

運動ストレスと口臭に関する研究

奥羽大学大学院歯学研究科顎口腔外科学専攻

山内 聡

(指導教員：高田 訓)

The Study for Halitosis Effected by Exercise Induced Stress

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Ozu University,
Graduate School Dentistry

Satoshi YAMAUCHI

(Director: Satoshi TAKADA)

Abstract

To investigate the effect of exercise stress on the halitosis, we determined concentrations of cortisol and catecholamine in the blood and that of the volatile sulfur compounds (VSC) in the expired gas. All subjects were measured for VSC (hydrogen sulfide, methylmercaptan, dimethylsulphide) cortisol and catecholamine (adrenaline, noradrenalin, and dopamine) before and after exercise by stepping up and down on a single bench. We found significant increases in hydrogen sulfide in the volatile expired gas and cortisol, adrenaline, noradrenalin, and dopamine in the blood after the exercise. In addition, the hydrogen sulfide concentration was significantly correlated with adrenaline and dopamine but not noradrenaline. These findings suggest that induced exercise stress is a factor for increases in sulfur compound concentration. Particularly, increases in adrenaline and dopamine by exercise are suggested to be highly responsible for halitosis.

Key words : halitosis, exercise,
volatile sulfur compounds, cortisol,
catecholamine

和文抄録

運動ストレスが口臭に与える影響を解明することを目的として、口腔内気体中の揮発性硫黄化合物（volatile sulfur compounds, 以下 VSC）濃度と血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度を検索した。実験は健常人ボランティアを対象とし、踏み台昇降運動前後の口腔内気体中 VSC（硫化水素，メチルメルカプタン，ジメチルサルファイド）濃度の測定と、血中コルチゾールおよびカテコールアミン（アドレナリン，ノルアドレナリン，ドーパミン）の測定を行った。その結果、硫化水素は有意に濃度の上昇を認め、コルチゾールおよびアドレナリン，ノルアドレナリン，ドーパミンにも有意な濃度上昇を認めた。VSC とコルチゾールおよびカテコールアミンとの間で相関関係を検索したところ、硫化水素とアドレナリン，硫化水素とドーパミンの間に有意な正の相関が認められた。以上より運動ストレスは VSC 濃度を上昇させる要因であることが示唆された。特に硫化水素濃度の増加にアドレナリンとドーパミンが強く関与している事が示唆された。

キーワード：口臭，運動，揮発性硫黄化合物，
コルチゾール，カテコールアミン

緒 言

口臭の原因物質は1970年代に揮発性硫黄化合物(volatile sulfur compounds, 以下VSC)であることが解明されていた¹⁾。しかし, プラークや舌苔, 感染症や腫瘍, 飲食物など発生母体や発生要因が様々であると考えられていたこと²⁾, さらに自臭症や自己臭恐怖症と呼ばれ心因的な問題を含み心身医学的なアプローチを用いて治療に臨む必要があったこと³⁾から, 口臭症の治療に対する系統的概念や分類は不明確であった⁴⁾。1999年, 国際口臭学会において口臭症の国際分類⁵⁾が提唱され, 口臭を主訴とする患者の治療は系統立てて実践されるようになってきた⁴⁾。すなわち, 口臭症が疑われる患者は口臭測定値を基に真正口臭症・仮性口臭症・口臭恐怖症に分類され, それぞれにあった治療が施される。国際分類の中で, 真性口臭症は実際に口臭を有する症例を指し, 歯科学的・医学的に治療が必要な病的口臭と治療すべき原疾患がなく口腔清掃指導のみで改善が見られる生理的口臭に分類される⁵⁾。その多くの場合も原因物質は口腔内気体中のVSCであり, VSCの発生を口腔衛生指導や歯周疾患の治療により制御することで病的な口臭を消失し, 生理的口臭を改善できるとされている⁶⁾。

しかしながら, 臨床においては口腔衛生指導や歯周疾患の治療を行ってもVSC濃度を制御しきれないケースや口腔内の清掃状態が良好で局所的な口臭の原因が見当たらないケースがある^{2, 3)}。そこには小島⁷⁾や瀬戸口ら⁸⁾の報告にあるように細菌性, 舌苔などの原因以外にもVSCの発生を強くする要因があるのではないかと推察される。口臭を強くする要因に関して小池ら⁹⁾は, 被験者に対して単調な計算作業をさせることにより心理ストレスを与えた場合に唾液量が減少し呼気中メチルメルカプタン濃度が上昇したと報告している⁹⁾。Kleinbergら¹⁰⁾も, 唾液分泌量減少

による口腔乾燥が口臭の要因の一つであると報告しているが、大森ら¹¹⁾や斎藤ら¹²⁾は唾液分泌量と口臭には相関がないと報告している。このことから筆者は唾液分泌量の変化以外にも VSC 濃度を変化させる因子があるのではないかと推察し、ストレスによる生理的変化が口臭の増加に関わっているのではと仮説を立てた。

ストレスによる生理的変化は血中のコルチゾールとカテコールアミンによっておこされる¹³⁻¹⁵⁾。血中コルチゾールは生体の防御反応としてストレスを受けると血中に出現する副腎皮質ホルモンである¹³⁾。血中カテコールアミンはアドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミンの3つからなる副腎髄質ホルモンであり、激しい運動や情動興奮によっても分泌が促進される^{14, 15)}。そこで本研究では、運動ストレスが口臭に与える影響を解明することを目的として、運動ストレスを与えた場合の血中コルチゾールおよびカテコールアミンの変化と口腔内気体中の VSC 濃度を測定し検索を行った。

材料と方法

1. 対象

被験者は奥羽大学歯学部口腔外科学講座の教員 12 名(平均年齢 28.5 歳, 男性 10 名, 女性 2 名)で本研究の主旨に賛同を得た者とした。実験に先立ち、被験者は全員、全身的に基礎疾患がないこと、口腔内に手術創や粘膜疾患、う蝕などの疾患がないことを確認した。また、歯周疾患の影響を避けるため、歯周ポケットが 3mm 以下であること、プローブ検査時に出血がないこと、O'Leary ら¹⁶⁾の Plaque Control Record に準じたプラークスコアが 10% 台であることを対象の条件とした。

2. 口臭測定

測定に際し、運動ストレスや VSC に対して他の因子による影響を除外するためいくつかの禁止事項を設定した。まず、1 週間前は運動を禁止し、前日には、においの強い飲食物を禁止した。さらに当日は香料を含む整髪剤や化粧品を禁止し、2 時間前は歯磨き、洗口、飲食、喫煙を禁止した。

口腔内気体中 VSC 濃度を簡易型ガスクロマトグラフィ（オーラルクロマ，アビリット社，大阪）を用いて測定した。口腔内気体は 1ml シリンジを被験者に 1 分間保持した後口腔内気体を採取した。この間、被験者には鼻呼吸をさせ、口腔内気体以外の気体流入を防いだ。採取した気体 0.5ml をオーラルクロマへ直接導入した。測定項目は硫化水素（hydrogen sulfide 以下 H_2S ）、メチルメルカプタン（methylmercaptan 以下 MMP）、ジメチルサルファイド（dimethylsulphide 以下 DMS）の 3 種類とした。

3. 血液学的検査

血液を前肘皮静脈より 11ml 採血し、副腎皮質ホルモンであるコルチゾールと、交感神経刺激伝達物質であるカテコールアミンのうちアドレナリン、ノルアドレナリンおよびドーパミンの 3 種類をストレスに対する指標として測定した。血中コルチゾールは血清分離剤入り採血管に 3ml 分注し、30 分間 25°C の室内に保存し凝固させ、その後 4°C、3,000rpm で 10 分間遠心分離を行った。測定まで 4°C で保存した。血清を材料とし電気化学発光免疫法で計測した。血中カテコールアミンは EDTA-2Na 入り採血管に 7ml 分注し、直後に 4°C、3,000rpm で 10 分間遠心分離を行った。得られた血漿を採取し、測定まで -40°C で凍結保存しカラムスイッチング HPLC 法で計測した。測定はいずれも江東微生物研究所（郡山）に委託した。

4. 運動ストレス

被験者の身体的特徴は、身長が 158～173cm で平均 168cm、体重が 57kg～72kg で平均体重 68kg であった。運動ストレスは、踏み台を上り下りする単純な運動で台の高さと 1 分間の昇降回数を一定にすることにより、運動負荷をある程度同条件に設定できる踏み台昇降運動を施行した¹⁷⁾。踏み台昇降運動の条件は、高さ 30cm、1 分間に 120 回の速さで 10 分間とした^{18, 19)}。

5. 実験手順

まず、被験者の口腔内気体中 VSC 濃度と、血液学的検査によるコルチゾールおよびカテコールアミンの測定を行った。その後、踏み台昇降運動による運動負荷を与え、運動終了後に再度 VSC の測定と血液学的検査を行った。実験は各被験者が 2 もしくは 3 回行い、 $n = 30$ とした。被験者は 1 回目と 2 回目、2 回目と 3 回目の実験の間を、少なくとも 2 週間のインターバルを設けた。

6. 統計学的検索

各測定値は Paired *t*-test を用いて運動前後の有意差を検索した。VSC 濃度とコルチゾールおよびカテコールアミン濃度との相関関係は Spearman 順位相関を用いて有意差を検索した。

実験は奥羽大学倫理審査委員会で倫理審査申請第 84 号の承認を得て行った。

結 果

1. 口腔内気体中 VSC 濃度

図 1 に実験前後の口腔内気体中 VSC 濃度を示す。計測値は黒点で、運動前後の値を黒線で結んで示す。赤点は各計測値の平均を、赤点を中心とする垂直の赤線は標準偏差を示す。H₂S 濃度の平均値は運動前 80.0 ± 13.0 ppb、運動後

115.7±13.7ppb で、運動前と比較して運動後約 44% 上昇した。運動前後の値は有意差を認めた ($p < 0.05$)。MMP 濃度の平均値は運動前 3.7±1.4ppb, 運動後 3.7±1.5ppb で値は変化しなかった。なお、被験者の MMP 濃度は運動前に 77%, 運動後も 70% が 0ppb であった。DMS 濃度の平均値は運動前 2.7±0.9ppb, 運動後 0.2±0.1ppb で、運動前と比較して運動後約 93% 減少した。運動前後の値は有意差を認めた ($p < 0.05$) (図 1)。なお、DMS 濃度においても被験者の測定値は運動前で 77%, 運動後で 90% が 0ppb であった。

2. 血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度

図 2 に実験前後の血中コルチゾール濃度を示す。計測値は黒点で、運動前後の値を黒線で結んで示す。赤点は各計測値の平均を、赤点を中心とする垂直の赤線は標準偏差を示す。コルチゾール濃度の平均値は運動前 6.5±0.6µg/dl, 運動後 9.7±1.1µg/dl で、運動前と比較して運動後約 49% 上昇し、運動前後で有意差を認めた ($p < 0.05$) (図 2)。

図 3 にカテコールアミン濃度を示す。計測値は黒点で、運動前後の値を黒線で結んで示す。赤点は各計測値の平均を、赤点を中心とする垂直の赤線は標準偏差を示す。アドレナリンとドーパミン濃度は計測最少単位が 5pg/ml であり、グラフ上では計測値が重複している (図 3)。アドレナリン濃度の平均値は運動前 51.5±4.9pg/ml, 運動後 73.7±6.2pg/ml で、運動前と比較して運動後には約 43% 上昇した。ノルアドレナリン濃度の平均値は運動前 520.3±37.3pg/ml, 運動後 874.7±104.2pg/ml で、運動前と比較して運動後には約 68% 上昇した。ドーパミン濃度の平均値は運動前 16.3±1.2pg/ml, 運動後 23.7±1.8pg/ml で、運動前と比較して運動後には約 45% 上昇した。計測した 3 つのカテコールアミンはすべて運動後に上昇しており有意差を認めた ($p < 0.01$) (図 3)。

3. VSC 濃度と血中コルチゾールおよび血中カテコールアミンとの相関関係

口腔内気体中 VSC 濃度 (H_2S , MMP, DMS) と, 血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度 (アドレナリン, ノルアドレナリン, ドーパミン) との Spearman 順位相関係数を表 1 に示す。 H_2S とアドレナリン, H_2S とドーパミンの Spearman 順位相関係数は有意差を示した ($p < 0.05$)。よって H_2S とアドレナリン, H_2S とドーパミンの間には有意な相関を認めた。その他の VSC 濃度とコルチゾールおよびカテコールアミン濃度との相関には有意な差を認めなかった。

図 4 に硫化水素濃度と血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度 (アドレナリン, ノルアドレナリン, ドーパミン) との相関図を示す。硫化水素とコルチゾールは正の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 4a)。硫化水素とアドレナリンは有意な正の相関を認めた ($p < 0.05$) (図 4b)。硫化水素とノルアドレナリンは負の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 4c)。硫化水素とドーパミンは有意な正の相関を認めた ($p < 0.05$) (図 4d)。

図 5 に MMP 濃度と血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度 (アドレナリン, ノルアドレナリン, ドーパミン) との相関図を示す。MMP とコルチゾールは負の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 5a)。MMP とアドレナリンは負の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 5b)。MMP とノルアドレナリンは正の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 5c)。MMP とドーパミンは正の相関を認めたが, 有意差はなかった (図 5d)。

図 6 に DMS 濃度と血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度 (アドレナリン, ノルアドレナリン, ドーパミン) との相関図を示す。DMS とコルチゾールは負の相関を認め

たが，有意差はなかった（図 6a）。DMS とアドレナリンは負の相関を認めたが，有意差はなかった（図 6b）。DMS とノルアドレナリンは負の相関を認めたが，有意差はなかった（図 6c）。MMP とドーパミンは負の相関を認めたが，有意差はなかった（図 6d）。

考 察

口腔から発せられる不快な臭いの成分には，VSC の他に揮発性窒素化合物や低級脂肪酸などが報告されている²⁰⁾。全身的な疾患では，糖尿病患者の口腔内気体からはアセトン，腎機能障害患者からはジメチルアミンやトリメチルアミンが検出されている^{21, 22)}。1971 年 Tonzetich は官能試験のにおい強度と口腔内から検出される気体濃度との間で強い相関性を示すのは VSC だけであることを報告した¹⁾。VSC は H₂S，DMS，MMP からなり，口腔内気体にはこれらが単独あるいは混在して認められる¹⁾。VSC の発生は口腔内のう蝕や炎症などの原疾患，唾液腺の機能低下，歯垢，舌苔など，様々な母体や要因が考えられていた。1992 年 Yaegaki ら²³⁾ は，VSC を最も多く産生する部位は舌苔で，歯周疾患による口臭も主要な発生源は舌苔であることを明らかにした。すなわち歯周疾患のある患者は，H₂S の他に MMP や DMS も多く検出されるが，歯周疾患がない場合に検出されるのは H₂S が多く，MMP や DMS はわずかであった²³⁾。このことから器質的変化や原疾患のない生理的口臭の原因物質は H₂S と考えられている⁴⁾。

1982 年，Lu²⁴⁾ は口臭の治療や予防を行う上で口臭を 6 つのカテゴリーに分類し報告した。その後本邦では，飲食物に由来する口臭，心理的な口臭を分類項目に加えて用いられてきた²⁵⁾。先に述べた口臭原因物質に関する各種研究・検証により，口臭症という疾患が明らかにされ，1999

年宮崎ら⁵⁾は口臭分析機器がなくとも歯科医師が容易に診断できるように新たな分類・診断法を提唱した。この分類の有用性について八重垣ら⁴⁾は、心身症患者の診察・治療経験が少ない歯科医師の客観的な診断が可能となり、口臭症に対する取り組みや専門医照会がより容易になると述べている。宮崎ら⁵⁾の分類は国際口臭学会で認められ、現在の診断・治療の根底をなしており、有用性も示されている。さらに、簡易型ガスクロマトグラフィの開発により、チェアサイドでVSC測定が可能となり、生理的口臭と歯周病による口臭を鑑別する際に非常に有用となった²⁶⁾。現段階の治療の流れは口腔内診査および口臭測定により口臭症を分類し、分類に基づく治療必要性から治療方針を決定、実施している。今回の実験結果では、計測した3つのVSC濃度のうち、簡易型ガスクロマトグラフィによる認知閾値(H₂S : 112ppb, MMP : 26ppb, DMS : 8ppb)²⁷⁾を超えたのは、運動後のH₂Sのみであった。またMMPおよびDMSの計測値はほとんどが0であった。このことから被験者は器質的変化や原疾患のない生理的口臭のみの患者と同じ状態であったと言える。さらに、運動後にH₂Sは有意に上昇しており、生理的口臭は運動により上昇することが示唆される。一方、DMSは運動後に有意に減少しており、揮発性の高いDMSが、運動による呼吸によって揮発してしまう可能性があるかと推察した。口腔内疾患の治療を行い、全身的な疾患のスクリーニング、治療を行っても実際の官能試験で口臭が強く発生し、口腔内空気中からもVSCが計測され、コントロールが困難である場合がある^{2, 3)}。一方、ストレスが口臭の一要因となっているという報告⁷⁾からも、身体の生理反応が、VSCを発生させる要因のひとつではないかと考えられる。

各種ストレスに対して身体の防御反応をおこすために体

内に放出されるのがコルチゾールおよびカテコールアミンである。コルチゾールは副腎皮質ホルモンのひとつであり、生理作用として糖新生作用，抗炎症作用，免疫反応抑制作用など，種々のストレス刺激に対して，抵抗力を高める作用と抗ストレス作用を持つ²⁸⁾。このことから，以前よりストレスの指標として計測されてきた。一方，カテコールアミンはアドレナリン，ノルアドレナリン，ドーパミンがあり，副腎髄質ホルモンとして分泌される。またノルアドレナリンとドーパミンは交感神経から神経伝達物質としても血中に放出される。アドレナリンには心拍出量増加作用と血糖上昇作用，ノルアドレナリンには末梢血管収縮による血圧上昇作用，ドーパミンには冠動脈や腎動脈への作用とノルアドレナリンの分泌を抑制する作用がある²⁸⁾。このコルチゾールとアドレナリンの生理反応による変化は運動ストレスや心理的なストレス，外科的手術侵襲でも変化することが確認されている^{29, 30)}。しかし，ストレスの受け方は個人差があり，実験的に与えるストレスを一定にすることは困難である。また，心理的ストレスを与えた後，コルチゾールおよびカテコールアミンはしばらくの間体内に放出され残存する傾向が高い。一方，運動負荷によって上昇したコルチゾールおよびカテコールアミンは運動後の心拍数や血圧などの生理反応と同様に，比較的速やかに正常値に戻ることが知られている^{29, 30)}。このことから本実験では，運動ストレスとして被験者に一定の運動負荷を与え，血中コルチゾールおよびカテコールアミンの変化を測定することとした。

山本ら¹⁷⁾は踏み台昇降運動後の心拍数と血中乳酸濃度から運動強度を測定し，踏み台昇降の運動強度はステップの高さと昇降頻度に相関すると報告した。田岡ら³¹⁾は，健常者に対する踏み台昇降運動の運動負荷強度について酸

素摂取量を計測し，踏み台の高さと昇降速度が一定であれば運動負荷強度は年齢・性別・体格に影響されないと報告している。このことから，台の高さと1分間の昇降回数を一定にすることにより，与える運動負荷を同条件に設定できる踏み台昇降運動¹⁷⁾を実験に用いた。また運動量は運動基準・運動指針の改定に関する検討会¹⁸⁾で推奨する1日1回行うべき強度の身体活動とした。すなわち歩行を1時間行ったと同じ強度の身体活動で、安静時と運動時の酸素消費率を示す **Metabolic equivalents** が3以上の運動を1時間行うのと同じ身体活動量とした。この身体活動量に相当する運動として、高さを30cm，1分間に120回の速さで10分間の踏み台昇降運動をさせた。これは軽いジョギングやエアロビクスを10分間行ったと同じ活動量となる¹⁹⁾。今回の実験で運動後のコルチゾールおよびカテコールアミンの血中濃度はいずれも有意に上昇しており，十分な運動ストレスを与えたと考えられる。

口臭の要因を解明するための実験は，口腔内気体中の **VSC** との関連を検索する方法でいくつか行われてきたが，対象となるのは舌苔やプラークといった口腔内の原因物質との関連を検索するものであり^{7, 8)}，コルチゾールやカテコールアミンなどのホルモンとの相関を検索した実験は見あたらない。本実験の結果では，運動負荷後に口腔内気体から検出された **H₂S** と，アドレナリンとドーパミンとの間で正の相関関係を認めた。被験者から測定できた生理的口臭は，運動ストレス後に上昇したアドレナリンおよびドーパミンの影響を受けて増加したと推察される。Calilら³²⁾は，ストレスホルモン影響下での細菌による **VSC** 産生能について，口腔内細菌がアドレナリン，ノルアドレナリンおよびコルチゾール存在下に培養した実験をおこなっている。その結果，ストレスホルモンとともに培養した細菌の **VSC**

産生量は正常な細菌に比べ約 15 倍に増加したと報告している。この報告は H_2S とアドレナリン, H_2S とドーパミンに正の相関があるという筆者の実験結果を支持するものである。Yaegaki ら¹⁶⁾ は歯周疾患の有無に関わらず, 口腔内気体中の VSC の主要な発生源が舌苔であることを明らかにした。舌苔は舌の脱落上皮や血球成分からなり, これらが口腔内細菌により代謝されることで VSC を発生する。細菌がホルモン存在下で VSC を発生させ, 増加させるメカニズムを明らかにするには酵素やプロテオームの解析を必要とし³²⁾, 本実験では解明できない。しかし, 運動ストレスにより血中に上昇したコルチゾールやカテコールアミンが, 歯肉溝や舌などの口腔軟組織から口腔内に漏出することにより舌苔に存在する細菌に影響し, H_2S 発生を増加させた可能性は高いと考える。今回の実験では運動後にコルチゾールやカテコールアミンが減少した被験者もいた。すなわち運動負荷は必ずしも同じストレスを与えることになるとは限らない。様々な条件下で被験者一人一人の運動前後の各データを検索する事が今後の課題と考える。

結 論

運動ストレスが口臭に与える影響を解明することを目的として, 口腔内気体中の VSC 濃度と血中コルチゾールおよびカテコールアミン濃度を検索し, 以下の結果を得た。

1. 口腔内気体中の VSC 濃度は運動後で H_2S が有意に上昇した。

2. 血中のコルチゾールとアドレナリン, ノルアドレナリン, ドーパミンはいずれも運動後に有意な上昇を認めた。

3. H_2S とアドレナリンとの間および H_2S とドーパミンとの間で正の相関関係が成立した。 H_2S 発生にアドレナリンとドーパミンが関与していることが示唆された。

本論文の要旨の一部は第 60 回奥羽大学歯学会（平成 27 年 11 月 14 日，郡山）で発表した。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反は無い。

参考文献

- 1) Tonzetich, J.: Direct gas chromatographic analysis of sulphur compounds in mouth air in man. Arch. Oral Biol. **16**;587-597 1971.
- 2) 金森公朗，東條英明，小関英邦，田中ネリ，牛山崇，石井靖彦，成田令博，内田安信：当科における口臭症へのアプローチについて. 日歯心身 **6**;71-75 1991.
- 3) 田中ネリ，斎藤香代子，金森公朗，雨宮淳，雨宮浩，東條英明，牛山崇，石井靖彦，成田令博，内田安信：口臭症の心理特性第 8 報心理療法を用いた 1 症例について. 日歯心身 **6**; 81-87 1991.
- 4) 八重垣健，宮崎秀夫，川口陽子：I 章 口臭症の国際分類. 臨床家のための口臭治療のガイドライン（八重垣健編）第 1 版；9-12 クインテッセンス出版株式会社 東京 2000.
- 5) 宮崎秀夫，荒尾宗孝，岡村和彦，川口陽子，豊福明，星佳芳，八重垣健：口臭症分類の試みとその治療必要性. 新潟歯誌 **29**；11-15 1999.
- 6) 日野出大輔：第 1 章 口臭症とは？. 口臭診療マニュアル EBM に基づく診断と治療（宮崎秀夫編）第 1 版；14-18 第一歯科出版 東京 2007.
- 7) 小島健：舌苔の臨床的研究. 日口外誌 **31**；1659-1678 1985.

- 8) 瀬戸口尚志, 牧野文子, 亀山秀和, 瀬戸康博, 四元幸治, 和泉雄一, 末田武: 口臭を主訴とする患者の口腔内気体中の揮発性イオウ化合物濃度と臨床状態との相関. 日歯周誌 **41**; 302-311 1999.
- 9) 小池一喜, 篠崎貴弘, 深津康仁, 原和彦, 八木忠幸, 広松和雄, 宮田幸忠, 大澤憲二, 出口靖, 松浦信人, 後藤實: 心理ストレスによる口腔内環境の変化について(第1報) —口臭の変化の検討—. 日歯心身 **14**; 165-169 1999.
- 10) Kleinberg, I., Wolff, M. S., Codipilly, D, M.: Int Role of saliva in oral dryness, oral feel and oral malodour. Dent. J. **3**;236-240 2002.
- 11) 大森みさき, 今井理江, 佐藤修一, 堀玲子, 長谷川明: 生理的口臭の日内変動に関する研究. 日歯周誌 **42**; 43-48 1999.
- 12) 齋藤幸枝, 大森みさき, 葛城啓彰: 生理的口臭の要因に関する研究. 日歯周誌 **44**; 168-177 2002.
- 13) 井上真澄: 22. 副腎皮質と副腎髄質 ギャノング生理学(岡田泰伸監訳) 第23版; 412-414 丸善 東京 2011.
- 14) 金谷庄蔵, 藤野武彦, 小宮秀一, 大柿哲朗, 小室史恵加治良一, 山口恭子, 熊谷秋三: 定量的漸増運動負荷中及び回復期における血中カテコールアミン・血清カリウム・脂質及び血糖の動態(第2報). 健康科学 **8**; 35-41 1986.
- 15) 呉利峰: 口腔内局所麻酔およびストレス負荷時の血中カテコールアミンと循環動態に関する研究. 日歯心身 **7**; 185-217 1992.
- 16) O'Leary, T. J., Drake, R. B., Naylor, J. E.: The plaque control record. J. Periodontol. **43**;38 1972.

- 17) 山本英彦, 武友麻衣, 田中宏暁, 吉田るみ子, 萱嶋誠
小野敦子, 名取省一, 橋口照人, 丸山征郎: 生活習慣
病の予防・改善のための運動療法—ベンチステップ運
動を用いた無作為化比較試験. 人間ドック **21**;
18-22 2006.
- 18) 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会: 運動
基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書 2013.
- 19) 大島秀武, 引原有輝, 大河原一憲, 高田和子, 三宅理
江子, 海老根直行, 田畑泉, 田中茂穂: 加速度計で求
めた「健康づくりのための運動基準 2006」における身
体活動の目標値(23 メッツ・時/週)に相当する歩数.
体力科学 **61**; 193-199 2012.
- 20) 渋谷耕司: 生理的口臭の成分と由来に関する研究. 口
腔衛生会誌 **51**; 778-792 2001.
- 21) Tassopoulos, C. N., Barnett, D., Fraser, T. R.: Breath
-acetone and Blood-sugar measurements in diabetes.
Lancet. **7609**;1282-1286 1696.
- 22) Tangerman, A., Meuwese-Aremds, M. T., Jansen, J. B.:
Cause and composition of foetor hepaticus. Lancet.
343;483 1994.
- 23) Yaegaki, K., Aanada, K.: Volatile sulfur compound in
mouth air from clinically healthy subjects and patients
with periodontal disease. J.Periodontal Res. **27**;233-238
1992.
- 24) Lu, P. D.: Halitosis: An etiologic classification, a treat
ment approach, and prevention. Oral Surg. Oral Med.
Oral Pathol. **54**;521-526 1982.
- 25) 島田義弘: 予防歯科学 (島田義弘編) 第2版; 140
—141 医歯薬出版 東京 1986.
- 26) 村田貴俊: 第2章 口臭症の診断—揮発性硫黄化合物

- の測定．口臭診療マニュアル EBM に基づく診断と治療（宮崎秀夫編） 第1版；41－44 第一歯科出版 東京 2007.
- 27) 川角勉：【口臭測定器材】口臭測定器オーラルクロマ．DE 151；17-18 2004.
- 28) 山本一彦，松村譲兒，多久和陽，萩原清文：副腎．人体の正常構造と機能 IV血液・免疫・内分泌 第1版；74－85 日本医事新報社 東京 2002.
- 29) 宮川富三雄，亀谷学，村山正博：トレッドミル運動負荷時の血中総および遊離型ドーパミン，ノルエピネフリン，エピネフリンの分泌動態．自律神経 5；529-536 1991.
- 30) 海野仁，山口晃，西村恒一：局所麻酔と抜歯侵襲に伴う血中カテコールアミン濃度と指尖容積脈波の変動．日本口腔外科学会雑誌 36；2709－2723 1990.
- 31) 田岡久嗣，田平一行，廣藤栄一，岡本敦：健常者を対象とした踏み台昇降運動と酸素摂取量との関連性について．理学療法学 34；626 2007.
- 32) Calil, C. M., Oliveira, G. M., Cogo, K., Pereira, A. C., Marcondes, F. K., Groppo, F. C.: Effects of stress hormones on the production of volatile sulfur compounds by periodontopathogenic bacteria. Braz. Oral. Res. 8;1-8 2014.

図の説明

図 1 : 運動前後の口腔内気体中 VSC 濃度変化

H₂S : 硫化水素

MMP : メチルメルカプタン

DMS : ジメチルサルファイド

図 2 : 運動前後の血中コルチゾール濃度変化

図 3 : 運動前後の血中カテコールアミン濃度変化

表 1 : 口腔内気体中 VSC 濃度と血中コルチゾールおよび
カテコールアミン濃度の関係

図 4 : 口腔内気体中 H₂S 濃度との Speaman 順位相関図

a : H₂S とコルチゾールの Speaman 順位相関図

b : H₂S とアドレナリンの Speaman 順位相関図

c : H₂S とノルアドレナリンの Speaman 順位相関図

d : H₂S とドーパミンの Speaman 順位相関図

図 5 : 口腔内気体中 MMP 濃度との Speaman 順位相関図

a : MMP とコルチゾールの Speaman 順位相関図

b : MMP とアドレナリンの Speaman 順位相関図

c : MMP とノルアドレナリンの Speaman 順位相関図

d : MMP とドーパミンの Speaman 順位相関図

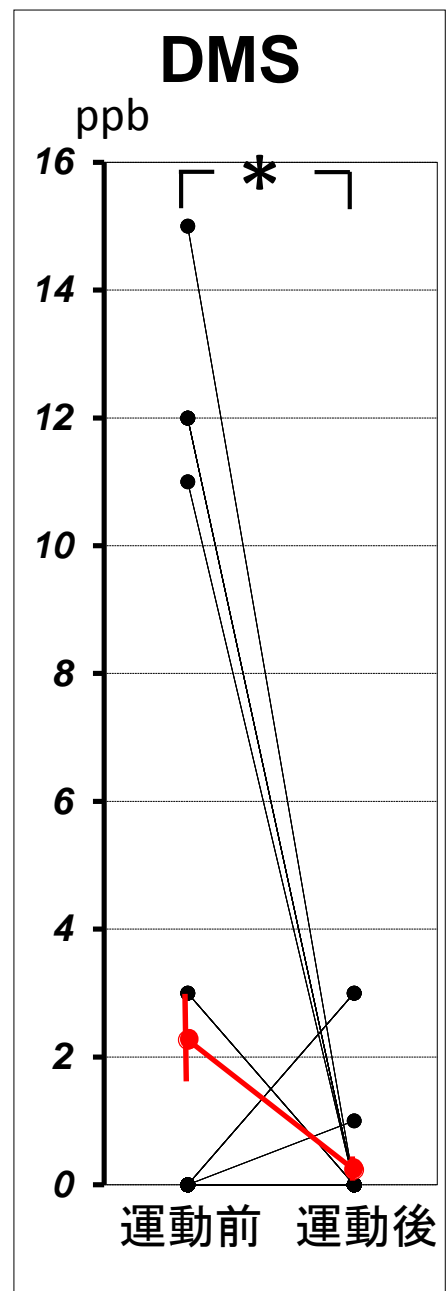
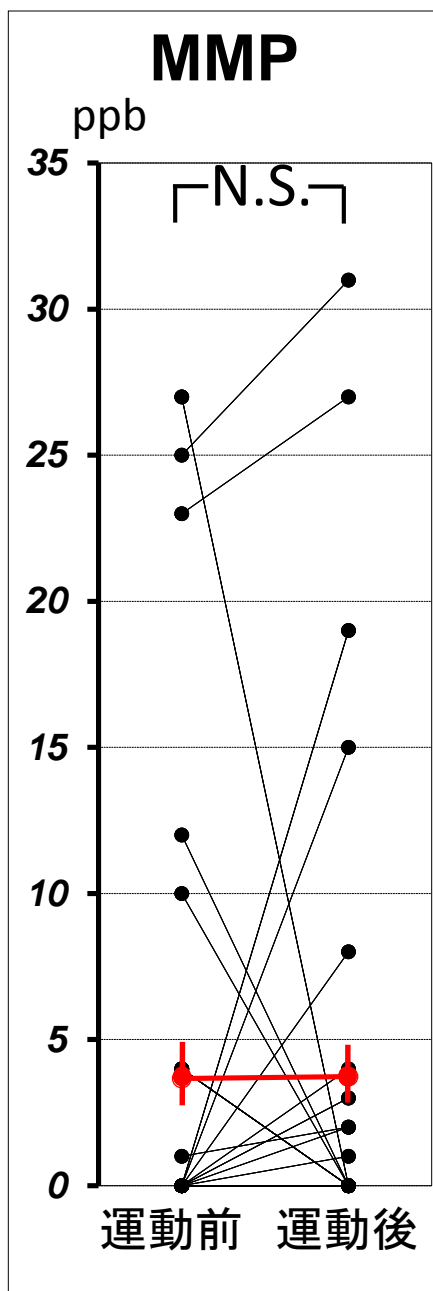
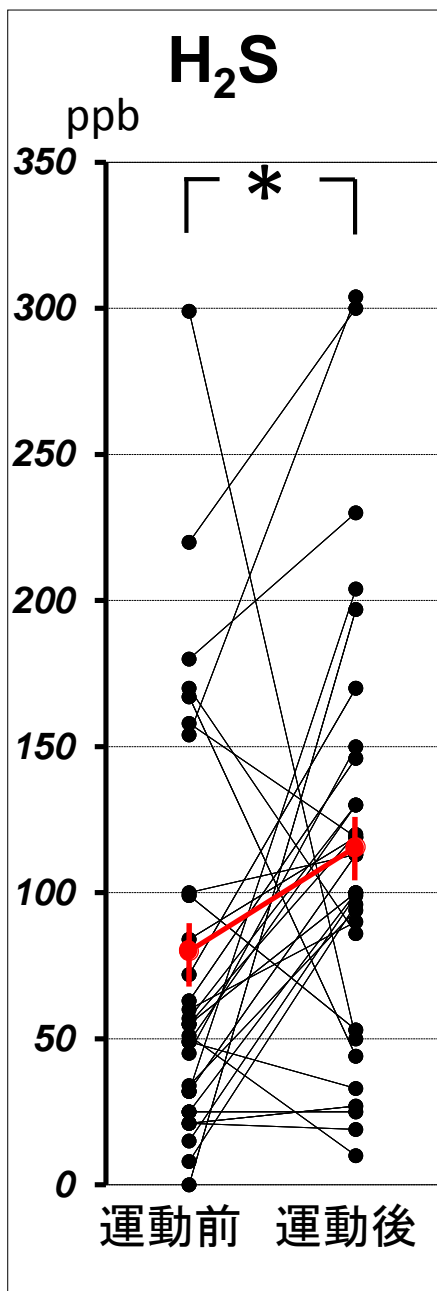
図 6 : 口腔内気体中 DMS 濃度との Speaman 順位相関図

a : DMS とコルチゾール Speaman 順位相関図

b : DMS とアドレナリンの Speaman 順位相関図

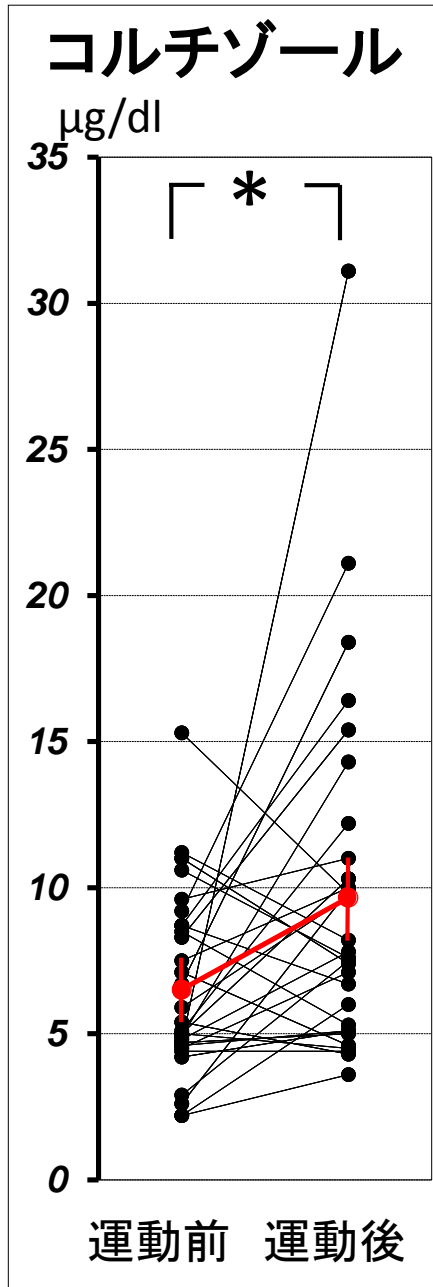
c : DMS とノルアドレナリンの Speaman 順位相関図

d : DMS とドーパミンの Speaman 順位相関図



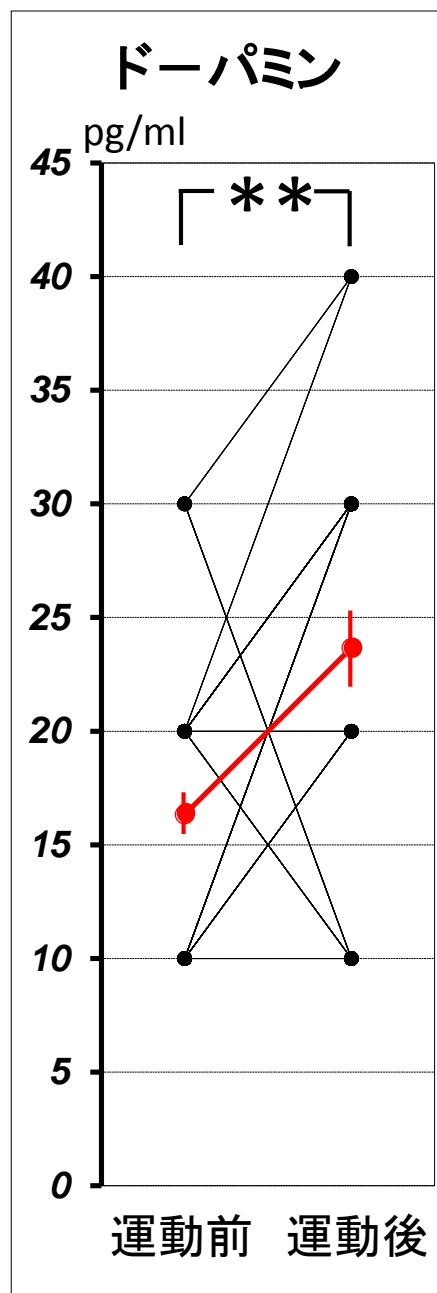
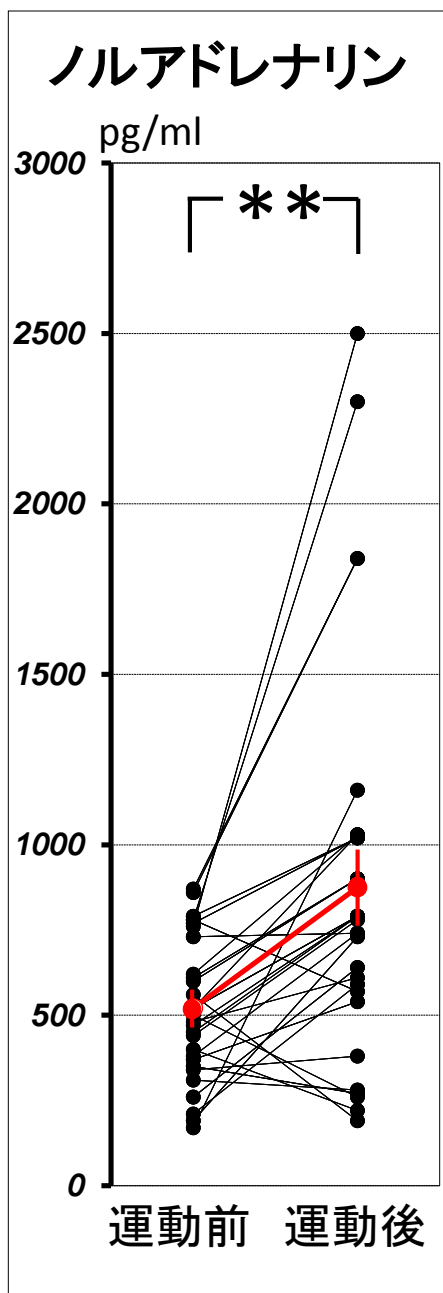
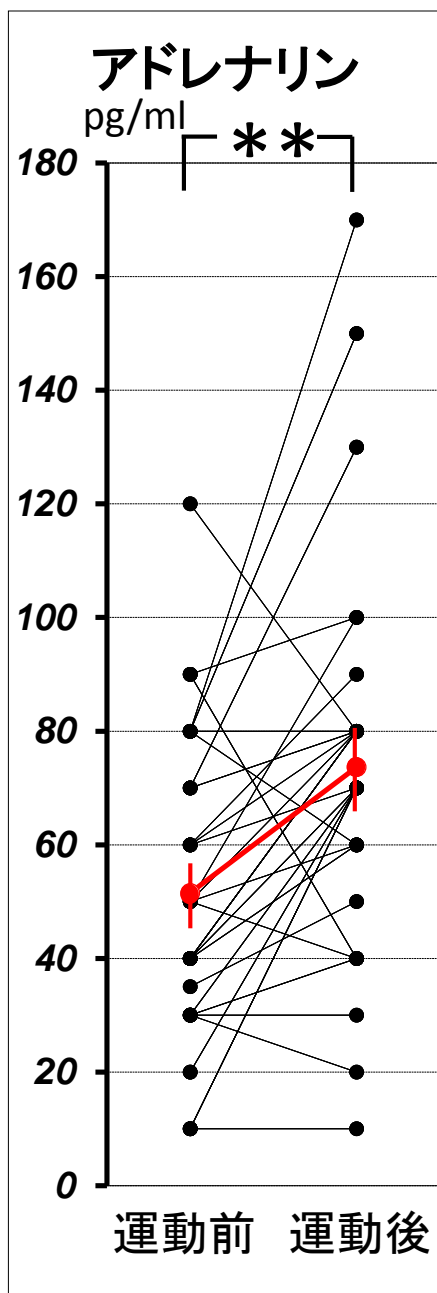
Paired t-test N.S.: no significant, * : $p < 0.05$

図 1



Paired t-test * : $p < 0.05$

図 2



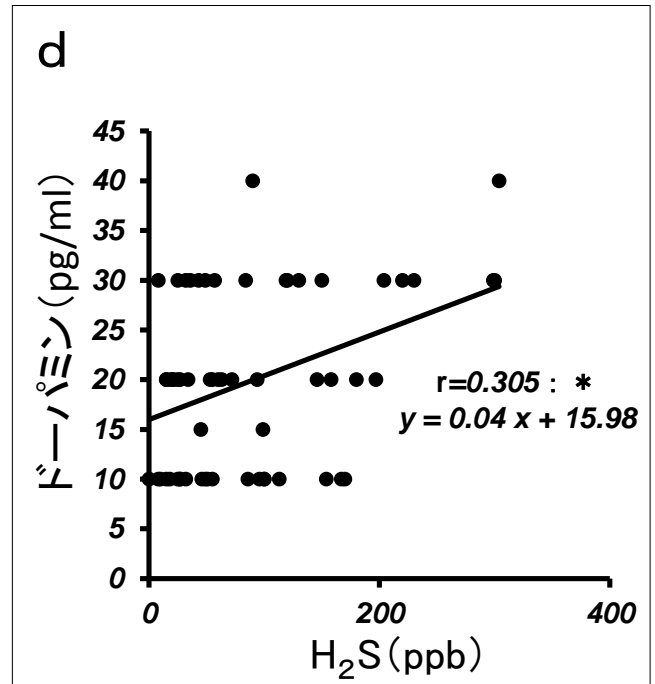
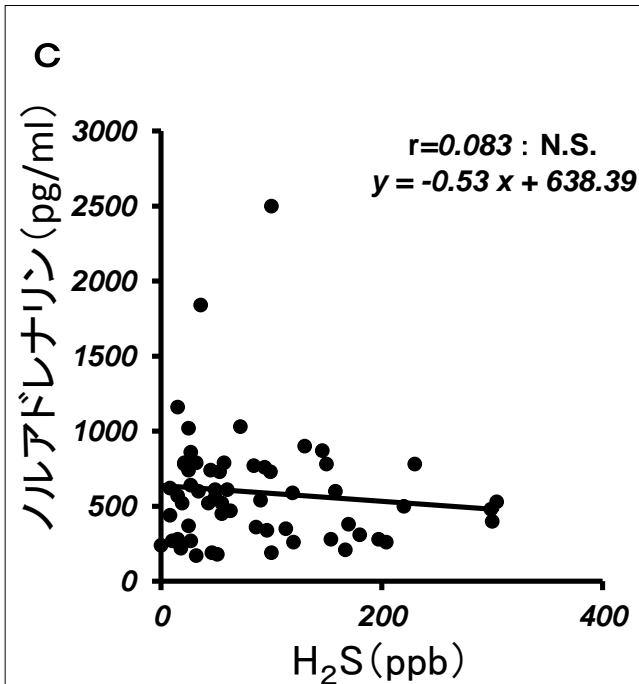
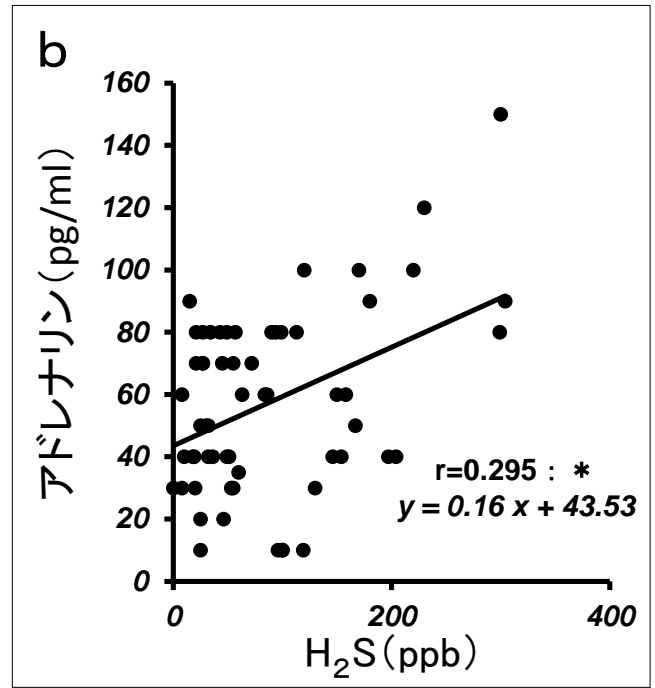
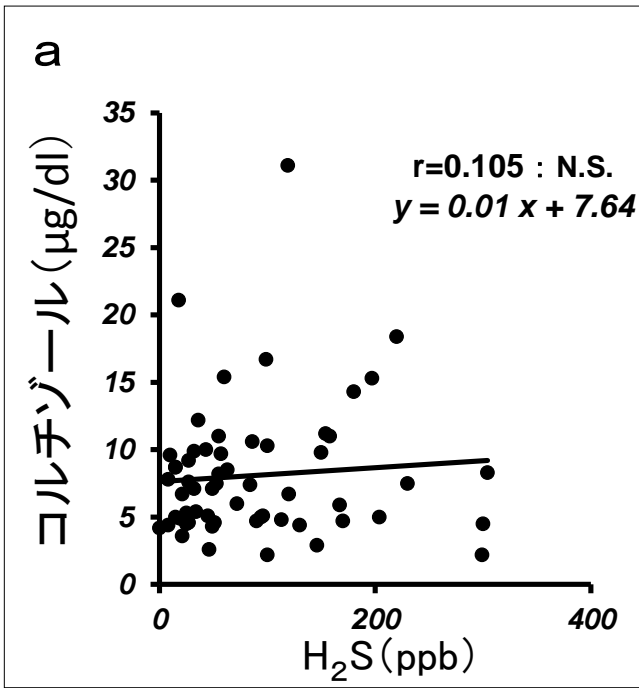
Paired t-test * * : $p < 0.01$

図 3

	コルチゾール	アドレナリン	ノルアドレナリン	ドーパミン
硫化水素	0.105	0.295*	0.083	0.305*
メチルメルカプタン	0.036	0.119	0.016	0.049
ジメチルサルファイド	0.018	0.130	0.198	0.114

Spearman順位相関 * :p<0.05

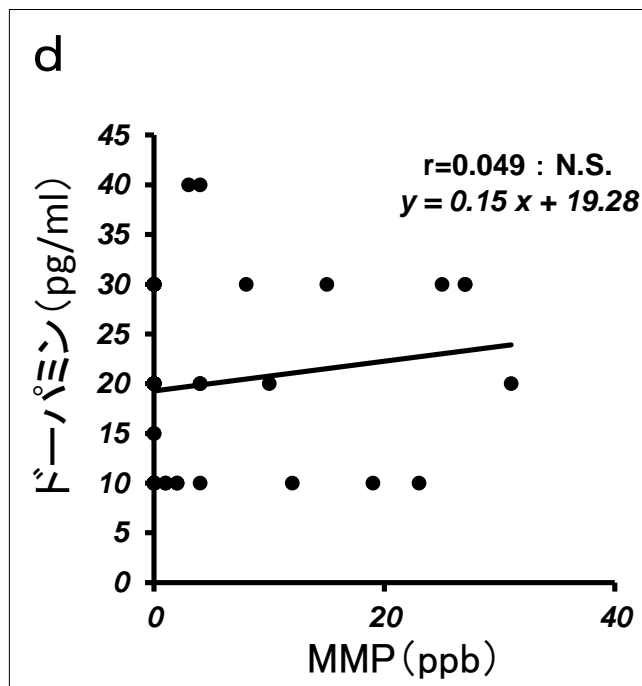
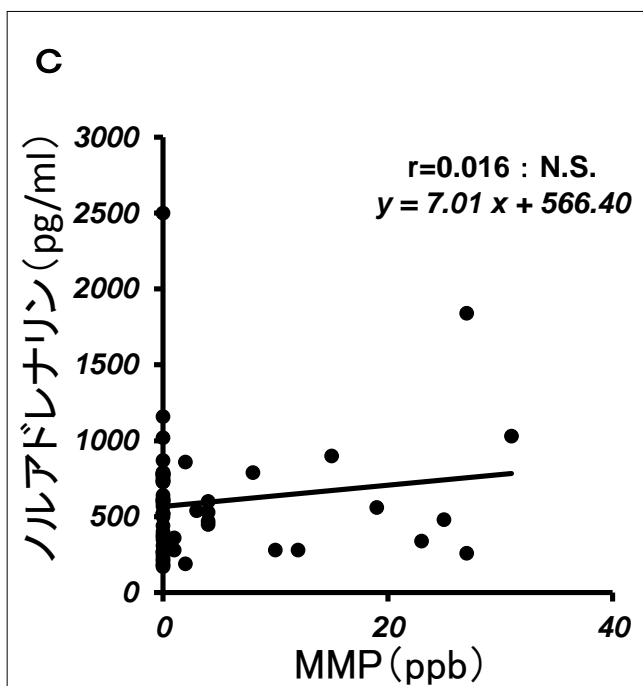
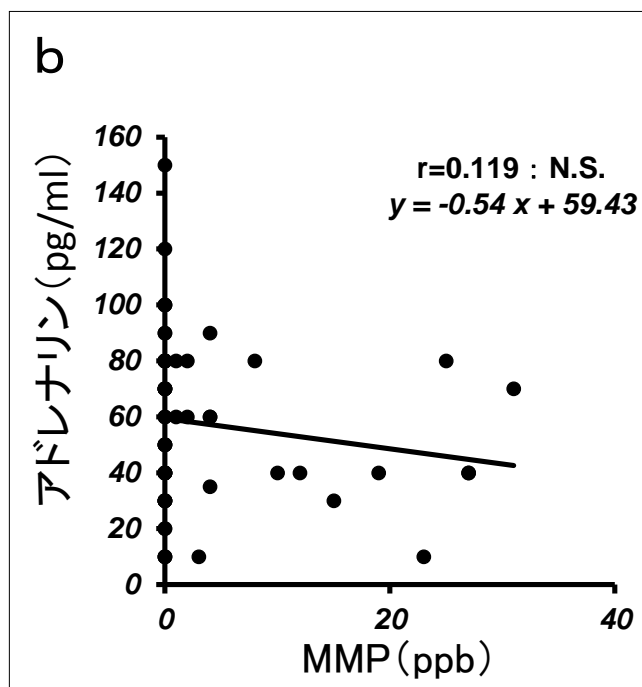
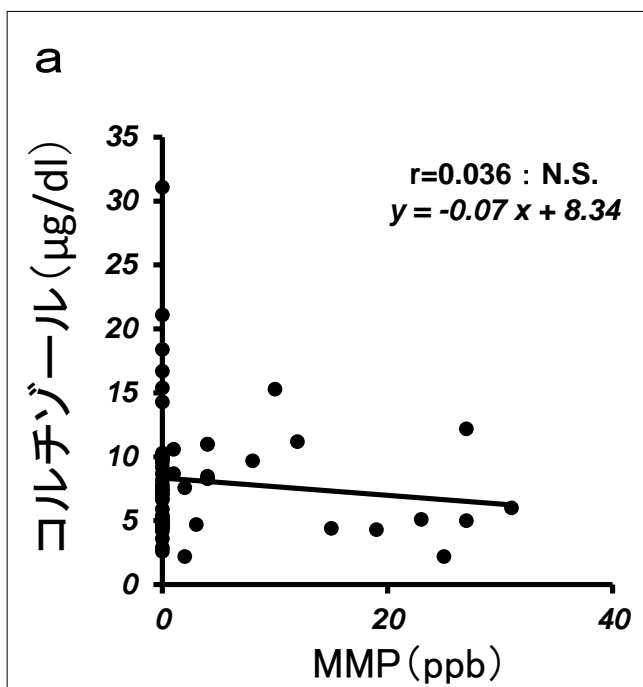
表 1



Spearman順位相関

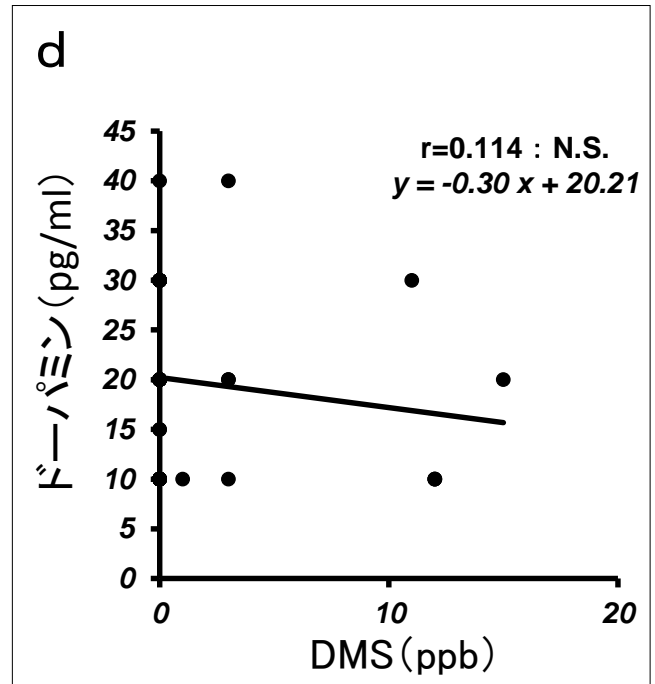
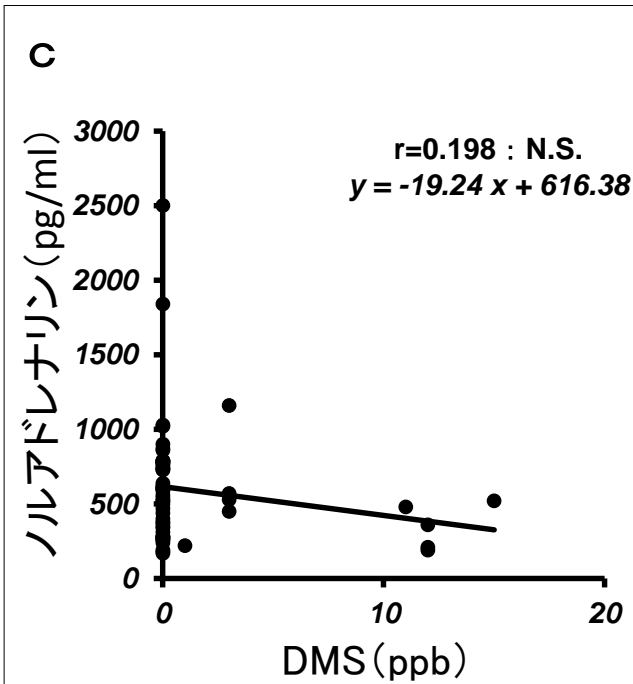
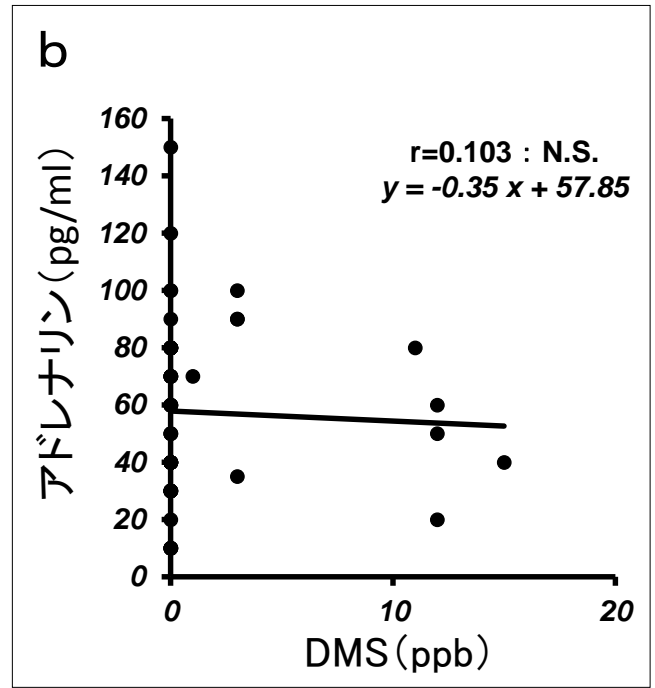
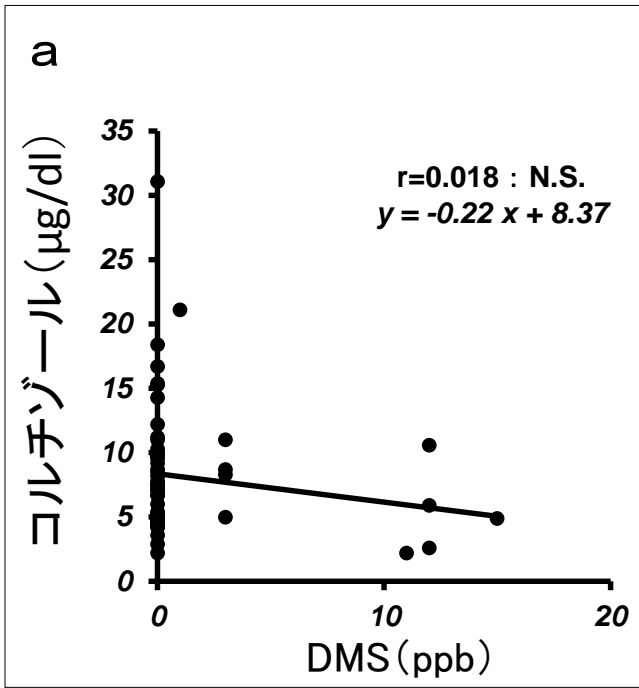
N.S.: no significant, * : $p < 0.05$





Spearman順位相関

N.S.: no significant, * : $p < 0.05$



Spearman順位相関

N.S. : no significant, * : $p < 0.05$