA1c、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、アラニン-アミノトランスフェラーゼ、低密度リポタンパク質コレステロール、空腹時血糖、及び、血圧よりなる群から選択される少なくとも1つである、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

上記アテローム性動脈硬化症に関するマーカーは、スフィンゴミエリン、リゾホスファチジルコリン、C反応性タンパク質、及び、平均内膜中膜肥厚よりなる群から選択される少なくとも1つである、請求項6又は請求項7に記載の方法。

40

【請求項9】

上記ガングリオシドGM3の測定を、上記ガングリオシドGM3に対して抗体を作用させる方法、高速液体クロマトグラフィー法、質量分析法、又は、液体クロマトグラフィー/質量分析法によって行う、請求項1ないし請求項8の何れかの請求項に記載の方法。

【請求項10】

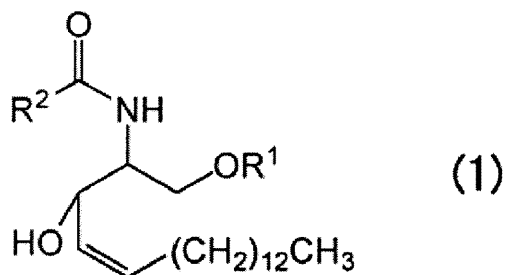
標準物質としてガングリオシドGM3を含有する、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも

50

1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出するキットであり、

該ガングリオシドGM3は、下記式(1)で表される構造であることを特徴とする検出キット。

【化3】



[式(1)中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、R²-C(=O)-は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。]

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、特定の疾患を検出する又は該疾患の発症リスクを検出する方法及びそれらの検出キットに関し、更に詳しくは、特定の構造を有するガングリオシドGM3を測定する工程を含む、特定の疾患を検出する又は該疾患の発症リスクを検出する方法及びそれらの検出キットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

糖尿病及び循環器病(CVD; cardiovascular disease)は肥満、高血圧及び身体活動の低下を含む多くの危険因子が重複し、互いに関連性がある。CVDの1つであるアテローム性動脈硬化症は、コレステロール及び脂肪が血管の内腔に蓄積することによって、プラークが形成された状態をいう。このプラークが破裂すると、血栓ができ、脳卒中、心臓発作等を引き起こす危険性がある(非特許文献1)。

30

【0003】

これまでにメタボリック及び行動リスク因子がアテローム性動脈硬化症を引き起こす原因となっていることが報告されている。行動リスク因子には、運動不足、過剰なカロリー、塩及び脂肪摂取等の不健康な食事、タバコ、及びアルコールの乱用等が含まれる。従来のメタボリックリスク因子には、高血圧、血中におけるコレステロール等の脂質濃度の増加、及び高血糖等が含まれる。また、頸動脈内膜中膜肥厚(CIMT)がCVD危険因子と関連があることが報告されている。

【0004】

40

一方、糖尿病には、1型糖尿病と2型糖尿病がある。2型糖尿病は、過剰なカロリー摂取、運動不足、肥満及び血中における低密度リポタンパク質(LDL)濃度増加等と関連があり、生活習慣病と言われている。2型糖尿病では、インスリン抵抗性及び/又はインスリン分泌不全となり、高血糖状態となっている(非特許文献2)。内臓脂肪の過剰蓄積に伴う脂肪細胞の機能異常によるアディポサイトカインの分泌バランスの破綻が、インスリン抵抗性を惹起し、2型糖尿病や動脈硬化性疾患の要因として重要な役割を果たしていることが明らかにされている。

【0005】

内臓脂肪組織中には常時、骨髄性細胞であるマクロファージが潜在しているが、肥大化に伴いインスリン抵抗性を獲得しつつある内臓脂肪細胞からはMCP-1というアディポ

50

サイトカインが分泌され、更にマクロファージが周辺血管より動員される。また、肥大化した脂肪組織から分泌される多量の遊離脂肪酸も T o l l - l i k e r e c e p t o r を介してマクロファージを活性化し、T N F や I L - 6 等の炎症性サイトカインを分泌する。これらの炎症性サイトカインが脂肪細胞に作用し、脂肪細胞のインスリン抵抗性を増悪する。その結果、アディポサイトカインの分泌異常が亢進する。この脂肪細胞の慢性炎症状態が、全身性のインスリン抵抗性を惹起することが見出され、脂肪組織の病態生理が注目されている（非特許文献3）。

【0006】

現在2型糖尿病の血液診断は、一般的に血糖値、H b A 1 c、グリコアルブミン値等を指標に診断されているが、2型糖尿病の病状を正解に把握するためには、1つの指標だけではなく、複数の指標を測定し、評価しなければならない。

【0007】

これまでに、発明者らは、血液中の、ガングリオシドの1つであるガングリオシド G M 3 (- N e u 5 A c - (2 - 3) - G a l - (1 - 4) - - G l c - (1 - 1) - セラミド)を定量することによって、2型糖尿病、高脂血症、高血圧及び肥満からなる群から選択されるインスリン抵抗性病態を示す疾患を検出することができることを見出した（特許文献1、非特許文献4）。ガングリオシドはシアル酸を含むスフィンゴ糖脂質の総称であり、スフィンゴ糖脂質は、セラミドにグルコース、ガラクトース、N - アセチルガラクトサミン、N - アセチルグルコサミン、シアル酸等の糖や硫酸の段階的な酵素付加によって生合成された糖脂質であり、細胞膜脂質二重層の外側に発現している。

また、これまでの研究により、総 G M 3 量は、リポタンパク質コレステロール (L D L - c) と相関関係があることがわかっている（非特許文献4）。

【0008】

また、血液中のガングリオシド G M 3 には、セラミド部分の炭化水素基の炭素数や二重結合の数、置換基の種類や数等により、多くの分子種が存在している。分子種によって、生物物理学的特性や生理学的機能が異なると言われ、特定の構造を有するガングリオシド G M 3 を測定することが、メタボリックシンドローム等の生活習慣病の検出に更に有効であると考えられるが、これまでのところ、当該検出により有効であるガングリオシド G M 3 の構造については報告がなされていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】国際公開第2007/139224号

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】Kwon, G. P. et al., Circulation, 117 (2008) 2919-2927

【非特許文献2】Chen, L. et al., Nat rev Endocrinol., 8 (2012) 228-236

【非特許文献3】Katada, H. et al., Chem Bio Chem., 10 (2009) 1279

【非特許文献4】Sato, T. et al., Obe Res Clin Pract., 2 (2008) I II

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は上記背景技術に鑑みてなされたものであり、その課題は、メタボリックシンドローム等の生活習慣病（特定疾患）に関与する多くの分子と相関性がある、特定の構造を有するガングリオシド G M 3 を測定する工程を含む、疾患を検出する又は該疾患の発症リスクを検出する方法及びキットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者は、上記の課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、セラミド部分がヒドロキシル化されたガングリオシド G M 3 を測定することにより、内臓脂肪型肥満症、高血糖症

、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出できることを見出した。

【0013】

また、該特定の構造を有するガングリオシドGM3は、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患に関するマーカーと相関関係があることを見出して本発明を完成するに至った。

【0014】

すなわち、本発明は以下の方法である。

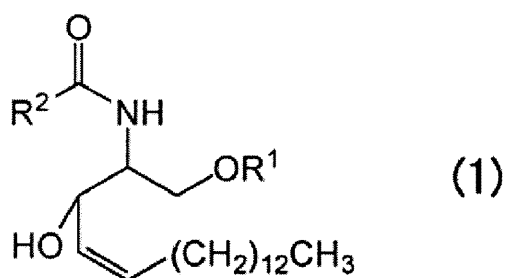
10

[1]

(a) 被験者由来の血液試料中のガングリオシドGM3を測定する工程を含む、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出する方法であって、

該ガングリオシドGM3は、下記式(1)で表される構造であることを特徴とする検出方法である。

【化1】



[式(1)中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、R²-C(=O)-は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。]

30

【0015】

[2]

上記疾患がメタボリックシンドロームである[1]に記載の検出方法。

【0016】

[3]

上記式(1)で表される構造は、R²-C(=O)-が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数22又は24の炭化水素基である[1]又は[2]に記載の検出方法。

【0017】

40

[4]

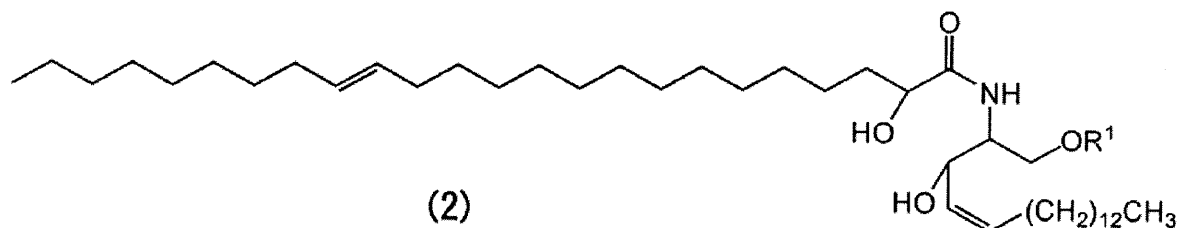
上記式(1)で表される構造は、R²-C(=O)-が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有する炭素数24の炭化水素基である[1]又は[2]に記載の検出方法。

【0018】

[5]

上記式(1)で表される構造が下記式(2)で表される構造である[1]又は[2]に記載の検出方法。

【化 2】



[式 (2) 中、 R^1 は、ガングリオシド GM 3 を構成する糖鎖を示す。]

10

【 0 0 1 9 】

[6]

(b) 上記 (a) 工程で測定した上記式 (2) で表される構造であるガングリオシド GM 3 の量と、健常人由来の血液試料中の上記式 (2) で表される構造であるガングリオシド GM 3 の量を比較する工程と、

(c) 上記 (b) 工程で有意な差があった場合に、上記被験者の、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも 1 つの疾患若しくは 2 つ以上が合併された疾患に関するマーカーの値が、上記健常人と比較して異常であると判定する工程

を更に含む、[5] に記載の検出方法。

20

【 0 0 2 0 】

[7]

上記内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、及び、高血圧症に関するマーカーは、オートタキシン、HOMA - I R、Hb A 1 c、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、アラニン - アミノトランスフェラーゼ、低密度リポタンパク質コレステロール、空腹時血糖、及び、血圧よりなる群から選択される少なくとも 1 つである、[6] に記載の検出方法。

【 0 0 2 1 】

[8]

上記アテローム性動脈硬化症に関するマーカーは、スフィンゴミエリン、リゾホスファチジルコリン、C 反応性タンパク質、及び、平均内臓中膜肥厚よりなる群から選択される少なくとも 1 つである、[6] 又は [7] に記載の検出方法。

30

【 0 0 2 2 】

[9]

上記ガングリオシド GM 3 の測定を、上記ガングリオシド GM 3 に対して抗体を作用させる方法、高速液体クロマトグラフィー法、質量分析法、又は液体クロマトグラフィー / 質量分析法によって行う、[1] ないし [8] の何れかの請求項に記載の検出方法。

【 0 0 2 3 】

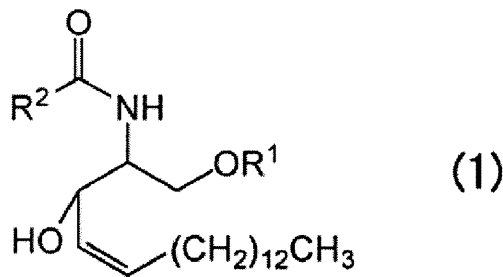
[1 0]

標準物質としてガングリオシド GM 3 を含有する、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも 1 つの疾患若しくは 2 つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出するキットであり、

40

該ガングリオシド GM 3 は、下記式 (1) で表される構造であることを特徴とする検出キット。

【化 3】



[式 (1) 中、 R^1 は、ガングリオシド GM 3 を構成する糖鎖を示し、 $R^2 - C(=O)$ は、置換基として OH 基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数 16 以上 24 以下の脂肪酸残基を示す。]

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明の検出方法によれば、前記問題点を解消し前記課題を解決し、血液試料中の特定構造を有するガングリオシド GM 3 を測定することにより、従来の検出方法と比べて、被験者の状態を、より基本的見地から、より正確に、より簡便に把握することができる。

式 (1) で表される特定のガングリオシド GM 3 を測定することにより、一般的ガングリオシド GM 3 の測定 (ガングリオシド GM 3 全体の測定) に比べて、更なる的確に、特定疾患の検出ができたり、特定疾患の発症リスクの検出ができたりする。

また、従来の生活習慣病の検出方法と比べて、被験者の生活習慣病に関連する状態をより正確に把握することができる。

【 0 0 2 5 】

具体的には、本発明の検出方法により、特定の構造を有するガングリオシド GM 3 を測定することで、従来法に比べ、より基本的見地から、より正確に、より簡便に、「内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも 1 つの疾患若しくは 2 つ以上が合併された疾患」を検出することができる。

本明細書では、上記「 」内 (合併された疾患も含む) を、「特定疾患」と略記することがある。

【 0 0 2 6 】

また、従来法に比べ、上記特定疾患の発症リスクを、より基本的見地から、より正確に、より簡便に、より早期に予測することができて、該特定疾患に罹患しないよう早めに対策を講じること等ができる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の検出方法により、総 GM 3 量を測定することでは特定疾患を検出することができない場合であっても、特定疾患を検出したり、特定疾患の発症リスクを検出したりすることができる。

特に、本発明の検出方法により、被験者がメタボリックシンドロームに罹患しているか否かを検出したり、該発症リスクを判断したりすることができる。

【 0 0 2 8 】

また、特定の構造を有するガングリオシド GM 3 は、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症のマーカースと相関性があり、該特定の構造を有するガングリオシド GM 3 を測定するという簡便な操作により、上記特定疾患に罹患しているかを検出する又は上記特定疾患を発症するリスクがあるかを予測することができる。

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、前記特定疾患、メタボリックシンドローム、生活習慣病等の疾患を検

20

30

40

50

出すること又は該疾患の発症リスクを検出することによって、それらによって引き起こされる、糖尿病；心筋梗塞、狭心症等の心臓血管障害；脳梗塞等の脳血管障害；腎機能障害；四肢動脈閉塞等の血管障害；等の循環器系疾患の検出・予防が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】健常人及び各疾患に罹患している患者の血清中の総GM3量を測定した結果を示すグラフである。

【図2】血清中の総GM3量と、(A)総コレステロール量、(B)LDL-コレステロール(LDL-c)量、(C)オートタキシン量、(D)平均内膜中膜肥厚(Mean IMT)、(E)空腹時血糖値、(F)インスリン、(G)HOMA-IR量、及び(H)HbA1c量との相関関係を示すグラフである。

10

【図3A】健常人及び各疾患に罹患している患者の血清中の、12個のGM3分子種の量を測定した結果を示すグラフである。

【図3B】健常人及び各疾患に罹患している患者の血清中の、11個のGM3分子種の量を測定した結果を示すグラフである。

【図4】血清中の特定の構造を有するGM3([hC24:1]GM3)量と、(A)総コレステロール量、(B)LDL-コレステロール(LDL-c)量、(C)オートタキシン量、及び(D)平均内膜中膜肥厚(Mean IMT)、(E)空腹時血糖値、(F)インスリン、(G)HOMA-IR量、及び(H)HbA1c量との相関関係を示すグラフである。

20

【図5】GM3、スフィンゴミエリン、セラミドに存在する[hC24:1]量を測定したグラフである。縦軸は、[C24:1]量を100としたときの割合(%)である。

【図6】健常人及び各疾患に罹患している患者の、(A)血清中のヒドロキシル化GM3(「d18:1-h24:0」、「d18:1-h24:1」、「d18:1-h22:0」)の合計量、(B)血清中の非ヒドロキシル化GM3(「d18:1-24:0」、「d18:1-24:1」、「d18:1-22:0」)の合計量を測定した結果を示すグラフである。

【図7】血清中のヒドロキシル化GM3(「d18:1-h24:0」、「d18:1-h24:1」、「d18:1-h22:0」)の合計量と、(A)総コレステロール量、(B)LDL-コレステロール(LDL-c)量、(C)オートタキシン量、(D)平均内膜中膜肥厚(Mean IMT)、(E)空腹時血糖値、(F)インスリン、(G)HOMA-IR量、及び(H)HbA1c量との相関関係を示すグラフである。

30

【図8】血清中の非ヒドロキシル化GM3(「d18:1-24:0」、「d18:1-24:1」、「d18:1-22:0」)の合計量と、(A)総コレステロール量、(B)LDL-コレステロール(LDL-c)量、(C)オートタキシン量、(D)平均内膜中膜肥厚(Mean IMT)、(E)空腹時血糖値、(F)インスリン、(G)HOMA-IR量、及び(H)HbA1c量との相関関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0031】

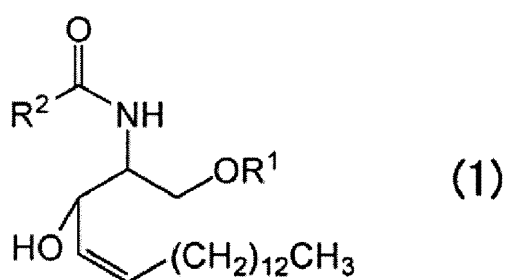
以下、本発明について説明するが、本発明は以下の実施の具体的態様に限定されるものではなく、任意に変形して実施することができる。

40

【0032】

本発明の検出方法は、(a)被験者由来の血液試料中のガングリオシドGM3を測定する工程を含む、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出する方法であって、該ガングリオシドGM3は、下記式(1)で表される構造であることを特徴とする。

【化4】



[式(1)中、 R^1 は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、 $R^2 - C(=O)$ は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。]

【0033】

本明細書中において、各疾患を以下のように定義する。

<1>被験者のへその位置でのウエストサイズが男性の場合は85cm以上、女性の場合は90cm以上のときに、内臓脂肪型肥満症(visceral fat accumulation、以下「VFA」と略記する場合がある)であると判断する。

<2>被験者の空腹時血糖値が126mg/dL以上であるときに、高血糖症(hyperglycemia)であると判断する。 20

【0034】

<3>次の(1)から(3)の条件のうち、少なくとも1つの条件に当てはまるときに、脂質異常症(dyslipidemia)であると判断する。

(1)被験者のトリグリセライド(中性脂肪)値が150mg/dL以上。

(2)被験者の低密度リポタンパク質コレステロール(LDL-c)値が140mg/dL以上。

(3)被験者の高密度リポタンパク質コレステロール(HDL-c)値が40mg/dL未満。

【0035】

<4>被験者の収縮期血圧(最高血圧)が140mmHg以上、及び/又は、拡張期血圧(最低血圧)が90mmHg以上であるときに、高血圧症(hypertension)であると判断する。 30

<5>アテローム性動脈硬化症(atherosclerosis)とは、粥状動脈硬化とも言われ、血管の内膜に脂肪やコレステロールが蓄積することにより、プラーク(粥種)が該血管の内膜に形成されている状態をいう。

【0036】

<6>腎症(Nephropathy)は、腎機能が低下する病気である。高血糖症等により血糖値が高い状態が続いたことにより、腎臓の毛細血管に障害が起きて発生する腎症がある。 40

<7>また、上記VFA、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、アテローム性動脈硬化症等、生活習慣に起因すると考えられる疾患を「生活習慣病」と略記する場合がある。

【0037】

本発明の検出方法は、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出する方法である。

「2つ以上が合併された疾患を検出する」とは、「内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも2つ以上の疾患を被験者が発症しているか否かを検出する」ということである。

また、「2つ以上が合併された疾患の発症リスクを検出する」とは、「内臓脂肪型肥満 50

症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも2つ以上の疾患の発症リスクを被験者が有しているか否かを検出する」ということである。

【0038】

本発明の検出方法は、特定疾患の検出方法、特定疾患の発症リスクの検出方法であるが、また、本発明の検出方法は、生活習慣病を検出する、又は、該生活習慣病の発症リスクを検出する方法でもある。

【0039】

また、本発明の検出方法は、メタボリックシンドロームを検出する、又は、該メタボリックシンドロームの発症リスクを検出する方法でもある。

10

本明細書において、「メタボリックシンドローム」とは、内臓脂肪型肥満症であると共に、「高血糖症、脂質異常症及び高血圧症」のうち少なくとも2つの疾患を発症している状態を言う。従って、「メタボリックシンドローム」の状態は、特定疾患を発症している状態に含まれる。

【0040】

<工程(a)>

工程(a)においては、被験者由来の血液試料中の、下記式(1)で表される構造を有する特定のガングリオシドGM3を測定する。該「測定」とは、特定のガングリオシドGM3の存在を血液中に確認したり、血液中の特定のガングリオシドGM3を定量したりすることを含む概念である。該「測定」は、必要に応じて、更にその他の工程を含んでもよい。

20

【0041】

一般に「ガングリオシド(Ganglioside)」とは、糖鎖上に1つ以上のシアル酸が結合しているスフィンゴ糖脂質を言う。

「ガングリオシドGM3」とは、スフィンゴ糖脂質の糖鎖が、下記「」内であるものを言う。

「 - Neu5Ac - (2 - 3) - Gal - (1 - 4) - - Glc - (1 - 1) - セラミド」

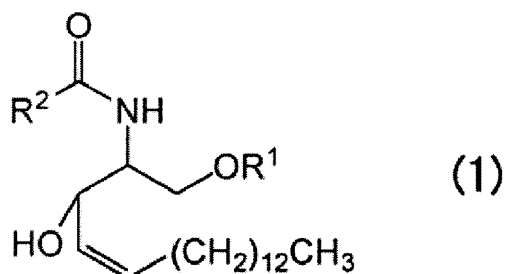
ここで、「 - Neu5Ac」は、Nアセチル - ノイラミン酸、「 - Gal」は、 - ガラクトース、「 - Glc」は、 - グルコースを示す。

30

【0042】

本発明で測定するガングリオシドGM3(以下、単に「GM3」と略記する場合がある)は、GM3の中でも特に下記式(1)で表される構造を有するものである。

【化5】



[式(1)中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、R² - C(=O) - は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。]

【0043】

ここで、「ガングリオシドGM3」の定義から、式(1)中の「ガングリオシドGM3を構成する糖鎖であるR¹」とは、「 - Neu5Ac」、「 - Gal」及び「 - G

50

「1 c」が、前記「ガングリオシドGM3」の定義のように結合したものである。

【0044】

以下、「上記式(1)で表される構造を有するGM3」を、単に「ヒドロキシ化GM3」と略記する場合がある。

【0045】

上記式(1)で表される構造については、上記式(1)中の「 $R^2 - C(=O) -$ 」が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数22又は24の炭化水素基であることが、GM3総量の定量等のGM3全体の測定に比べ、よりの確に特定疾患の検出ができ、よりの確に該特定疾患の発症リスクを検出できる点から好ましい。

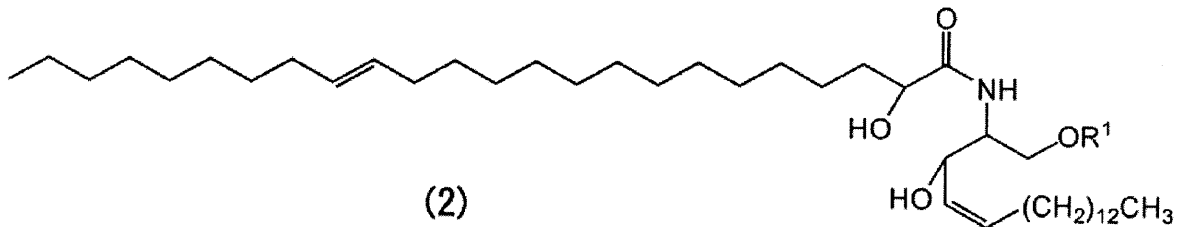
【0046】

また、 R^2 が、置換基としてOH基を有する、二重結合を有する炭素数23の炭化水素基であることが、上記点からより好ましい。

【0047】

更に、上記式(1)で表される構造が下記式(2)で表される構造であることが、上記点から特に好ましい。

【化6】



[式(2)中、 R^1 は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示す。]

【0048】

以下、「上記(2)で表される構造を有するGM3」を、「[hC24:1]GM3」と略記する場合がある。「[hC24:1]GM3」は、GM3の脂肪酸が、置換基としてOH基を有する、炭素数24の脂肪酸(脂肪酸のカルボキシル基の酸素が二重結合で結合した炭素も1つと数える。)であり、該炭化水素基中に1つの二重結合を有することを意味する。

【0049】

本発明における「被験者」は、ヒト、イヌ、ネコ、ウマ、ウシ、ブタ、ヒツジ、サル等の哺乳動物を示すが、ヒトが好ましい。

【0050】

本発明において用いられる「被験者由来の血液試料」は、全血液、血清、血漿等が挙げられる。「被験者由来の血清又は血漿」を用いることが、高精度な測定が可能となる点で好ましい。

【0051】

例えば、被験者から採取した全血液を抗凝固剤が添加された採血管に採取し、転倒混和後、遠心分離することによって、血漿を回収することができる。また、被験者から採取した全血液を凝固させた後、遠心分離することによって、血清を回収することができる。

【0052】

血液試料中の「式(1)で表される特定の構造を有するGM3」の抽出方法は、公知の方法を用いることができる。より具体的には、後述する実施例に記載の方法等によって、血液試料中からGM3を抽出することができる。

【0053】

また、本発明の検出方法は、

(b)上記(a)工程で測定した上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量と、健常人由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシ

10

30

40

50

ドGM3の量を比較する工程と、

(c) 上記(b)工程で有意な差があった場合に、上記被験者の、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患に関するマーカーの値が、上記健常人と比較して異常であると判定する工程を更に含む検出方法であることが好ましい。

【0054】

<工程(b)>

工程(b)においては、上記(a)工程で測定した上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量と、健常人由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量を比較する。 10

【0055】

<工程(c)>

工程(c)においては、上記(b)工程で有意な差があった場合に、上記被験者の、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患に関するマーカーの値が、上記健常人と比較して異常であると判定する。

「有意な差」とは、被験者由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量と、健常人由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量を、例えば、マン・ホイットニーのU検定、2標本t検定等を用いて統計解析を行った結果、P値が0.05以下であることを言う。 20

【0056】

被験者由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量を、健常人由来の血液試料中の上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3の量で割った値(倍)の下限が、1.2倍以上~2.5倍以上の範囲のときに特定疾患のマーカー値が異常であると判断することが好ましく、1.4倍以上~2.3倍以上の範囲のときに異常であると判断することがより好ましく、1.6倍以上~2倍以上の範囲のときに異常であると判断することが特に好ましい。該割った値の下限の下限が低過ぎると、健常人を異常と判定してしまう場合があり、一方、該割った値の下限の上限が高過ぎると、異常な場合でも異常と判定しないことになってしまう場合がある。 30

【0057】

「2つ以上が合併された疾患に関するマーカー」とは、「内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも2つ以上の疾患に関するマーカー」ということである。

【0058】

上記工程(c)は、上記式(1)で表される構造であるGM3が、特に上記式(2)で表される構造であるガングリオシドGM3([hC24:1]GM3)であるときに、特定疾患に関するマーカー(バイオマーカー)と相関関係があったことを見出したことに基づいている。

すなわち、例えば、[hC24:1]GM3という1つの分子を測定等することにより、[hC24:1]GM3と相関性がある「特定疾患のマーカーの値」についても予測することができ、該マーカーの値が健常人と比較して異常か否かを推測・判定することができ、そのような判定を基に、特定疾患を検出したり、特定疾患の発症リスクを検出したりする方法が特に好ましい。 40

【0059】

上記内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、及び、高血圧症に関するマーカーとは、オートタキシン、HOMA-IR(Homeostasis model assessment-Insulin Resistance)、HbA1c(Hemoglobin A1c)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、アラニン-アミノトランスフェラーゼ(ALT)、低密度リポタンパク質コレステロール(LDL-c) 50

、空腹時血糖、及び、血圧よりなる群から選択される少なくとも1つのマーカーであることが好ましい。

【0060】

上記アテローム性動脈硬化症に関するマーカーは、スフィンゴミエリン、リゾホスファチジルコリン、C反応性タンパク質（C-reactive protein）、及び、平均内膜中膜肥厚（IMT）よりなる群から選択される少なくとも1つのマーカーであることが好ましい。

【0061】

上記特定のガングリオシドGM3の測定方法は、特に限定はないが、上記GM3に対して抗体を作用させる方法、高速液体クロマトグラフィー法、質量分析法、又は、液体クロマトグラフィー/質量分析法を用いることが好ましい。これらの方法を組み合わせて使用してもよい。

【0062】

上記GM3に対して抗体を作用させる方法としては、特に限定されないが、例えば、ELISA法等が挙げられる。

【0063】

上記高速液体クロマトグラフィー法（以下、「HPLC」と略記する場合がある）としては、特に限定されないが、例えば、順相クロマトグラフィー、逆相クロマトグラフィー、イオン交換クロマトグラフィー等を使用することができる。

【0064】

質量分析法としては、特に限定されないが、例えば、イオン化法として、MALDI法、ESI法、及びAPCI法等を使用することができる。また、分離部として、飛行時間型（TOF型）、二重収束型、四重極収束型、イオントラップ型等を使用することができる。特定の構造を有するGM3の測定（検出、定量）においては、イオン化法として、ESI法又はAPCI法、分離部として四重極収束型を使用することが好ましい。

【0065】

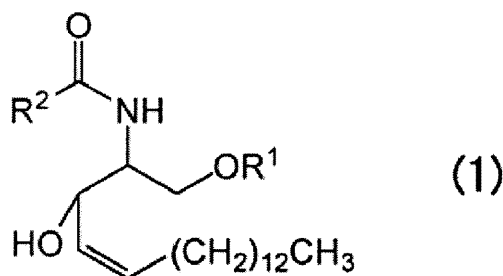
「液体クロマトグラフィー/質量分析法（LC/MS）」とは、上記の高速液体クロマトグラフィー法及び上記質量分析法を組み合わせた分析法である。

【0066】

<検出キット>

本発明は、更に、標準物質としてガングリオシドGM3を含有する、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出するキットであり、該ガングリオシドGM3は、下記式（1）で表される特定の構造であることを特徴とする検出キットを提供することができる。

【化7】



【式（1）中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示し、R²-C(=O)-は、置換基としてOH基を有する、二重結合を有していてもよい炭素数16以上24以下の脂肪酸残基を示す。】

【0067】

10

20

30

50

本発明の上記検出キットを用いれば、前記した効果をより好適に発揮することができる。すなわち、本発明の検出キットを用いれば、上記本発明の検出方法を用いて、容易に高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出する、又は、該疾患の発症リスクを検出することが可能である。

また、本発明の検出キットを用いれば、被験者が生活習慣病等の特定疾患に罹患しているか、又は、生活習慣病等の特定疾患を発症するリスクを有しているか検出することが可能であり、被験者の状態をより正確に把握することができる。

【実施例】

【0068】

以下に、実施例及び比較例を挙げて本発明を更に具体的に説明するが、本発明は、その要旨を超えない限りこれらの実施例に限定されるものではない。

【0069】

<被験者>

合計125人の日本人を被験者とした。その125人のうち、26人は健常人であり、39人は内臓脂肪型肥満症(VFA)のみを有し、15人はVFA及び高血糖症を併発し、28人はVFA及び脂質異常症を併発していた。そして、残りの17人は、VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発、すなわち、メタリックシンドロームを発症していた。

なお、被験者全員にインフォームドコンセントを行い同意が得られた。

【0070】

<脂質の抽出>

50 μ Lの血清に、100ngの¹³Cで標識したGM3(以下、「d18:1-[¹³C]16:0」と略記する)を内部標準として加え、凍結乾燥後、クロロホルム及びメタノールを1:1で混合した溶液5mLに溶解した。得られた混合物を超音波処理し、40 $^{\circ}$ Cで1時間保温後、4000rpmで30分間遠心分離した(15,000 \times g)。遠心分離後、上清を回収し、ペレットは上記と同じ抽出工程に供した。得られた上清を混合後、蒸発させて、血清から脂質を抽出した。

【0071】

<質量分析>

各GM3種の測定は、LC-MS/MS(イオン化法:エレクトロスプレー法、陰イオンモード、多重反応モニタリング)を用いた。LCはAccela 1250 Pump(サーモフィッシャーサイエンティフィック)、質量分析装置はVantage AM(四重極型、サーモフィッシャーサイエンティフィック)を使用した。牛乳から抽出したGM3種の混合物を用いて、質量分析装置のキャリブレーションを行った。

【0072】

上記50 μ Lの血清から抽出した脂質を50 μ Lのメタノールに溶解後、6 μ LをLC-MS/MSに供した。該6 μ L中、内部標準であるd18:1-[¹³C]16:0は12ng含まれていた。

【0073】

LCの設定条件を以下に示す。

(1)カラム:Develosil C30-UG-1(長さ50mm、野村化学)

(2)流速:50 μ L/min

(3)移動相:(i)0.1%酢酸及び0.1%アンモニアを含む、H₂O(20%)/2-プロパノール(50%)/メタノール(30%)混合溶液(以下、「溶媒A」とする)。(ii)0.1%酢酸及び0.1%アンモニアを含む、H₂O(2%)/2-プロパノール(50%)/メタノール(48%)混合溶液(以下、「溶媒B」とする)。

(4)溶出条件:溶媒Aの濃度を0分(分析開始時)から5分間100%で送液し、その後30分間で0%(溶媒Bの濃度を100%)まで直線的に低下させた。その後4分間0%(溶媒Bの濃度を100%)で送液し、1分後に100%まで上昇させ、その後10分間溶媒Aの濃度を100%で送液した。

10

20

30

40

50

【0074】

質量分析装置の設定条件を以下に示す。

- (1) ニードル電圧：-2500V
- (2) キャピラリー温度：204
- (3) ペーパーライザー温度：373
- (4) シースガス圧（窒素ガス）：50（任意単位）
- (5) イオンスイープガス圧：0（任意単位）
- (6) 補助ガス圧（窒素ガス）：15（任意単位）
- (7) SレンズRF振幅：276
- (8) イオン源解離（CID）衝突エネルギー：0
- (9) 衝突圧力：1.0mTorr
- (10) 衝突エネルギー：53eV
- (11) スキャン時間：0.01秒

10

【0075】

各GM3種の量は、内部標準（d18：1-[¹³C]16：0）を基に定量した。総GM3量は、検出された23種のGM3の合計量から計算した。

【0076】

<統計解析>

定量解析の結果は、平均標準偏差（mean±SD）で表した。すべての統計解析において、P0.05の場合、統計的に有意差があると判断した。統計解析には、マン・ホイットニーのU検定又は2標本t検定を用い、スピアマンの順位相関係数を求めた。

20

また、実施例5において、全てのGM3種について、多変量解析を行った。説明変数として、肥満度指数（BMI；Body Mass Index）、腹囲、踵骨骨密度、弛緩期血圧、収縮期血圧、ブリンクマン指数、駆出率、HOMA-IR、ヘモグロビン（HbA1c）、血小板、AST（グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT））、ALT（グルタミン酸ピルビン酸トランスフェラーゼ（GPT））、 γ -グルタミルトランスペプチターゼ（ γ -GTP）、トリグリセライド、クレアチニン、尿酸、高密度リポタンパク質コレステロール（HDL-c）、C反応性タンパク質、LDL-c、遊離脂肪酸、総アディポネクチン、オートタキシン、スフィンゴミエリン、ホスファチジルコリン、リゾホスファチジルコリン、及び、IMTを調べた。多変量解析ではXLSTAT（version 2014.4.02、Addins of t社）を用い、それ以外の統計解析にはGraphPad Prism 6.04（GraphPad Software Inc.）を用いた。

30

【0077】

実施例1

<マーカー及び各疾患との相関性>

(1) 健常人（26人）、(2) VFAのみ発症している患者（39人）、(3) VFA及び高血糖症を併発している患者（15人）、(4) VFA及び脂質異常症を併発している患者（28人）、及び(5) VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している患者（すなわち、メタボリックシンドロームを発症している患者）（17人）における、メタボリックシンドローム等の特定疾患と関連があるマーカー（指標）を測定した。結果を、表1に示す。表1中の(1)～(5)は、(1) 健常人、(2) 内臓脂肪型肥満症のみ発症している患者、(3) 内臓脂肪型肥満症及び高血糖症を併発している患者、(4) 内臓脂肪型肥満症及び脂質異常症を併発している患者、及び(5) 内臓脂肪型肥満症、高血糖症及び脂質異常症を併発している患者である。

40

【0078】

また、表中、「ns」は、 $P > 0.05$ 、「*」は、 $P < 0.05$ 、「**」は、 $P < 0.01$ 、「***」は、 $P < 0.001$ 、「****」は、 $P < 0.0001$ であることを示す。表中の数字は、何れも平均±標準偏差である。

【0079】

50

【表 1】

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
被験者数	26	39	15	28	17
性別(男/女)	8/18	29/10	13/2	25/3	16/1
年齢					
BMI (kg/m ²)	51.8 ± 1.8	52.1 ± 1.5 ns	59.9 ± 2.1 **	50.1 ± 1.6 ns	54.4 ± 2.4 ns
身長 (cm)	24.3 ± 0.2	27.5 ± 0.4 ****	27.3 ± 0.8 ****	28.1 ± 0.6 ****	28.8 ± 0.8 ****
体重 (kg)	159.6 ± 1.5	168.2 ± 1.5 ****	167.4 ± 1.6 **	169.0 ± 1.5 ****	168.8 ± 1.8 ***
ウエスト (cm)	62.1 ± 1.1	78.0 ± 1.7 ****	76.5 ± 2.7 ****	80.3 ± 2.2 ****	82.3 ± 2.8 ****
収縮期血圧 (mmHg)	83.3 ± 0.7	95.1 ± 1.0 ****	96.0 ± 2.2 ****	95.5 ± 1.5 ****	97.3 ± 1.7 ****
弛緩期血圧 (mmHg)	110.1 ± 1.9	113.7 ± 2.0 ns	121.0 ± 4.7 *	114.4 ± 2.5 ns	128.4 ± 3.1 ****
トリグリセリド	71.4 ± 1.1	72.2 ± 1.3 ns	74.8 ± 2.9 ns	75.4 ± 1.7 ns	82.6 ± 2.1 ****
中性脂肪酸 (mg/dL)	85.1 ± 5.4	101.6 ± 3.8 *	96.9 ± 7.0 ns	266.5 ± 33.5 ****	275.7 ± 35.0 ****
HDL-c (mg/dL)	66.4 ± 2.5	54.2 ± 1.8 ***	57.0 ± 2.9 *	46.0 ± 1.8 ****	43.0 ± 2.3 ****
LDL-c (mg/dL)	121.4 ± 5.0	122.4 ± 4.5 ns	130.3 ± 5.8 ns	128.3 ± 7.5 ns	132.8 ± 8.9 ns
血糖値 (mg/dL)	92.2 ± 1.4	94.6 ± 1.2 ns	143.6 ± 8.4 ****	96.3 ± 1.2 *	127.2 ± 4.3 ****
総コレステロール (mg/dL)	201.6 ± 5.3	192.6 ± 4.7 ns	204.5 ± 7.1 ns	208.6 ± 7.6 ns	210.7 ± 7.9 ns
遊離脂肪酸 (μEq/L)	540.6 ± 53.8	470.3 ± 38.1 ns	444.5 ± 49.5 ns	527.7 ± 32.8 ns	410.8 ± 43.2 ns
インスリン (μU/mL)	5.0 ± 0.5	7.2 ± 0.7 *	9.5 ± 2.0 **	10.7 ± 1.7 **	12.8 ± 1.2 ****
HOMA IR (mU/L)	1.1 ± 0.1	1.7 ± 0.2 *	3.4 ± 0.7 ***	2.5 ± 0.4 **	4.0 ± 0.4 ****
HOMA β (%)	64.5 ± 6.8	93.0 ± 16.0 ns	46.4 ± 9.7 ns	121.3 ± 21.6 *	77.2 ± 8.2 ns

表 1

【 0 0 8 0 】

実施例 2

< 各疾患における総 GM 3 量の比較 >

(1) 健常人 (2 6 人)、(2) V F A のみ発症している患者 (3 9 人)、(3) V F A 及び高血糖症を併発している患者 (1 5 人)、(4) V F A 及び脂質異常症を併発している患者 (2 8 人)、及び (5) V F A、高血糖症及び脂質異常症を併発している患者 (すなわち、メタボリックシンドロームを発症している患者) (1 7 人) における、総 GM

3量を測定した。結果を、図1に示す。図1中の縦軸は、血清サンプル中に含まれる内部標準(「d18:1-[¹³C]16:0」)の量を100%としたときの、総GM3量(%)である。また、図中の「*」は、P 0.05を表す。

【0081】

図1の結果より、総GM3量は、(2)VFAのみを発症している場合、健常人と比べて有意な差があったが、(3)VFA及び高血糖症を併発している場合、(4)VFA及び脂質異常症を併発している場合、及び(5)VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している場合は、健常人と比べて有意な差はなかった。

【0082】

実施例3

<総GM3及び各疾患のマーカ－との相関性>

総GM3及び各疾患のマーカ－(総コレステロール、LDL-c、オートタキシン、平均IMT、空腹時血糖、インスリン、HOMA-IR、HbA1c)との相関関係を、スピアマンの順位相関を用いて解析した。結果を、図2に示す。

【0083】

図2の結果、総GM3量は、総コレステロール、LDL-c、平均IMT、空腹時血糖、及びHbA1cとは相関性があったが、オートタキシン、インスリン、及びHOMA-IRとは相関性がなかった。

【0084】

<実施例2及び3の結果>

実施例2及び3の結果より、総GM3量を測定・比較により、患者がメタボリックシンドローム等の特定疾患である又はメタボリックシンドローム等の特定疾患になる可能性があるか否かを正確には判断できないことが示唆された。

【0085】

実施例4

<各GM3種及び生活習慣病との関連性>

GM3には、GM3中のセラミド部分の炭化水素基の炭素数、二重結合の数、置換基の有無や種類等により、多くの分子種が存在している。実施例2及び3の結果を受け、総GM3量を測定するのではなく、特定のGM3分子種を測定することにより、生活習慣病や特定疾患に関する、より正確な被験者の情報を取得することができるのでないかと考え、各GM3種及び各疾患との相関性を調べた。

実施例1と同様に、(1)健常人(26人)、(2)VFAのみ発症している患者(39人)、(3)VFA及び高血糖症を併発している患者(15人)、(4)VFA及び脂質異常症を併発している患者(28人)、及び(5)VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している患者(すなわち、メタボリックシンドロームを発症している患者)(17人)における、各GM3種の量を測定した。結果を、図3A及びBに示す。

【0086】

図3Aの横軸は、血清中のGM3に最も多く含まれているGM3種である、「d18:1-24:0」から、含有量が多い順に並べた。図3Bの横軸は、血清中のGM3に13番目に多く含まれているGM3種である、「d18:1-16:1」から、含有量が多い順に並べた。

各GM3種の構造について、例えば「d18:1-24:0」の場合、「d18:1」は、GM3のスフィンゴミエリン部分が、炭素数18の炭化水素基であり、該炭化水素基中に1つの二重結合を有することを意味する。「24:0」は、GM3の脂肪酸が、炭素数24の炭化水素基であり、該炭化水素基中に二重結合が存在しないことを意味する。例えば、「d18:1-24:0」が、脂肪酸に置換基としてOH基を有する場合は、「d18:1-h24:0」と表記する。

【0087】

図3中の縦軸は、血清サンプル中に含まれる内部標準(「d18:1-[¹³C]16:0」)の量を100%としたときの、各GM3種の量(%)である。また、図中の「*

10

20

30

40

50

」は、 $P = 0.05$ 、「**」は、 $P = 0.01$ 、「***」は、 $P = 0.001$ 、「***」は、 $P = 0.0001$ であることを示す。表中の数字は、何れも平均 ± 標準偏差である。マン・ホイットニーのU検定を用いた。

【0088】

図3の結果、GM3の脂肪酸に置換基としてOH基を有する、多くのGM3種（「d18:1-h24:0」、「d18:1-h24:1」、「d18:1-h22:0」、「d18:1-h20:0」、「d18:1-h21:0」、「d18:1-h18:1」）において、(5) VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している場合に、健常人と比べて有意な差があった。また、「d18:1-20:0」及び「d18:1-21:1」においても、(5) VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している場合に、健常人と比べて有意な差があった。 10

特に「d18:1-h24:0」、「d18:1-h24:1」、「d18:1-h22:0」において、(5) VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している場合に、健常人と比べて、有意に1.7倍以上増加していた。

以上の結果から、GM3の脂肪酸に置換基としてOH基を有するGM3（ヒドロキシル化GM3）が、メタボリックシンドローム等の特定疾患や生活習慣病の検出に有効であることが示唆された。

【0089】

実施例5

<各GM3種及び疾患のマーカ－との相関性>

血清中のGM3に多く含まれていたGM3種（図3Aの横軸に記載された12種）及び疾患のマーカ－との相関関係を、多変量解析を用いて解析した。結果を表2に示す。 20

上記疾患マーカ－は以下の通りである。

(1) 肥満のマーカ－：BMI

(2) メタボリックシンドロームのマーカ－：LDL-c、オートタキシン（表2中、「ATX」と略記する）、HOMA-IR、AST、ALT、HbA1c

(3) アテローム性動脈硬化症のマーカ－：リゾホスファチジルコリン（表2中、「LPC」と略記する）、スフィンゴミエリン（表2中、「SM」と略記する）、駆出率（表2中、「EF」と略記する）、C反応性タンパク質（表2中、「CRP」と略記する）、血小板、トリグリセライド 30

(4) 高血圧症のマーカ－：血圧

(5) 腎症のマーカ－：クレアチニン

(6) その他のマーカ－：年齢

【0090】

【表 2】

	アテローム性動脈硬化症										高血圧症			腎症			
	C24:0	C16:0	C24:1	C22:0	C23:0	C20:0	C22:1	C18:0	hC24:0	hC24:1	hC22:0	C18:1					
男女	LPC	SM SM	SM LPC		EF SM LPC	SM LPC	血小板	血圧 SM LPC	LDL-C LPC	年齢 ATX SM	ATX	血圧 SM					
男性		SM	LPC		LPC	SM LPC	LPC	血圧 SM LPC	LDL-C	血圧 HOMA-IR SM LPC		血圧 SM					
女性				HDL-C	血圧 年齢	CRP	血小板	AST ALT クレアチニン	年齢 HOMA-IR HbA1c AST ALT CRP	BMI AST ALT							

表 2

【 0 0 9 1 】

表 2 中の「C 2 4 : 0」は、図 3 A の「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」に該当する。図 3 A と 50

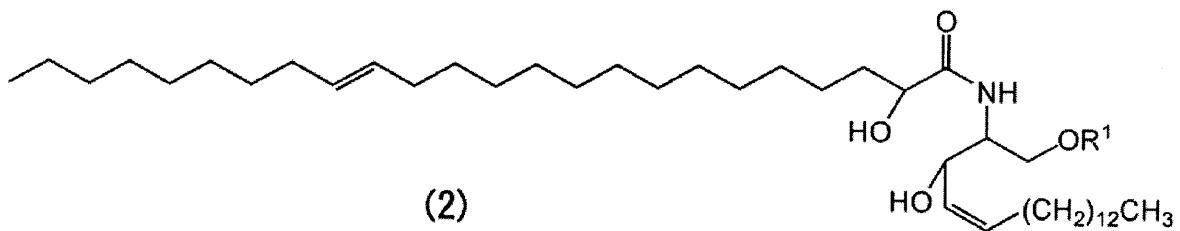
同様に、血清中のGM3に含まれる量が多い順に並べた。

【0092】

表2より、ヒドロキシル化GM3 (hC24:0、hC24:1、hC22:0) が、ヒドロキシル化されていないGM3と比べて、より多くの特定疾患に関連があるマーカーと相関性があることがわかった。特に、下記式(2)の構造を有する「hC24:1」([hC24:1] GM3) は、年齢、オートタキシン、スフィンゴミエリン、血圧、HOMA-IR、リゾホスファチジルコリン、HbA1c、AST、ALT、C反応性タンパク質という多くのマーカーと相関性があり、特定疾患の検出・診断に用いることが有効であると示唆された。

また、表2の結果より、すべてのGM3種が特定疾患に關与する分子と相関性があるわけではないこともわかった。特定疾患とあまり関連性がない分子種の増加に伴い、総GM3量は増加する場合も考えられるので、総GM3量を、特定疾患の検出・診断のマーカーとして用いることは、偽陽性又は誤った検出・診断を導くおそれがあることが示唆される。

【化8】



[式(2)中、R¹は、ガングリオシドGM3を構成する糖鎖を示す。]

【0093】

実施例6

< [hC24:1] GM3 及び各疾患のマーカーとの相関性 >

実施例5の結果より、メタボリックシンドローム等の特定疾患のマーカーとして、また生活習慣病や特定疾患のマーカーとして、[hC24:1] GM3を用いることが有効であることが示唆された。次に、[hC24:1] GM3 及び各疾患のマーカー (総コレステロール、LDL-c、オートタキシン、IMT、空腹時血糖、インスリン、HOMA-IR、HbA1c) との相関関係を、スピアマンの順位相関を用いて解析した。結果を図4に示す。

【0094】

図4の結果、[hC24:1] GM3量は、総コレステロール、LDL-c、オートタキシン、IMT、空腹時血糖、インスリン、HOMA-IR、HbA1cと相関性があった。

【0095】

実施例7

< [hC24:1] の含有量の測定 >

血清中のGM3全体、スフィンゴミエリン全体、セラミド全体に含まれる、[C24:1] に対する[hC24:1] 量を測定した。結果を図5に示す。

図5の縦軸は、「脂肪酸の炭素数が24であり、該脂肪酸中に二重結合が1つ存在するもの」([C24:1] と略記する) の量に対する、「脂肪酸の炭素数が24であり、水酸基を有し、該脂肪酸中に二重結合が1つ存在するもの」([hC24:1] と略記する) の割合を示している。

【0096】

図5の結果、GM3に含まれる[C24:1]の28.31%が、[hC24:1]であった。

一方、スフィンゴミエリンに含まれる[C24:1]の0.67%が、[hC24:1]

〕であり、セラミドに含まれる〔C 2 4 : 1〕の0.45%が〔h C 2 4 : 1〕であった。

【0097】

これより、GM3が特定疾患の患者で多いことを前提にすると、「置換基としてOH基を有し、かつ二重結合を1つ有している炭素数24の脂肪酸」が、特にGM3の中に集中して結合していた（存在していた）ことから、〔h C 2 4 : 1〕GM3が、特に特定疾患に関するマーカーとして好適であることの立証が得られた。

図5の結果より、〔h C 2 4 : 1〕GM3等の式(1)で表されるGM3が、特定疾患の検出方法、特定疾患の発症リスクの検出方法として好適である理由・機序が明らかになった。

10

【0098】

実施例8

<各疾患におけるヒドロキシル化GM3量の比較>

(1)健常人(26人)、(2)VFAのみ発症している患者(39人)、(3)VFA及び高血糖症を併発している患者(15人)、(4)VFA及び脂質異常症を併発している患者(28人)、及び(5)VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している患者(すなわち、メタボリックシンドロームを発症している患者)(17人)における、ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - h 2 2 : 0」と非ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - 2 2 : 0」)の量をそれぞれ測定した。結果を、図6

20

に示す。図中の「*」は、P 0.01を表す。
図6Aの縦軸は、3つのヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - h 2 2 : 0」)の合計量(ng/μL)、図6Bの縦軸は、3つの非ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - 2 2 : 0」)の合計量(ng/μL)を示す。

【0099】

図6Aの結果より、ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - h 2 2 : 0」)の合計量は、(5)VFA、高血糖症及び脂質異常症を併発している場合、健常人と比べて有意な差があった。

一方、図6Bの結果より、非ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - 2 2 : 0」)の合計量は、上記(2)~(5)何れの場合でも、健常人と比べて有意な差はなかった。

30

【0100】

実施例9

<ヒドロキシル化GM3及び各疾患のマーカーとの相関性>

ヒドロキシル化GM3又は非ヒドロキシル化GM3、及び各疾患のマーカー(総コレステロール、LDL-c、オートタキシン、IMT、空腹時血糖、インスリン、HOMA-IR、HbA1c)との相関関係を、スピアマンの順位相関を用いて解析した。結果を図7及び8に示す。

図7は3つのヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - h 2 2 : 0」)の合計量(ng/μL)と各疾患のマーカーとの相関関係を示し、図8は3つの非ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - 2 2 : 0」)の合計量(ng/μL)と各疾患のマーカーとの相関関係を示す。

40

【0101】

図7の結果、ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 0」、「d 1 8 : 1 - h 2 4 : 1」、「d 1 8 : 1 - h 2 2 : 0」)の合計量は、総コレステロール、LDL-c、オートタキシン、IMT、空腹時血糖、インスリン、HOMA-IR、HbA1cと相関性があった。

一方、図8の結果、非ヒドロキシル化GM3(「d 1 8 : 1 - 2 4 : 0」、「d 1 8 :

50

1 - 24 : 1」、 $d 18 : 1 - 22 : 0$ 」)の合計量は、総コレステロール、LDL-c、空腹時血糖とは相関性があったが、オートタキシン、IMT、インスリン、HOMA-IR、HbA1cとは相関性がなかった。

【0102】

<実施例8及び9の結果>

実施例8及び9の結果から、GM3の脂肪酸に置換基としてOH基を有するGM3(ヒドロキシル化GM3)が、メタボリックシンドローム等の特定疾患や生活習慣病の検出に有効であることが分かった。

【産業上の利用可能性】

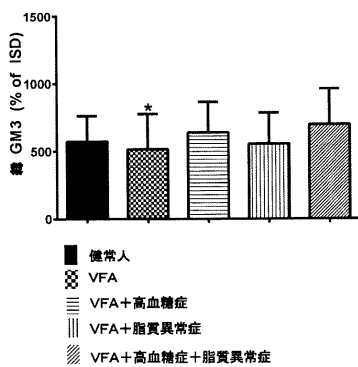
【0103】

本発明の検出方法は、内臓脂肪型肥満症、高血糖症、脂質異常症、高血圧症、及び、アテローム性動脈硬化症よりなる群から選択される少なくとも1つの疾患若しくは2つ以上が合併された疾患を検出、又は、該疾患の発症リスクを検出することができ、被験者の状態をより正確に把握することができる。従って、本発明は、診断薬、研究用試薬、及び臨床検査の分野等で利用が可能である。

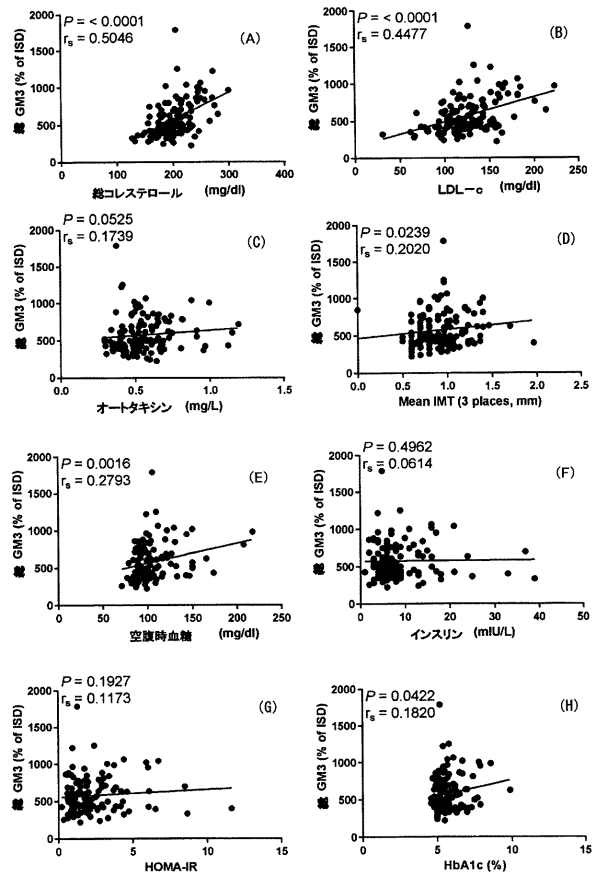
【0104】

本願は、2011年11月5日に出願した日本の特許出願である特願2014-224811に基づくものであり、それらの出願の全ての内容はここに引用し、本願発明の明細書の開示として取り込まれるものである。

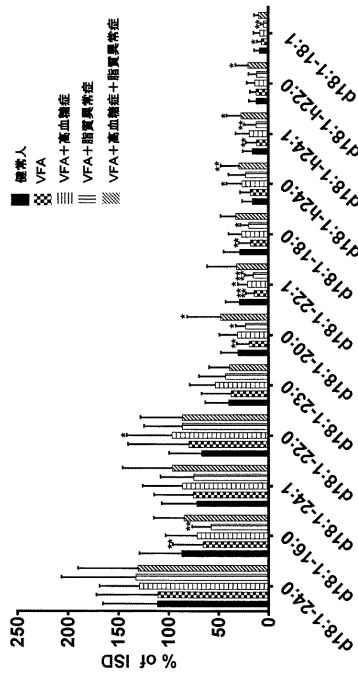
【図1】



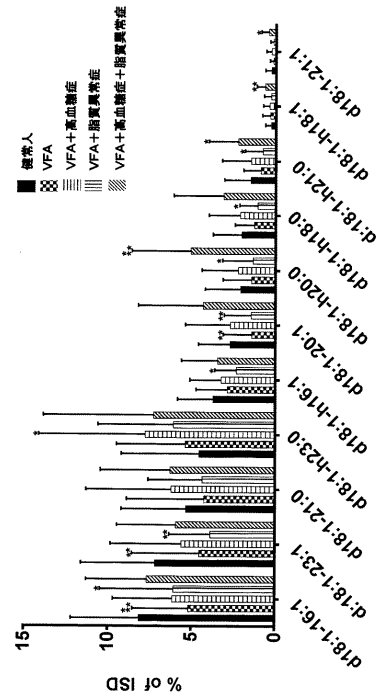
【図2】



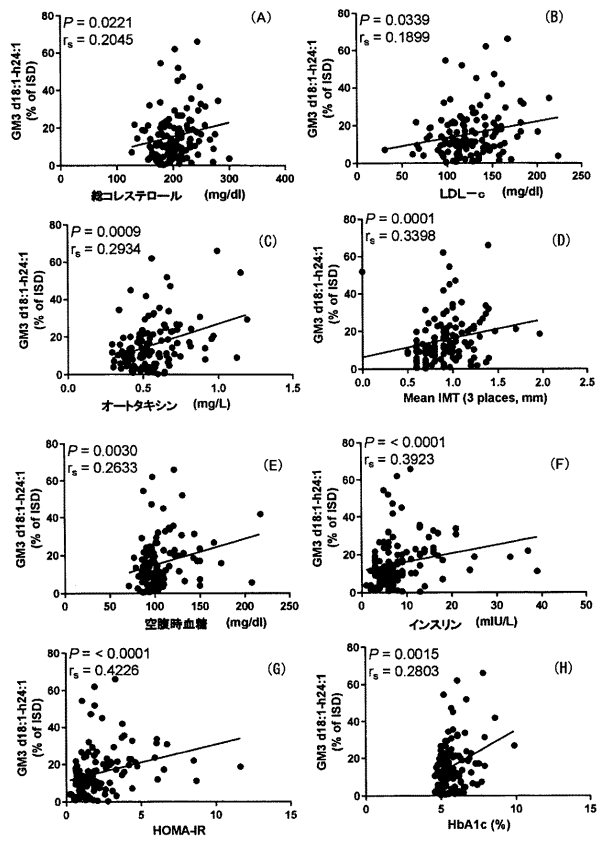
【 図 3 A 】



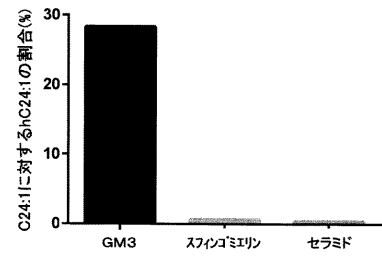
【 図 3 B 】



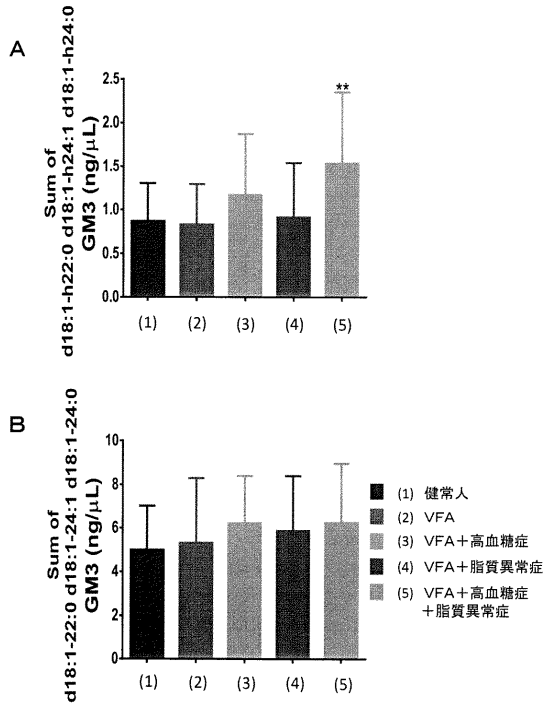
【 図 4 】



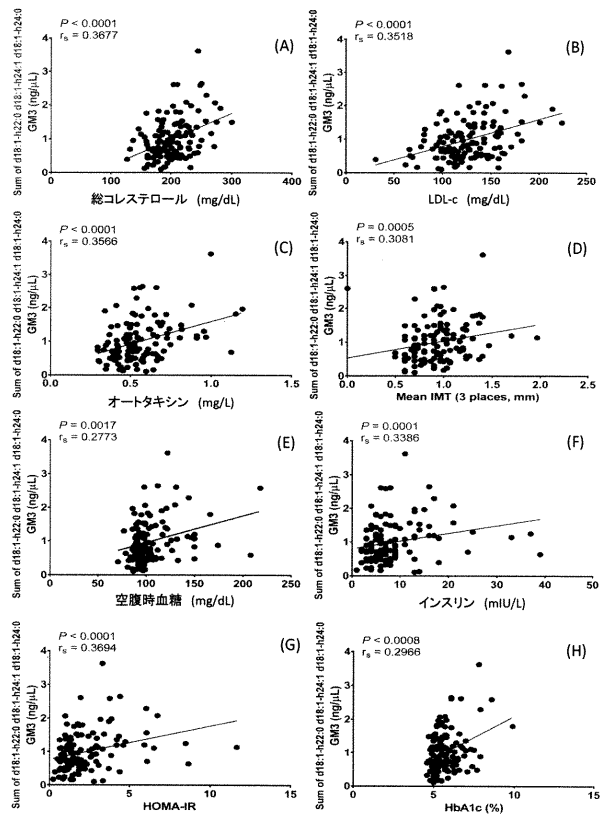
【 図 5 】



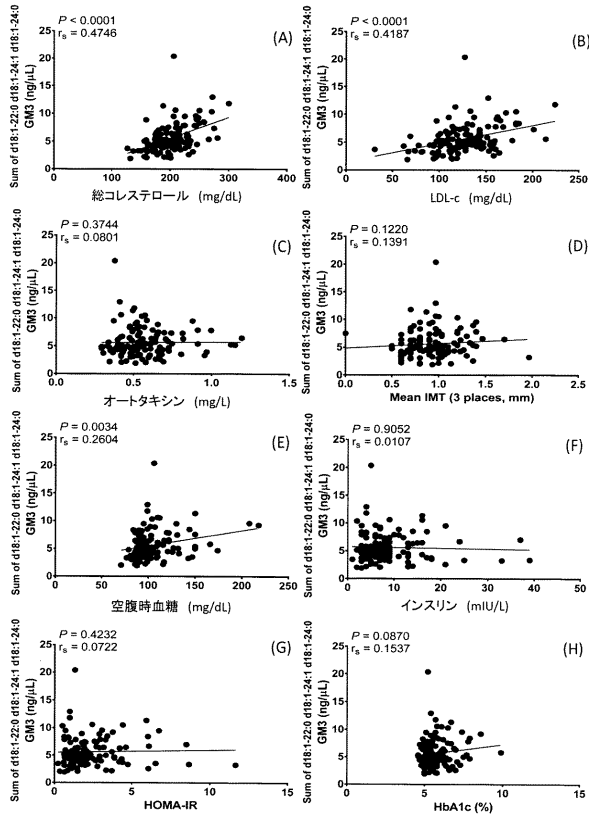
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 N 27/62 V

審査官 三木 隆

(56)参考文献 国際公開第2007/139224(WO,A1)
国際公開第2011/065389(WO,A1)
国際公開第2005/067971(WO,A1)
国際公開第2012/122602(WO,A1)
特開平01-093562(JP,A)
Inokuchi J, GM3 and diabetes, Glycoconj J, 2014年 4月, 31(3), 193-197

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 1 N 33/48 - 33/98
C A p l u s / M E D L I N E / B I O S I S (S T N)
J S T P l u s / J M E D P l u s (J D r e a m I I I)