

平成 30 年 5 月 26 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K08624

研究課題名(和文) 血清遊離グリセロール濃度の変動要因の解明とトリグリセライド測定国際標準化

研究課題名(英文) Determinants of serum free glycerol, and global standardization of triglyceride measurement

研究代表者

三井田 孝 (MIIDA, Takashi)

順天堂大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80260545

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：トリグリセライド(TG)の測定法は、遊離グリセロールを消去して測定する方法(消去法)と、遊離グリセロールもTGに含めて測定する方法(未消去法)がある。TG測定法は世界的標準化が未達成である。遊離グリセロールはTGの分解産物で、脂肪組織のTGとリポ蛋白のTGの2つに由来する。我々は、(1)空腹時の遊離グリセロールはbody mass indexが高くなるにしたがって増加すること、(2)食事により遊離グリセロールが低下すること、(3)空腹時の遊離グリセロール濃度とリポ蛋白のTG濃度には有意な関係がないことを示した。TG測定法は、リポ蛋白のTG濃度をより正確に反映するグリセロール消去法が望ましい。

研究成果の概要(英文)：Triglyceride (TG) concentration is measured by the two methods. The glycerol elimination method does not include pre-existing glycerol into TG concentration, while the glycerol non-elimination method includes it into TG concentration. At present, global standardization of TG measurement has not been achieved yet. Free glycerol is a degradation product of TG which is derived from the adipose tissue, and serum lipoproteins. We demonstrates that (1) fasting free glycerol concentration is associated with body mass index, (2) free glycerol concentration markedly reduces in the postprandial state, and (3) fasting free glycerol concentration is not associated with lipoprotein-derived TG concentration. The glycerol elimination method is desirable for serum TG measurement because it reflects only lipoprotein TG concentration.

研究分野：Clinical Laboratory Medicine

キーワード：国際標準化 脂質検査 肥満 リポ蛋白

1. 研究開始当初の背景

(1) 動脈硬化の危険因子として重要な血清トリグリセライド (TG) 値は正確でなければならぬ

空腹時の高トリグリセライド (TG) 血症は、我が国だけでなく多くの国で行われた疫学調査で、動脈硬化の危険因子であることが示されている。さらに、食後の高 TG 血症も、低比重リポ蛋白コレステロール (LDL-C) や高比重リポ蛋白コレステロール (HDL-C) とは独立した危険因子であることも報告されている。そのため、心血管系リスクを評価するために、TG は健診での脂質異常症のスクリーニングから動脈硬化のハイリスク群におけるリスク評価や薬物療法の効果判定まで、日常臨床で幅広く測定されている。以前は TG 測定法の再現性が悪く、施設間差も大きかったが、最近では自動分析機の性能が向上したため、日本国内の施設間差は著しく縮小している。

(2) TG 測定法の国際標準化は未だに達成されていない

TG は、3 価のアルコールであるグリセロールの 3 つのヒドロキシ基 (-OH) に、3 つの脂肪酸がエステル結合したトリアシルグリセロール (TAG: IUPAC と IUB の標準命名法による) の旧名称である。日常臨床では、TAG でなく TG が慣用的に用いられている。TG には炭素数や二重結合の数が異なる様々な脂肪酸が結合する可能性がある。そのため、TG 濃度を表すために、どの TG 分子にも 1 分子存在するグリセロール濃度を定量し、その脂肪酸としてオレイン酸が 3 つ結合していると仮定してトリオレイン値に換算している。血中のグリセロールは、ほとんどが TAG として存在しているが、少量だが遊離グリセロール、脂肪酸が 1 つのみ結合したモノアシルグリセロール (MAG)、脂肪酸が 2 つ結合したジアシルグリセロール (DAG) も存在する。我が国では、遊離グリセロールを消去した後、TAG、MAG、DAG の 3 つをリパーゼで分解し、産生されるグリセロールから TG 値を求めている。一方、欧米の測定法では、遊離グリセロールを消去せず、リパーゼによる分解で産生されるグリセロールと遊離グリセロールを合わせた濃度を測定し、それから TG 値を算出している。アジアでは、この二つの測定法のどちらも用いられている。血中に存在する遊離グリセロールを TG への換算に含めるべきかは十分に議論されておらず、TG 測定法の国際標準化は未だに達成されていない。

(3) 血中遊離グリセロールは異なる調節を受ける 2 つの発生源に由来する

TG が動脈硬化と関連する理由は、TG を多く含むリポ蛋白の異化過程で産生されるレムナトリポ蛋白が動脈硬化惹起性であるからと考えられる。その意味で、我々は血中のリポ蛋白由来の TG を正確に測定する方が、血清 TG 値として適切であると考えている。

血中リポ蛋白の他に、TG は脂肪組織にも存在する。脂肪組織の TG は、ここに発現するホルモン感受性リパーゼをメインとするリパーゼによって脂肪酸と遊離グリセロールに分解される。遊離グリセロールは、脂肪細胞に発現するアクアポリン 7 (インスリンによる制御を受ける) というトランスポーターによって血中に放出される。絶食時には、血糖を上昇させるカテコラミンが血中で増加するが、カテコラミンは脂肪組織のホルモン感受性リパーゼを活性化し、脂肪組織の TG 分解を亢進させる。カテコラミンは、運動時や急性冠症候群の患者でも、血中濃度が高くなる。このような場合に、脂肪組織の TG 分解が高まり、血中リポ蛋白が高くなくても血中の遊離グリセロールが高くなる可能性がある。逆に、インスリンはホルモン感受性リパーゼ活性を抑制することにより脂肪組織の TG 分解そのものを抑制するし、アクアポリンを介するグリセロールの放出も抑える。したがって、血中の遊離グリセロールは、脂肪組織で分解された TG 量を反映している可能性があり、脂肪組織由来の遊離グリセロール濃度は、空腹時と食後では大きく異なると予想される。しかし、文献的には遊離グリセロール濃度に影響する因子を詳細に調べた報告はない。

血中に検出される遊離グリセロールは、同じく TG の分解産物である遊離脂肪酸とは異なる代謝を受けることが明らかになっている。遊離脂肪酸 (主に長鎖脂肪酸) は、血清にそのままでは溶解できず、アルブミンと結合している。主に筋肉に取り込まれてエネルギー源となり、過剰なものは肝臓へ取り込まれて糖新生や脂質合成に用いられる。一方、遊離グリセロールは、ヒドロキシ基を 3 つ持つうえに炭素数が 3 つしかないため水溶性である。主に肝臓に取り込まれ、一部が腎臓から尿中に排泄される。遊離グリセロールの肝細胞への取り込みは、アクアポリン 9 (脂肪細胞でグリセロールを放出するアクアポリン 7 とは異なる) により行われる。遊離脂肪酸は、肥満・糖尿病において高値であることや、食事によって低下することが知られているが、遊離グリセロールが同様な変化をするかどうかは明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究課題では、遊離グリセロール量は、採血条件 (絶食時間など) や検体の保存条件で変動するのか、遊離グリセロールは肥満度により差があるのか、遊離グリセロールは TG に対して一定の比率で存在するのか、という 3 点を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

現在日本では、自動分析機用には遊離グリセロールを消去して TG を測定する試薬 (以下消去法) しか販売されていないため、欧米と同じく遊離グリセロールを消去しないで

TG を測定する試薬（以下未消去法）を作成した。これらの試薬を用いて自動分析機で正確に TG 値を測定するために、関東地区の臨床検査技師の有志で研究グループを組織し（協力研究者：上野、中川、横村、渡部、佐藤、河野）多施設で健常人と入院患者の検体収集と測定を行い、以下に示す 6 つの検討を行った。

（１）遊離グリセロール測定法に対する採血管の種類と保存温度の検討

研究グループの各施設は、異なる採血管を使用していた。入院患者の検討では、生化学検査の残余検体を用いた。そこで、健常者の血液をヘパリン・リチウム採血管とプレーン採血管に採取し、血漿または血清を分離した。得られた検体をスクリュウキャップ付きのチューブに分注した。検体を 4 または室温で保存し、1、2、4、6、24、48 時間に経時的に TG を消去法と未消去法で測定した。遊離グリセロール濃度は、未消去法の TG 値から消去法の TG 値を引いて求めた。

（２）消去法と未消去法を用いた遊離グリセロール測定法（間接法）の検証

TG が分解されると、遊離グリセロールと遊離脂肪酸となるため、両者は相関すると予想される。しかし、遊離脂肪酸は、検体を放置すると測定値が上昇することが知られている。そこで、新鮮な検体をチューブに分注後、測定まで 80 に凍結保存した。遊離脂肪酸の測定は、全検体を一度に融解し、酵素法で測定した。すでに測定した遊離グリセロールとの相関を調べた。

（３）脂肪量と遊離グリセロール濃度の関係の検討

空腹時採血された入院患者だけを対象とし、遊離グリセロールと body mass index (BMI) との関連を調べた。

（４）遊離グリセロールに対する食事の影響

脂肪組織に存在するリパーゼと血管内皮に結合しているリパーゼは、食後に上昇するインスリンによって全く逆の制御を受ける。そこで、健常人を対象とし、16 時間以上絶食後の空腹時に採血し、通常の朝食を摂取して 30 分後に 2 度目の採血を行った。血清分離後に遊離グリセロールを測定した。

（５）自動分析機を用いた遊離グリセロール直接測定法の検討

遊離グリセロールだけを、自動分析機で直接定量できる試薬の作成を試みた。市販されている消去法は、検体に最初から存在する遊離グリセロールのみを、グリセロールキナーゼとグリセロール-3-リン酸オキシダーゼ (GPO) でヒドロキシアセトンリン酸に変化させる。その時に発生する過酸化水素を、カタラーゼで分解して消去している。そこで、カタラーゼを試薬に添加せず、上記反応で発生する過酸化水素を発色系に導いて比色定量する系を用いて遊離グリセロールの間接法との関連を検討した。

（６）ガスクロマトグラフィー・質量分析法

（GC/MS 法）を用いた遊離グリセロール測定系の確立

血清にグリセロール内部標準物質とクロロホルム/メタノール (2:1, v/v) を加えて攪拌後、蒸留水 1 mL を加えて転倒混和し、遠心後の上層を分取し濃縮遠心機にて乾固した。検体試料にピリジンと N, O-bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide (BSTFA) を加えて 80 で 120 分間反応させ、液温が室温になるまで冷却してトリメチルシリル (TMS) 化した。この試料を、電子イオン化源を持つ GC/MS で測定した (イオン源温度, 200 ; 電子エネルギー, 70eV; ポジティブイオンモード)。キャリアガスはヘリウム (流量 0.22 mL/min) GC キャピラリーカラムは 90 % Cyanopropyl polysilphenylene-siloxane (BPX90: 膜厚, 0.25 μ m; 長さ, 60.0 m; 内径, 0.25 mm) を使用した。

4. 研究成果

（１）採血管の種類、4 保存、6 時間以内の室温保存は遊離グリセロール値に影響しない

ヘパリン採血管とプレーン採血管で採取した検体で測定した TG 値 (消去法および未消去法) は、 $\pm 5\%$ 以内の変動が少なく、採血管の種類は測定値に影響しないことが確認された。4 で検体を保存して経時的に TG 値を測定すると、両採血管とも 48 時間まで TG 値 (消去法・未消去法とも) に有意な変化がなかった。一方、検体を室温で保存すると、6 時間までは TG 値 (消去法・未消去法とも) に有意な変化はなかったが、それ以降は消去法では TG 値が低下し、未消去法では TG 値が増加した。これはグリセロリン脂質の分解がすすんで遊離グリセロールが増加したことが示唆された。すべての検討で、未消去法の TG 値は常に消去法の TG 値より高かった。両者の差は遊離グリセロールによるものと推定された。これらの結果から、採血後の検体は原則として 4 保存し、室温保存の場合 (残余検体など) は 6 時間以内に測定を終了することと決め、以下の検討を行った。

（２）間接法による遊離グリセロール値と遊離脂肪酸は正相関する

健常人 26 名 (男性 13 名、女性 13 名) において、遊離グリセロール (間接法) は男性で 6.4 ± 2.2 mg/dL (トリオレイン換算の TG 量として)、女性で 7.7 ± 4.4 mg/dL であり、中央値には有意差はなかった。よって、以下の検討では、男女のデータを一緒に解析した。

遊離グリセロールは、同時に測定した遊離脂肪酸と有意な正の相関を認め (R=0.671, $p < 0.01$)。同様の検討を入院患者 185 例で行ったところ、両者の間にも有意な正の相関を認め (R=0.489, 0.001) 個人個人のばらつきが大きかった。両者は TG の分解産物であるが、異なる経路で代謝されるためと考えられた (Nakagawa T, et al. Clin Chem Lab Med 2017)。

(3) BMI は空腹時の遊離グリセロール濃度と関連する

空腹時採血をした入院患者 185 例の平均遊離グリセロール値はトリオレイン換算で 5.5 mg/dL であったが、最大値は 23.5 mg/dL もあり、健常人よりも個人によるばらつきが大きかった。そこで、入院患者を BMI により 3 群[BMI<18.5 (n=26), BMI=18.5~<25 (n=90), BMI ≥ 25 (n=69)]に分け、遊離グリセロール値を比較した。BMI 高値群の遊離グリセロール濃度は 6.3 ± 3.2 mg/dL であり、BMI 低値群 (p < 0.01) と中間群 (p < 0.05) より有意に高かった。さらに、遊離グリセロール値は、BMI との間に有意な正の相関があった (R=0.285, p<0.001)。一方、遊離グリセロール値は、消去法・未消去法の TG 値とは相関しなかった (Nakagawa T, et al. Clin Chem Lab Med 2017)。

これらの結果は、空腹時の遊離グリセロール濃度は、脂肪量が多いほど高いことが示唆された。また、遊離グリセロール濃度と血清 TG 値に関連がないことから、リポ蛋白量は遊離グリセロールの規定因子ではないことがわかった。

(4) 健常者では遊離グリセロールは食事で有意に低下する。

健常者 26 名において、16 時間絶食後の空腹時と、朝食後 30 分の 2 点で採血した。3 名を除き、ほとんどの健常者では食後に遊離グリセロール値が低下した (p < 0.05)。同時に測定した遊離脂肪酸は、全例で低下を認めた (p < 0.05)。

消去法で測定した TG 値は、85% の健常者で増加した。未消去法で測定した TG 値は、食後に 69% しか増加せず、8 名の健常者では食後に TG 値が低下した。消去法で TG が上昇したのに未消去法で TG が低下したのは 4 名 (15.4%) で、TG 値の乖離は遊離グリセロールが低下したために生じたことがわかった (Nakagawa T, et al. Clin Chem Lab Med 2017)。食後高脂血症が動脈硬化の独立した危険因子として注目されており、TG 未消去法では、食後の高脂血症が過小評価される可能性が示唆された。

(5) 遊離グリセロールは自動分析機を用いて簡便に測定できる

現在の消去法の TG 測定試薬をもとに、遊離グリセロールから発生させた過酸化水素を発色系に導く測定系を確立した。これまで用いてきた間接法では、TG 値が著明に高くなると、計算値がマイナスになる場合があった。理論的にはこのようなことはありえない。TG 測定系がワンポイントでキャリブレーションをしているため、TG 著明高値の検体では消去法・未消去ほうとも TG 値そのものの正確度が低下するためと考えられた。このような検体でも、直接法では遊離グリセロールを測定可能であり、臨床的に有用な方法と考えられた。現在この方法を用いて、臨床研究を計画中である。

(6) GC/MS 法による遊離グリセロール測定系の確立

GC-MS 法による遊離グリセロールの測定では、同時再現性の変動係数が 2.7~5.8% と良好であった。また、240 μmol/L の濃度まで良好な希釈直線性が得られた。健常人の空腹時における遊離グリセロールの血中濃度は 105.7 ± 6.7 μmol/L であり、トリオレイン換算で 9.35 ± 0.59 mg/dL に相当する。これまで間接法で求めてきた遊離グリセロール値は、妥当な値であると考えられた。この系を用いて高 TG 血症 (361~4,618 μmol/L, トリオレイン換算で 32~409 mg/dL) を含む健常者で検討した結果、空腹時の遊離グリセロールと非消去法の TG 値の間には全く相関がなかった (森田ら. 生物試料分析 2017)。すなわち、遊離グリセロール値では、TG リッチリポ蛋白の量が決定因子でないことが再確認できた。

現在、MAG と DAG を分別して定量する測定系も検討中である。予備的検討では、いずれも血中には遊離グリセロールと比較して少量しか存在せず、TG 測定法の妥当性を検討するためには、遊離グリセロール値の臨床的意義が最も重要であると考えられる。

(7) 考察

TG 未消去法は、かつて我が国でも使用されていたことがある。1996 年に日本臨床化学会 (JSCC) がグリセロール消去後に TG を測定する勧告法を発表して以降は、消去法の JSCC 準拠法が使われている (ドライケミストリーを採用しているごく一部の施設を除く)。しかし、欧米では未消去法が広く使用されていることから、「国際標準化のために我が国でも未消去法を使用すべき」と主張する者もいる。

TG 値の国際標準化は、米国の Centers for Disease Control and Prevention (CDC) を中心に行われている。CDC は、これまで TG の標準測定法として、遊離グリセロールを測り込まない Carlson 変法を採用していた。この方法は、遊離グリセロールを TG として含まない。しかし、2012 年に CDC は TG 測定の二次基準法として、ID-GC-MS 法 (isotope dilution - gas chromatography - mass spectrometry) を発表した。本法は、遊離グリセライドを含む総グリセライドを定量する。CDC は、TG の測定法は遊離グリセロールを消去すべきか否かについて明言を避けている。したがって、現在発表されている膨大な数の疫学調査や介入試験などの TG 値が、国により異なっているという状況が続いている。TG 値は、メタボリックシンドロームの診断基準にも用いられており、測定法の標準化のために遊離グリセロールをどう扱うべきか明らかにすべきである。

本研究課題により、遊離グリセロールは血漿および血清で測定可能で、4 保存なら最低でも 48 時間、室温ならば 6 時間は安定である、空腹時の遊離グリセロール値は脂

肪組織のTG量を反映するが血中のリポ蛋白量のTGは反映しない、食後にTGリッチリポ蛋白が増加しても遊離グリセロール値はそれを反映しない、遊離グリセロール値を自動分析機で測定可能、ということが明らかとなった。

TG値は、動脈硬化の危険因子として重要であり、血中リポ蛋白量とその変動を反映するべきである。遊離グリセロールをTGに含めて測定する未消去法では、空腹時には血中のTGリッチリポ蛋白濃度を過大評価し、食後では食後高脂血症を過小評価する可能性があることがわかった。リポ蛋白のTG値と遊離グリセロール値が一定の比率でないことは、HbA1cのように消去法と未消去のTG値を相互に換算することが困難であることを示している。TG測定法の国際標準化のため、さらに様々な検討を行い、我が国から情報を発信し続ける必要があると考えられる。

なお、本研究課題で得られた結果は、分担研究者と協力研究者が国内外の学会等で報告し、英文論文としてまとめた。協力研究者の渡辺俊之は、2016年度の日本臨床化学会のYIA賞を受賞した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

【雑誌論文】(計 29 件)

1. Nakagawa T, **Hirayama S**, Watanabe T, Yokomura M, Kohno M, Sato T, Bujo H, Sato A, Murata M, **Miida T** for JSCC Kanto Study Group. Triglyceride concentrations should be measured after elimination of free glycerol to exclude interindividual variations due to adiposity and fasting status. Clin Chem Lab Med, Vol. 55, No. 9, e191-e194, 2017. (査読有)
2. **Miida T**, Nishimura K, **Hirayama S**, Miyamoto Y, Nakamura M, Masuda D, Yamashita S, Ushiyama M, Komori T, Fujita N, Yokoyama S, Teramoto T. Homogeneous assays for LDL-C and HDL-C are reliable in both the postprandial and fasting state. J Atheroscler Thromb, Vol. 24, No. 6, 583-599, 2017. (査読有)
3. 森田温、山浦洵、佐藤友、堀敦詞、上原剛、渡部俊之、**三井田孝**、**日高宏哉**. 生物試料分析, Vol. 40, No. 5, 279-284, 2017. (査読有)
4. Nagasaka H, Hirano K, Yorifuji T, Komatsu H, Takatani T, Morioka I, **Hirayama S**, **Miida T**. Treatment with medium chain fatty acids milk of CD36-deficient preschool children. Nutrition, Vol. 50, 45-48, 2018. (査読有)
5. Yamashita Y, Nakada S, Yoshihara T,

Nara T, Furuya N, Miida T, Hattori N, Arikawa-Hirasawa E. Perlecan, a heparan sulfate proteoglycan, regulates systemic metabolism with dynamic changes in adipose tissue and skeletal muscle. Sci Rep, Vol. 8, No. 1, 7766, 2018. (査読有)

【学会発表】(計 53 件)

1. 渡部俊之, 横村 守, 石田恵梨, 佐藤耐喜, 河野正臣, 中川央充, 根間敏郎, 村野武義, 武城英明, **三井田孝**: トリグリセライド(TG)測定法の違いにおける脂肪組織の関与について. 第55回日本臨床化学会年次学術集会, 吹田, 臨床化学 Vol. 44, Suppl.1: 218, 2015
2. 横村 守, 石田恵梨, 渡部俊之, 河野正臣, 佐藤耐喜, 中川央充, 三浦ひとみ, **三井田孝**, 佐藤麻子: 絶食時と食後のグリセロール消去法・非消去法のTG値の比較検討. 第55回日本臨床化学会年次学術集会, 吹田, 臨床化学 Vol. 44, Suppl.1: 219, 2015
3. 河野正臣, 佐藤耐喜, 渡部俊之, 横村守, 石田恵梨, 中川央充, 石橋みどり, **三井田孝**: トリグリセライド(TG)測定法の違いにおける検体保存安定性について. 第62回日本臨床検査医学会学術集会, 岐阜, 臨床病理 .Vol.63 補冊:281, 2015
4. **Miida T**, Watanabe T, Nakagawa T, Yokomura M, Kohno M, Sato T, **Hirayama S**: Interindividual differences in free glycerol are dependent on adiposity and fasting status: the necessity of glycerol elimination in triglyceride measurement. The 5th International Symposium on Chylomicrons and Disease, Boston, U.S.A, ISCD Boston, abstract book, 58, 2016
5. **平山哲**, **三井田孝**: 脂質異常症診療のUpdate. どうすべきか、トリグリセライドの標準化. 第49回日本動脈硬化学会総会・学術集会, 広島, 第49回日本動脈硬化学会総会・学術集会プログラム・抄録集: 132, 2017.

【図書】(計 8 件)

1. **三井田孝**. LDL-C 測定法の現状と将来の課題 (『高LDL-C血症 低HDL-C血症』, 倉林正彦(企画), 大阪, 最新医学社), 119-125, 2015.
2. **三井田孝**. HDL-コレステロール. (『日常診療のための検査値のみかた』, 野村文夫, 村上正巳, 和田隆志, 末岡榮三郎編, 東京, 中外医学社), 198-199, 2015.
3. **三井田孝**. 脂質検査の採血は空腹時それとも非空腹時?—何を測りどう解釈す

る？—。(『そうだったんだ！脂質異常症—メカニズムがわかれば治療が変わる—』, 伊藤 浩編, 東京, 文光堂), 118-123, 2016.

4. **三井田孝**. HDL コレステロール値と冠動脈疾患発症率に相関関係があるのはなぜですか？(『脂質異常症の最新食事療法のなぜに答える 基礎編』, 寺本民生, 木庭新治, 本田佳子, 朝倉比都美編, 東京, 医歯薬出版), 61-65, 2017.
5. **三井田孝**. TG の測定法と標準化。(『高TG血症』, 倉林正彦(企画), 大阪, 最新医学社)(印刷中).

6. 研究組織

(1)研究代表者

三井田 孝 (MIIDA, Takashi)
順天堂大学・医学研究科・教授
研究者番号：80260545

(2)研究分担者

平山 哲 (HIRAYAMA, Satoshi)
順天堂大学・医学部・前任准教授
研究者番号：10345506

日高 宏哉 (HIDAKA, Hiroya)
信州大学・学術研究院保健学系・准教授
研究者番号：10362138

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

上野 剛 (UENO, Tsuyoshi)
順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センター・検査科・臨床検査技師

中川 央充 (NAKAGAWA, Terumichi)
慶応義塾大学病院・検査部・臨床検査技師

横村 守 (YOKOMURA, Mamoru)
東京女子医科大学病院・検査部・臨床検査技師

渡部 俊之 (WATANABE, Toshiyuki)
東邦大学医療センター佐倉病院・検査部・臨床検査技師

佐藤 耐喜 (SATO, Taiki)
新東京病院・検査科・臨床検査技師

河野 正臣 (KONO, Masaomi)
新東京病院・検査科・臨床検査技師