

2011年度 修士論文

藤沢市が実施するトレーニング事業への
参加頻度の違いが健康関連体力および
心血管疾患危険因子に及ぼす影響

Effects of training frequency in training program conducted in Fujisawa
City on physical fitness and cardiovascular disease risk factors

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 身体運動科学研究領域

5010A060-1

中村 亜泰
Nakamura, Tsuguyasu

研究指導教員： 樋口 満 教授

目次

要旨

第1章 背景 …1

- 1) 心血管疾患危険因子および健康関連体力の改善の重要性 …1
 - I. 肥満 …1
 - II. メタボリックシンドローム …1
 - III. 心血管疾患 …2
 - IV. 健康関連体力 …2
- 2) トレーニング介入による CVD 危険因子および健康関連体力の改善 …3
 - I. 有酸素性トレーニング …3
 - II. 筋力トレーニング …5
 - III. COM …5

第2章 研究課題 …12

- 1) 緒言 …12
- 2) 方法 …15
 - I. 対象者 …15
 - II. 健康診断 …16
 - III. 体力度チェック …17
 - IV. トレーニング介入 …18
 - V. 生活習慣調査 …20
 - VI. 統計処理 …20
- 3) 結果 …23
 - I. 対象者特性 …23
 - II. 各測定項目の群内比較および群間比較 …23
- 4) 考察 …41
 - I. 本研究の知見 …41
 - II. 群内比較 …42
 - III. 群間比較 …43
 - IV. 本研究の限界 …44
 - V. まとめ …44

参考文献 …47

第 1 章 背景

1) 心血管疾患危険因子および健康関連体力の改善の重要性

I. 肥満

肥満者の増加は世界的な問題であり、我が国においても例外ではない。日本では、Body Mass Index（ボディマス指数、体重（kg）/ 身長²の 2 乗（m²）、以下「BMI」と表記する）が 22 の場合を標準体重とし、25 以上の場合を肥満としている¹⁾。平成 21 年度の厚生労働省の国民健康・栄養調査²⁾において、日本の肥満者の割合は男性で 30.5%、女性で 20.8% であった（Figure 1）。年次ごとの推移をみると、男性は過去最高の割合、女性は前年と横ばいであった（Figure 2）。

II. メタボリックシンドローム

肥満であることは、メタボリックシンドロームの発症リスクの増加と強い関連がある^{3,4)}。メタボリックシンドロームは、腹部肥満、高血糖、高血圧、脂質異常症の 4 つの要素によって構成される⁵⁾。日本では、ウエスト周囲径が男性で 85cm 以上、女性で 90cm 以上を「要注意」とし、その中で、

- ・血清脂質異常：中性脂肪（triglycerides、以下「TG」と表記する）値 150mg/dL 以上、HDL コレステロール（high-density lipoprotein cholesterol、以下「HDL-c」と表記する）値 40mg/dL 未満のいずれか、または両方

- ・血圧高値：収縮期血圧（systolic blood pressure、以下「SBP」と表記する）130mmHg 以上、拡張期血圧（diastolic blood pressure、以下「DBP」と表記する）85mmHg 以上のいずれか、または両方

- ・高血糖：空腹時血糖（fasting plasma glucose、以下「FPG」と表記

する) 値 110mg/dL 以上

の 3 項目のうち、2 項目以上を有する場合にメタボリックシンドロームと定義される⁶⁾。平成 20 年度の厚生労働省の国民健康・栄養調査⁷⁾において、メタボリックシンドロームが強く疑われる者は男性で 25.3%、女性で 10.6%、メタボリックシンドロームの予備軍と考えられる者は男性で 21.9%、女性で 8.3%であった (Figure 3)。予備軍を含めると、男性の約 2 人に 1 人が、女性の約 5 人に 1 人がメタボリックシンドロームに脅かされていることになる。Figure 3 を見て明らかなように、年代を追うごとにメタボリックシンドロームの発症率は上昇している。この事は、中高年になるにつれてメタボリックシンドロームの発症リスクが増加するという報告⁸⁾と一致する。

Ⅲ．心血管疾患

メタボリックシンドロームは、心血管疾患 (cardiovascular disease、以下「CVD」と表記する) のリスクを増加させることが報告されている⁹⁾。年齢に比例してメタボリックシンドロームの発症率は増加するため^{7,8)}、中高年になる程、加齢によるサルコペニアおよび心血管機能低下の問題も加わり、CVD のリスクがより増大する¹⁰⁾。CVD には、狭心症や心筋梗塞といった日本人の死因の上位を占める疾病も含まれており、中高年者における肥満、高血圧、高血糖および血中脂質異常などの CVD 危険因子の改善は社会的に大きな意味をもつ。

Ⅳ．健康関連体力

アメリカスポーツ医学会 (American College of Sports Medicine、以下「ACSM」と略す) は健康関連体力を「日常生活において活発に活動できる能力に関連しており、運動不足による疾患の早期発症リスクを低下させることにも関連する特性と能力を有する」と記しており、その体

力要素を心肺体力、筋力/筋持久力、柔軟性および身体組成としている¹¹⁾。低い心肺体力^{12,13,14,15,16)}および筋力^{17,18,19,20,21,22)}を有する者は、肥満、高血圧、高血糖、血中脂質異常およびメタボリックシンドロームの発現リスクが高い事が報告されている。心肺体力および筋力といった健康関連体力を高い水準に保つ事は CVD 危険因子を減少させ、CVD の発症を予防する事につながると考えられている。

2) トレーニング介入による CVD 危険因子および健康関連体力の改善

有酸素性トレーニング、筋力トレーニングおよび双方のトレーニングを並行して行うコンビネーショントレーニング (Combination Training、以下「COM」と表記する) は、CVD 危険因子の改善に大きく寄与すると考えられており、多くの研究でその効果が検討されている。

I. 有酸素性トレーニング

メタボリックシンドローム者は健常者と比較して心肺体力が低下している事が報告されている²³⁾。そして、低い心肺体力は CVD のリスク増加を引き起こす主要な要素と考えられている²⁴⁾。有酸素性トレーニングは心肺体力を改善するのに適したトレーニング様式であり、CVD 危険因子および健康関連体力の改善に寄与すると考えられている。

Tjønnå et al.は、メタボリックシンドロームの中高年者を対象に持続的中強度有酸素トレーニング (Continuous Moderate Exercise、以下「CME」と表記する) および有酸素性インターバルトレーニング (Aerobic Interval Training、以下「AIT」と表記する) を 16 週間 (3/week) 実施し、その効果を比較検討した²⁴⁾。CME は HR_{max} の 70% の強度で 47 分間行われた。AIT は、 HR_{max} の 90% の強度で 4 分間のトレーニングを 4 セット行った。各セット間に active rest として HR_{max}

の 70% の強度で 3 分間のインターバルを設けた。CME 群と AIT 群は等しいトレーニング量に設定された。CME 群および AIT 群は、コントロール群と比較して有意に最大酸素摂取量 (Maximal Oxygen Uptake、以下「 $\dot{V}O_{2max}$ 」と表記する) を増加させ、CVD 危険因子を改善した。群間でみると、AIT 群の方が CME 群と比較して有意に $\dot{V}O_{2max}$ を増加させ、またより多くの CVD 危険因子を有意に改善した²⁴⁾。

Johnson et al. は、過体重および肥満の中高年者を対象に低量中強度、低量高強度および高量高強度で行う有酸素性トレーニングを 8 ヶ月間 (3-4/week) 実施し、そのメタボリックシンドロームへの効果を比較検討した²⁵⁾。中強度のトレーニングは最高酸素摂取量 (Peak Oxygen Uptake、以下「 $\dot{V}O_{2peak}$ 」と表記する) の 40-55% の強度、高強度のトレーニングは $\dot{V}O_{2peak}$ の 65-80% の強度で行われた。低量のトレーニングはウォーキングを ~19km/week 行ったトレーニング量に、高量のトレーニングはジョギングを ~32km/week 行ったトレーニング量に相当するものであった。介入前後で、低量中強度群および高量高強度群はコントロール群と比較して、有意にメタボリックシンドロームの ATP III score および z-score を改善した。一方、低量高強度群とコントロール群との間に有意な差はみられなかった。高量高強度群は低量高強度群と比較して、有意に z-score を改善した。また、高量高強度群が最も多くのメタボリックシンドローム危険因子を改善した²⁵⁾。

ひとことに‘有酸素性トレーニング’といっても、CME のように中強度で持続的に行うものから、AIT のような高強度でトレーニング色の強いものまで、その類型は多岐にわたる。そして、トレーニング量・強度によって、有酸素性トレーニングによる CVD 危険因子および心肺体力の改善の度合いが変わってくる^{24,25)}。高量・高強度の有酸素性トレーニ

ングの方が改善効果は大きいと考えられる^{24,25)}。

Ⅱ．筋力トレーニング

加齢に伴う筋力の低下は、肥満、インスリン抵抗性、2型糖尿病、脂質異常症および高血圧症につながる。また、糖代謝および脂質代謝の主要な組織である骨格筋は、安静時代謝を規定する主要な因子であり、筋力の増加は様々な CVD 危険因子の改善に寄与する²⁶⁾。筋力は死亡率²⁷⁾およびメタボリックシンドロームの発症率^{17,28)}と逆相関の関係にあることがいくつかの横断研究で示されている。筋力トレーニングで骨格筋を増加させることによって、HDL-c の増加やインスリン感受性を高めるといった代謝の改善がもたらされる²⁹⁾。

Stensvold et al.は、12 週間（3/week）のストレングストレーニング（Strength Training、以下「ST」と表記する）によって、メタボリックシンドローム中高年者の CVD 危険因子および筋力が改善されたと報告している³⁰⁾。トレーニングプログラムは、80%1RM の重量で 8-12 回の挙上を 3 セット行うものであった。コントロール群と比較して、ウェスト周囲および体脂肪量が有意に減少、最大筋力が有意に増加した³⁰⁾。

Ⅲ．COM

有酸素性トレーニングと筋力トレーニングは、それぞれ CVD 危険因子の改善に寄与する。しかし、有酸素性トレーニングと筋力トレーニングのどちらがより CVD 危険因子および健康関連体力の改善に寄与するのか、また、双方のトレーニング様式を並行して行うことによって相乗効果は得られるのか、つまるところ、「どのトレーニングプログラムが最も CVD 危険因子および健康関連体力の改善に寄与するのか」に関しては統一した見解は得られていない。

Schjerve et al.は、肥満の中高年者を対象に 12 週間（3/week）の CME、

AIT、STのうち、どのトレーニングがCVD危険因子および心肺体力、筋力といった健康関連体力を改善するのに最も適しているかを調査した³¹⁾。CMEはHR_{max}の60-70%の強度で47分間行われた。AITは、HR_{max}の85-95%の高強度で4分間のトレーニングを4セット行った。各セット間にactive restとしてHR_{max}の70%の強度で3分間のインターバルを設けた。STは、90%1RMの重量で5回の挙上を4セット行うレッグプレス、30回の腹筋および背筋運動を30秒のインターバルで3セット行うものであった。すべての群において、介入前後で $\dot{V}O_{2max}$ が増加した。群間でみると、AIT群はCME群およびST群と比較して、有意に $\dot{V}O_{2max}$ を増加させた。CME群とST群の間に有意な差はみられなかった。ST群において、介入前後で最大筋力が有意に増加した。CME群およびAIT群は、介入前後で最大筋力に変化はみられなかった。群間でみると、ST群はCME群およびAIT群と比較して、有意に最大筋力を増加させた。HDL-c、TGといった血清脂質は、いずれの群においても変化はみられなかった。血圧や体脂肪量はCME群およびAIT群では改善がみられたが、ST群では改善はみられなかった。すべての群においてCVD危険因子および健康関連体力の改善がみられたが、AIT群の改善の度合いがCME群およびST群と比較して大きかった³¹⁾。

Stensvold et al.は、メタボリックシンドロームの中高年者を対象に12週間(3/week)のAIT、STそして、2つのトレーニングを並行して行うCOMのうち、どのトレーニング様式が最もメタボリックシンドロームの構成要素に影響を及ぼすのかを調査した³⁰⁾。AITはHR_{peak}の90-95%の高強度で4分間のトレーニングを4セット行った。各セット間にactive restとしてHR_{peak}の70%の強度で3分間のインターバルを設けた。STは80%1RMの重量で8-12回の挙上を3セット行うもので

あった。COM 群は AIT のトレーニングプログラムを週に 2 回、ST のトレーニングプログラムを週に 1 回それぞれ行った。すべてのトレーニング群において、介入前後でウェスト周囲が有意に減少した。一方、コントロール群のウェスト周囲は、介入前後で有意に増加した。群間でみると、AIT 群と ST 群がコントロール群と比較して、有意にウェスト周囲を減少させた。糖代謝および脂質代謝の血液指標は、すべての群において差がみられなかった。COM 群において有意ではないが、介入前後で最大筋力に増加がみられた。群間でみると、AIT 群と比較して有意に最大筋力が増加した。ST 群も COM 群と同様に、有意ではないが、介入前後で最大筋力を増加させた。群間でみると、コントロール群および AIT と比較して、有意に最大筋力が増加した。AIT 群および COM 群において、心肺体力の有意な改善が認められた。すべてのトレーニング群で CVD 危険因子および健康関連体力の改善がみられたが、改善の度合いから考えて、AIT 群が ST 群および COM 群と比較して、より効果的であると Stensvold et al. は捉えている³⁰⁾。

Bateman et al. は、過体重および肥満の中高年者を対象に 8 ヶ月間の CME、レジスタンストレーニング (Resistance Training、以下「RT」と表記する)、そして COM のうち、どのトレーニング様式が最もメタボリックシンドロームの z-Score に影響を及ぼすのかを調査した³²⁾。CME は $\dot{V}O_{2peak}$ の 75% の強度で、~120 分/week 行われた。RT は異なる主要な筋肉を対象にした 8 種目のトレーニングを 8-12RM の重量で、週に 3 回行った。COM は純粹に CME のトレーニングプログラムと RT のトレーニングプログラムを合わせたものであった。RT は単独で z-Score に影響を及ぼさなかった。CME は単独で有意ではないが z-Score の改善の傾向を示した。COM は有意に z-Score を改善した。群間でみる

と、RT 群と比較して有意に z-Score を改善した。CME 群とは有意な差はみられなかった。Bateman et al.はメタボリックシンドロームの改善に RT は効果的ではないと捉えている³²⁾。この研究において、COM 群は CME 群と RT 群のトレーニングプログラムをそのまま足したものとして設定されており、その結果、COM 群は CME 群および RT 群と比較してトレーニング量がほぼ 2 倍になっている。総トレーニング量が増加したことが z-Score の改善に寄与した可能性が考えられることから、COM 群の効果が 2 つのトレーニングを合わせて行った‘相乗効果’によるものなのかは、この研究からは判断できない³²⁾。

「どのトレーニングプログラムが最も CVD 危険因子および健康関連体力を改善するのか」については、依然統一した見解が得られておらず、さらなる検討がなされる必要がある。

Figure 1. 肥満者の割合（20歳以上）²⁾

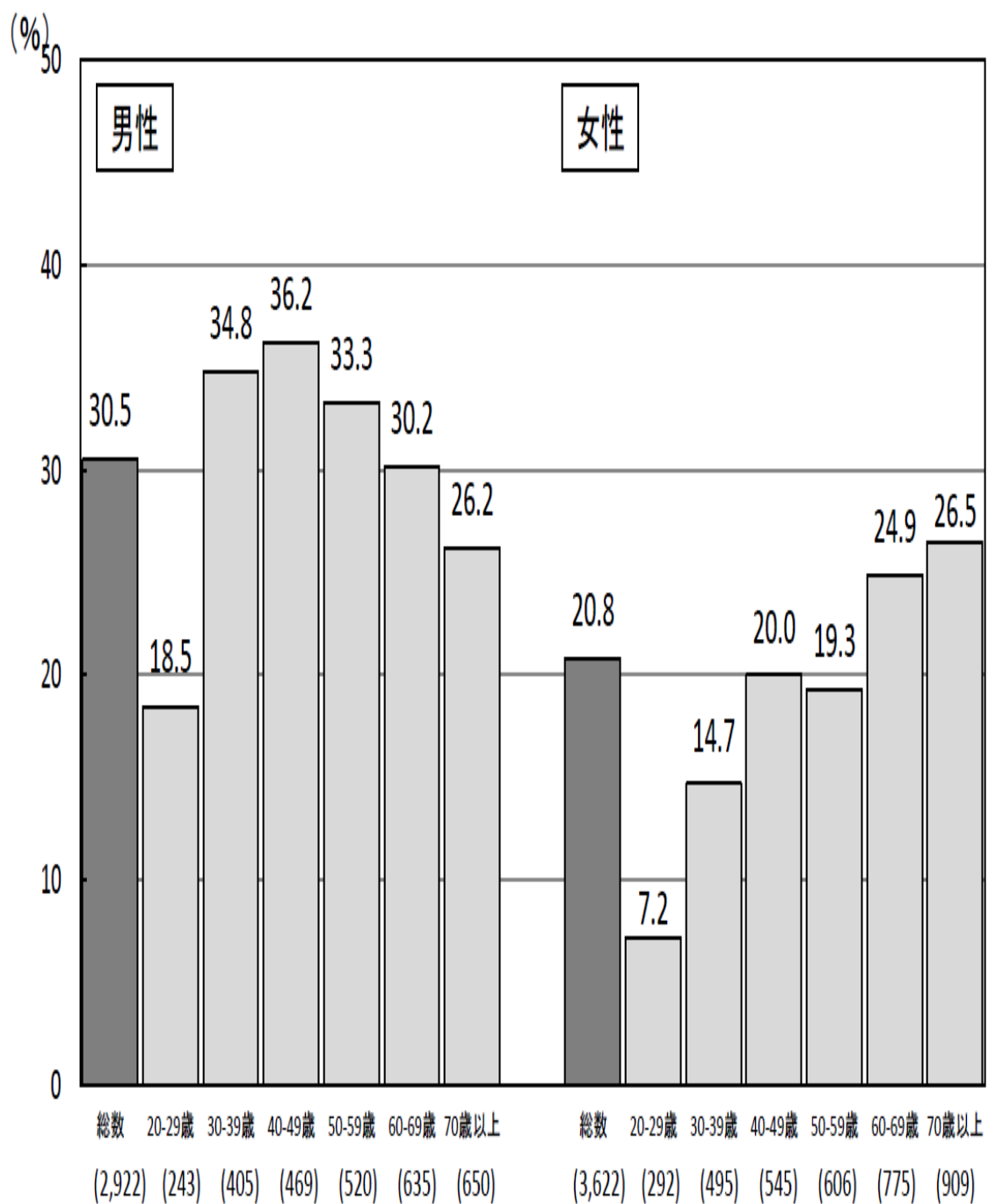
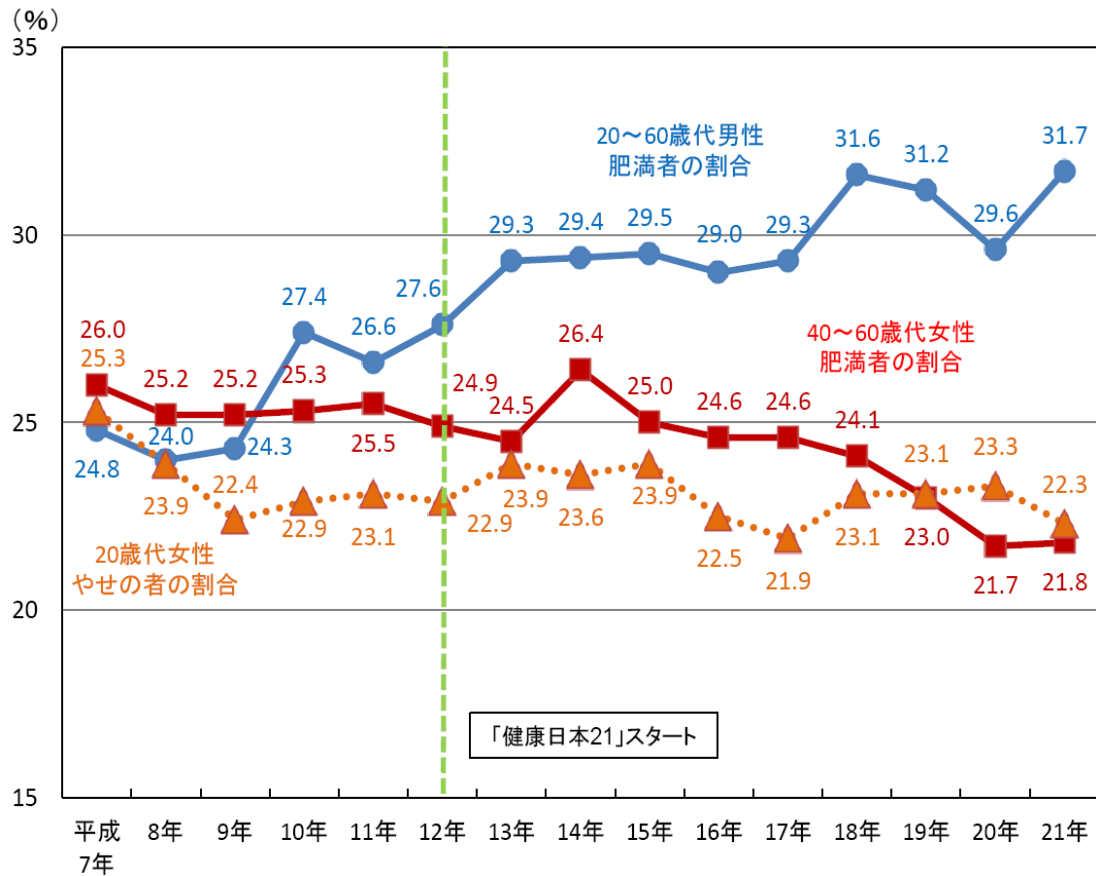


Figure 2. 肥満者及びやせの者の割合（20歳以上）²⁾

※20歳代女性やせの者の割合は、移動平均により平滑化した結果から作成。

移動平均：グラフ上の結果のばらつきを少なくするため、各年次結果の前後の年次結果を足し合わせ、計3年分を平均化したもの。



(参考)「健康日本21」の目標
 成人の肥満者(BMI $\geq$ 25)の減少
 目標値:20-60歳代男性 15%以下
 40-60歳代女性 20%以下
 20歳代女性のやせの者(BMI<18.5)の減少
 目標値:15%以下

Figure 3. メタボリックシンドロームの状況（平成20年）⁷⁾

男 性	総 数		20-29歳		30-39歳		40-49歳		50-59歳		60-69歳		70歳以上		(再掲) 40-74歳	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
メタボリックシンドロームが 強く疑われる者 (腹囲 $\geq$ 85cm+項目2つ該当)	457	25.3	4	4.0	14	7.9	31	16.8	78	26.8	140	29.0	190	33.2	324	27.0
メタボリックシンドロームの 予備群と考えられる者 (腹囲 $\geq$ 85cm+項目1つ該当)	395	21.9	11	11.1	31	17.5	49	26.5	77	26.5	106	22.0	121	21.2	294	24.5
総 数	1,806		99		177		185		291		482		572		1,199	
女 性	総 数		20-29歳		30-39歳		40-49歳		50-59歳		60-69歳		70歳以上		(再掲) 40-74歳	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
メタボリックシンドロームが 強く疑われる者 (腹囲 $\geq$ 90cm+項目2つ該当)	276	10.6	2	1.5	6	1.8	15	4.8	37	7.4	89	14.4	127	18.1	204	11.9
メタボリックシンドロームの 予備群と考えられる者 (腹囲 $\geq$ 90cm+項目1つ該当)	215	8.3	5	3.6	12	3.6	9	2.9	36	7.2	61	9.9	92	13.1	139	8.1
総 数	2,600		137		329		315		499		617		703		1,715	

第 2 章 研究課題

1) 緒言

背景で述べたように、実験研究における中高年者を対象としたトレーニングによる CVD 危険因子および健康関連体力の改善効果は多く報告されている。しかし、各地方の自治体や民間のスポーツジム等のいわゆる「現場」において、実際に処方されているトレーニングプログラムの CVD 危険因子および健康関連体力に対する効果を検討した研究は少ない。本来、実験研究において得られたデータが「現場」に還元され、そのデータの通りに市民にトレーニングが処方されるのが望ましい。しかし、研究に用いられたトレーニングプログラムを研究室外でのトレーニング活動にそのまま適用するには限界がある³³⁾。その理由として、トレーニングプログラムの違いが挙げられる。トレーニングの量²⁵⁾が多く、強度^{24,25,31)}の高い方が、CVD 危険因子および健康関連体力の改善に効果的であると報告されていることから、実験研究において各トレーニング様式の効果を検討する場合、トレーニングプログラムが高量・高強度に設定される傾向がある。それに加え、限られた介入期間の中でトレーニングの効果を実証しなければならないという点も、実験研究のトレーニング量・強度が高くなる一因として挙げられる。これらの事を踏まえると、実験研究のトレーニングプログラムは一定期間内にトレーニング効果が現れやすい様にデザインされており、現実的に長期的な継続性を考慮してトレーニングを処方する「現場」に適用するには限界があると考えられる。例えば、Schjerve et al.の研究³¹⁾では、AIT および ST によって CVD 危険因子および健康関連体力が改善された。しかし実際の「現場」において、CVD 危険因子および健康関連体力の改善を目的とす

る中高年者を対象に、85-95% HR_{max} の強度での有酸素性トレーニング、もしくは 90% 1RM の強度での ST は処方されないだろう。この研究³¹⁾では、競技スポーツにおいてアスリートが用いるものに近いトレーニングプログラムが組まれており、実際に「現場」において CVD 危険因子および健康関連体力の改善を目的とした中高年者に採用するのは非常に難しいと考えられる。競技選手の場合、LSD (long, slow distance training) の様な低強度のトレーニングでは速筋繊維の動員がほとんどないため、さらに高い強度でのトレーニングも実施する必要があるが、一般に CVD 危険因子および健康関連体力の改善のために処方される有酸素性トレーニングは、まさしく LSD である。効果的なトレーニングプログラムには、対象者の特性に応じたトレーニング処方が含まれなければならない²⁹⁾。本研究で検証する、藤沢市保健医療センターにおいて行われているトレーニングプログラムでは、40-60% HRR の強度で有酸素性トレーニングが、60-70% 1RM の強度で RT が処方されている。

実験研究のトレーニングプログラムを「現場」にそのまま適用するのは難しい。すなわち、「現場」において処方されているトレーニングプログラムが CVD 危険因子および健康関連体力にどの程度の効果を及ぼすかは、実験研究の結果からは推測することができない。ならば、実際に「現場」で処方されているトレーニングプログラムの効果を検討するのは、非常に意義深いといえる。河村らは、自治体が開催した、高齢者を対象とした介護予防筋力トレーニング事業の効果を検討した³⁴⁾。このトレーニング事業は 24 週間実施され、最初の 12 週間は週 2 回の頻度で集団型運動教室が開催された。後半の 12 週間は自主活動期間とし、週 1～2 回の頻度で希望者が自主的にトレーニングを継続した。1 回のトレーニングは 90 分であった。最初の 4 週間は 40% 1RM の重量で 10～20

回挙上を 1 セット、5 週目以降は 60% 1RM の重量で 12~15 回挙上を 2 セット実施した。12 週間の筋力トレーニング後、筋力や柔軟性といった健康関連体力は有意に改善されたが、糖代謝および脂質代謝の血液指標に変化はみられなかった³⁴⁾。

トレーニング量・強度は「現場」の管理者が設定し、対象者に処方する事ができるが、トレーニング頻度は対象者の自発的意志に大きく依存する。「現場」では実験研究の様に、謝礼といった対価をもって一定以上のコンプライアンスを求めることはできない。トレーニング介入による CVD 危険因子および健康関連体力の改善効果を検討した実験研究では、週に 3 回の頻度で強度の高いトレーニングを処方している研究が多くみられるが^{24,25,30,31,32,33)}、メタボリックシンドロームの中高年者はそうでない者と比較して、運動習慣がない者が多く³⁵⁾、「現場」において強度の高いトレーニングを週 3 回の頻度で実施するのは容易ではない。そもそも、トレーニング頻度が決定されている実験研究とは違い、「現場」におけるトレーニングの参加頻度は対象者によってバラツキがある。そして、「現場」におけるトレーニングへの参加頻度の違いがトレーニング効果に及ぼす影響について検討した研究は少なく、データが不足している。松本らは、自治体が実施した 3 ヶ月の健康教室の効果を検証した³⁶⁾。102 名の中高年者は、教室に参加した頻度別に「高い群」、「普通群」、「低い群」3 群に群分けされた。健康教室は週 1 回の頻度で 3 ヶ月間実施された。運動プログラムは、健康運動指導士がボルグスケール 11~13 の運動強度を目安に 1 回の健康教室における運動量が 4 エクササイズになるよう作成された。運動内容は、エアロビクスなどの有酸素トレーニングおよび自重を用いた低強度の筋力トレーニングであった。健康関連体力および CVD 危険因子とも、トレーニング参加頻度の違い

がトレーニング効果に影響を及ぼすことを示す結果はみられなかった³⁶⁾。

本研究では、「現場」のトレーニングへの参加頻度の違いが CVD 危険因子および健康関連体力に及ぼす影響を調査する。本研究のトレーニング介入期間は 1 年間であり、先行研究³⁶⁾と比較して長期のトレーニング介入の影響を検討している。神奈川県藤沢市にある藤沢市保健医療センターでは、藤沢市から健康づくりトレーニング事業を委託されている。

本研究の目的は、神奈川県藤沢市にある藤沢市保健医療センターにおいて、中高年者を対象に CVD 危険因子および健康関連体力の改善を目的として実施されているトレーニングプログラムの CVD 危険因子および健康関連体力への影響を対象者のトレーニングへの参加頻度別に捉え、検証することである。

2) 方法

I. 対象者

本研究では、2001 年から 2010 年の間に藤沢市保健医療センターの健康づくりトレーニング事業に自主的に参加した者の縦断データを分析に用いた。この事業の参加にあたり、対象者は藤沢市保健医療センターにおいて健康診断および体力度チェックを行った。(Baseline) この事業のトレーニング期間は 1 年間であった。健康診断および体力度チェック完了後、対象者はトレーニング介入期間を経て、再び健康診断および体力度チェックを受診した (Figure 4. 本研究の流れ)。なお、健康診断について、体力度チェック実施日から過去 6 ヶ月以内に行われたものであれば、センター外で受診した健康診断のデータで代用する事が可能であった。ただし、その場合、対象者の職場や居住する市で行われるもの等、

健康診断の実施時期は多種多様に及び、トレーニング介入後の健康診断の時期が「前回の測定の1年後」からずれ込む者がみられた。それに伴い、トレーニング介入後の体力度チェックの時期においても同様のケースがみられた。したがって、健康診断および体力度チェックについて、トレーニング介入前の受診から介入後の受診までの期間が、1年間のトレーニング効果を分析するには不適當であると判断した者は除外した。本研究では、トレーニング介入前の体力度チェックから301日-399日後の間にトレーニング介入後の体力度チェックを受診した者を対象とした。分析には360名（男性134名：63.1±8.4歳、女性226名：55.7±9.2歳）のデータを用いた。

対象者は、藤沢市保健医療センターにてトレーニングを実施した頻度別に以下のグループに群分けされた。

- ・低頻度群（Low Frequency Group、以下「L群」と表記する）：

トレーニング頻度が1ヶ月に0回-3回未満（n=男性37、女性87）

- ・中頻度群（Middle Frequency Group、以下「M群」と表記する）：

トレーニング頻度が1ヶ月に3回以上4回未満（n=男性57、女性88）

- ・高頻度群（High Frequency Group、以下「H群」と表記する）：

トレーニング頻度が1ヶ月に4回以上（n=男性40、女性51）

本研究は、藤沢市保健医療財団倫理委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に則って行われた。

II. 健康診断

対象者が受診した健康診断の測定項目には身長、体重、SBP、DBP、総コレステロール（total cholesterol、以下「TC」と表記する）、HDL-c、TGおよびFPGが含まれていた。LDL-cはFriedewald et al. (1972)の式（ $LDL-c = TC - HDL-c - TG/5$ ）³⁷⁾を用いて算出した。また、身長と

体重から BMI を算出した。

Ⅲ．体力度チェック

心肺体力：自転車エルゴメーター（STB-2400、コンビ）による運動負荷テストを実施した。運動負荷テストは初期負荷を 15watt とし、1 分間あたり 15watt ずつ増加するランプ負荷法を用いた。ペダルの回転数は 50 回転とした。対象者には、自転車をこれ以上こげないというところまでこぐよう指示した。運動負荷中は心拍数、血圧、心電図（STU-2100、日本光電）および主観的運動強度（rating of perceived exertion、以下「RPE」と表記する）を測定し、対象者の安全保持に努めた。運動負荷の最高 watt 値、年齢および体重から Storer et al. (1990) の式³⁸⁾を用いて $\dot{V}O_{2max}$ を推定した。

男性： $\dot{V}O_{2max}$ (mL/min) = $10.51 \times \text{仕事率(watt)} + 6.35 \times \text{体重(kg)} - 10.49 \times \text{年齢(yr)} + 519.3$

R=0.939、SEE=212mL/min

女性： $\dot{V}O_{2max}$ (mL/min) = $9.39 \times \text{仕事率(watt)} + 7.7 \times \text{体重(kg)} - 5.88 \times \text{年齢(yr)} + 136.7$

R=0.932、SEE=147mL/min

筋力：筋力の指標として握力を測定した。握力は全身の筋力とよく相関する事が知られており^{39,40)}、安全かつ簡便に測定することができる指標である。対象者には肘を伸ばした状態で、足を肩幅に開いた直立姿勢を維持し、最大努力で握力計（ED-D100PNR、ヤガミ製作所）を握るよう指示した。左右 2 回ずつ試行し、そのうち最も高かった値を分析に用いた。

筋持久力：腹筋群の筋持久力テストとしてよく用いられる上体起こしを実施した^{41,42)}。対象者は両手を胸の前で交差させ、両肘を 90° に曲げ

て足の甲を固定した仰向けの姿勢から、両肘が大腿部に付くまで上体を起こし、元の姿勢に戻るまでの動作を 1 回とした。評価は 30 秒の間に実施できた回数とした⁴³⁾。

柔軟性：ハムストリングス、股関節および腰部の柔軟性を反映するとされている長座体前屈を柔軟性の評価に用いた⁴⁴⁾。対象者は床に両膝および両肘を伸ばして座り、両手の指先で測定機（WL-D50PNR、ヤガミ製作所）を押しながら、できるだけ遠くへ上体をゆっくりと倒した。つま先の位置を 0 地点とし、つま先より体幹側をマイナス値、つま先より向こう側をプラス値として評価した。測定は 2 回行い、良い方の値を用いた。

IV. トレーニング介入

対象者はスタッフの管理のもと、藤沢市保健医療センター内のトレーニングルームで有酸素性トレーニングと RT の COM を実施した。対象者には、藤沢市保健医療センターにおいて週に 1 回 COM を実施するよう推奨した。また、センター外で、ウォーキングやジョギングといった有酸素性トレーニングおよびダンベルや自重を用いた筋力トレーニングをそれぞれ週に 1 回、可能であるならば 2-5 回実施するよう推奨した。藤沢市保健医療センターでのトレーニングは予約制で実施されており、前回のトレーニングから 8 日後以降に次のトレーニングを予約する事が可能であった。しかし、中には予約のキャンセルが発生した場合など、7 日以内に次のトレーニングを実施したケースもあった。そのため、週 1 回以上の頻度でトレーニングを実施した対象者もいた。トレーニング中の心拍数をトレーニングマシンに付属するイアー・センサーによって測定した。また、対象者は 1 つのトレーニング種目を終えるごとに RPE を各自で記録した。対象者は、トレーニング前後に 10 分ずつストレッチ

チ体操を行った。

有酸素性トレーニング：トレーニング種目は、以下の3種目であった。

①自転車エルゴメータ（セノー社製）を用いた自転車こぎ運動

②トレッドミル（セノー社製）を用いたウォーキング

③ステアマスター（ステアマスター社製）による階段上り運動

対象者はそれぞれの種目を40-60% HRRの強度で、10-15分を行った。ステアマスターは、対象者がトレーニングに慣れてきたところに取り入れた。対象者のトレーニング状況はスタッフによって記録・管理され、トレーニング中の心拍数およびRPEをもとに40-60% HRRの強度が保たれるよう、トレーニング強度をその都度上方修正した。

RT：トレーニング種目は、以下のものであった。（）内は、主働筋である。※①-⑩のマシンはすべてセノー社製。

①レッグエクステンション（大腿四頭筋）

②レッグカール（ハムストリングス）

③バックエクステンション（脊柱起立筋）

④クランチ（腹直筋）

⑤チェストプレス（大胸筋、上腕三頭筋）

⑥レッグプレス（大腿四頭筋、大臀筋）

⑦アダクション（内転筋）

⑧ボディツイスティング（腹斜筋）

⑨アブダクション（外転筋）

⑩ローイング（僧帽筋、三角筋、菱形筋、大円筋、広背筋）

トレーニング初期は①-⑤の種目のみを実施した。対象者がトレーニングに慣れてきたところで、徐々に⑥-⑩の種目も取り入れていった。対象者は、藤沢市保健医療センターのスタッフより指導された正しいフォーム

でトレーニングを実施した。RPE 11（楽である）-13（ややきつい）を基準に、トレーニング強度・負荷・回数を設定した。負荷は 60-70% 1RM に相当するものであった。対象者は 8-12 回の挙上を 2 セット行った。トレーニング時間は約 40 分であった。対象者のトレーニング状況はスタッフによって記録・管理されており、RPE および挙上回数をもとに RPE11-13 の強度を維持するよう、トレーニング強度をその都度上方修正した。

V. 生活習慣調査

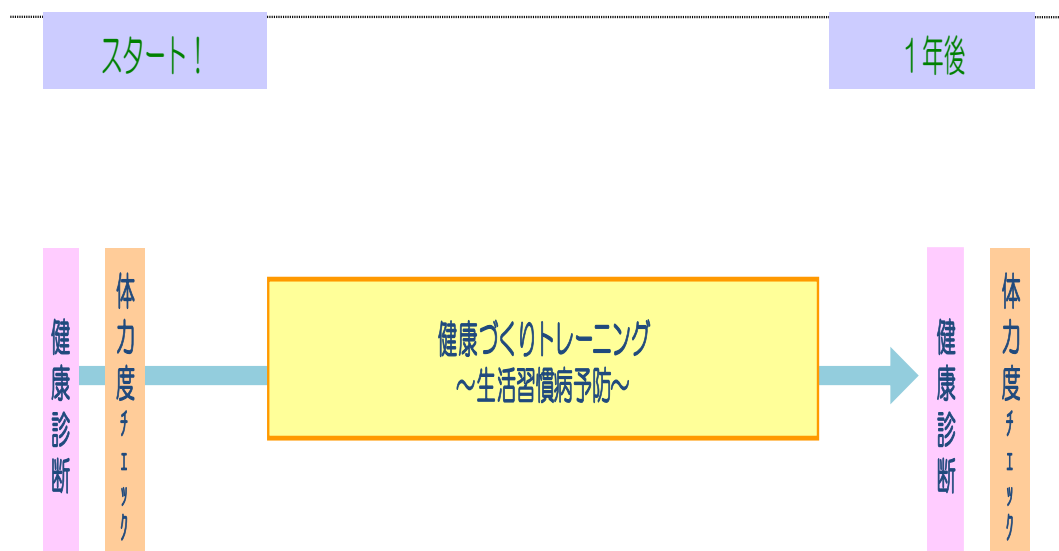
対象者の生活習慣調査をアンケート式に行った。対象者は、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度について回答した。運動頻度は、本研究で検証する藤沢市保健医療センターでの COM を含め、「1 週間のうち 1 回 30 分以上の汗をかく程度の運動やスポーツを、何回しているか？」を質問した。

VI. 統計処理

統計処理には IBM SPSS Statistics ver.19 を用いた。各測定項目の値は、平均値±標準偏差で表示した。トレーニング介入開始前の各測定項目の群間差を検討するために、一元配置の分散分析を適用し、有意差の認められた項目については、Bonferroni の事後検定を施した。トレーニング介入前後の各測定項目の群内変化の検定には対応のある t 検定を用いた。介入に伴う各測定項目の変化に対する群間比較には、トレーニング頻度 (Low, Middle, and High) と時間 (pre, post) を要因とし、年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度を共変量とした反復測定の変数配置の共分散分析を適用した。年齢及び BMI のみを共変量に投入した場合の群間比較も行った。喫煙習慣、飲酒習慣、運動頻度の検定には χ^2 検定を用いた。TG および FPG は男女とも正規分布しないため、対数変

換を行った。なお、統計的有意水準は 5% 未満とした。

Figure 4. 本研究の流れ



3) 結果

I. 対象者特性

対象者の身体的特徴を Table 1 に示した。各群のトレーニング介入開始前の平均値の差の検定を一元配置の分散分析を用いて行った。女性において、年齢、体重、BMI、SBP、LDL-c、TG および $\dot{V}O_{2\max}$ に有意な差がみられた。男性はすべての項目において、各群の間に有意な差はみられなかった。トレーニング介入期間は、介入前の体力度チェックから介入後の体力度チェックまでの期間で、女性において 362.6 ± 23.0 日、男性において 356.7 ± 25.1 日であった。

II. 各測定項目の群内比較および群間比較

トレーニング介入前後での各測定項目の群内変化を対応のある t 検定を用いて解析した (Table 2)。群間比較に関しては、反復測定の実験設計の共分散分析を用いて、トレーニング頻度 (Low, Middle, and High) および時間的因子 (pre, post) の交互作用を検討した。共変量には、年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度を投入した (Figure 5)。年齢及び BMI のみを共変量に投入した場合の群間比較も行った (Table 2)。

CVD 危険因子：

・ SBP

[群内比較] 対応のある t 検定の結果、介入前後で女性の L 群 ($P=0.008$) および H 群 ($P=0.027$) において有意な低下が認められた。女性の M 群では、有意ではないが、低下の傾向がみられた ($P=0.053$)。男性は、いずれの群においても有意な変化は認められなかった。

[群間比較<共変量：年齢、BMI>] 男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻

度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・ DBP

【群内比較】対応のある t 検定の結果、介入前後で女性の M 群 ($P=0.001$) および H 群 ($P=0.012$) において有意な低下が認められた。男性は M 群でのみ、有意に低下した ($P=0.004$)。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・ HDL-c

【群内比較】対応のある t 検定の結果、男女とも HDL-c について、いずれの群においても介入前後で有意な差はみられなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・ **LDL-c**

【群内比較】対応のある t 検定の結果、男女とも LDL-c について、いずれの群においても介入前後で有意な差はみられなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・ **TG**

【群内比較】対応のある t 検定の結果、女性の H 群において介入前後で有意に減少した ($P=0.002$)。男性では、いずれの群においても介入前後で有意な差は認められなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】女性において、トレーニング頻度および時間的因子の有意な交互作用が認められた ($F=3.90$, $P=0.021$)。男性では、交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女とも

トレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかったが、女性において傾向がみられた ($P=0.058$)。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・ FPG

[群内比較]対応のある t 検定の結果、男女とも FPG について、いずれの群においても介入前後で有意な差はみられなかった。

[群間比較<共変量：年齢、BMI>]男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

[群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>] 男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

健康関連体力：

・ $\dot{V}O_{2\max}$

[群内比較]対応のある t 検定の結果、女性の H 群 ($P<0.001$)、男性の M 群 ($P=0.021$) および H 群 ($P=0.001$) において介入前後で有意に増加した。

[群間比較<共変量：年齢、BMI>]男女とも、トレーニング頻度および時間的因子の有意な交互作用が認められた (女性 $F=5.53$, $P=0.005$ 、男性 $F=3.23$, $P=0.043$)。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意

ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女とも、トレーニング頻度および時間的因子の有意な交互作用が認められた（女性 $F=5.22$, $P=0.006$ 、男性 $F=3.09$, $P=0.049$ ）。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・握力

【群内比較】対応のある t 検定の結果、女性の M 群（ $P=0.004$ ）および H 群（ $P=0.001$ ）において介入前後で有意に増加した。男性の H 群においても、介入前後で有意に増加した（ $P=0.017$ ）。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかったが、男性において傾向がみられた（ $P=0.056$ ）。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・上体起こし

【群内比較】対応のある t 検定の結果、男女ともいずれの群においても介入前後で有意に回数が増加した（all $P<0.001$ ）。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】女性において、トレーニング頻度および時間的因子の有意な交互作用が認められた（ $F=6.66$, $P=0.002$ ）。男性では、交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度

および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】女性において、トレーニング頻度および時間的因子の有意な交互作用が認められた（ $F=6.79$, $P=0.001$ ）。男性では、交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

・長座体前屈

【群内比較】対応のある t 検定の結果、男女ともいずれの群においても介入前後で有意に柔軟性が増した（女性：L 群 $P=0.001$, M 群 $P<0.001$, H 群 $P<0.001$ 、男性：L 群 $P=0.011$, M 群 $P=0.002$, H 群 $P=0.001$ ）。

【群間比較<共変量：年齢、BMI>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

【群間比較<共変量：年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度>】男女ともトレーニング頻度および時間的因子の交互作用は認められなかった。主効果は、女性のトレーニング頻度および時間的因子、男性のトレーニング頻度および時間的因子のいずれにおいても有意ではなかった。

Table 1. Baseline participant characteristics.

	Women				Men			
	Low	Middle	High		Low	Middle	High	
n	87	88	51	<i>p</i>	37	57	40	<i>p</i>
Frequency (sessions/month)	2.0 ± 0.8	3.5 ± 0.3	5.2 ± 1.1	<0.001 ***	1.8 ± 0.8	3.6 ± 0.3	5.4 ± 1.3	<0.001 ***
Age (yr)	53.6 ± 10.2	57.4 ± 8.6	56.4 ± 8.2	0.022 *	61.0 ± 10.6	63.3 ± 7.2	64.8 ± 7.7	0.142
Height (cm)	156.1 ± 5.0	154.9 ± 6.1	156.7 ± 4.9	0.129	168.5 ± 6.7	167.4 ± 6.1	166.0 ± 6.0	0.197
Weight (kg)	55.1 ± 8.5	52.9 ± 6.5	58.3 ± 10.5	0.001 **	66.4 ± 8.9	65.3 ± 9.3	66.6 ± 8.8	0.740
BMI (kg/m ²)	22.6 ± 3.3	22.1 ± 2.8	23.7 ± 3.9	0.020 *	23.4 ± 2.6	23.3 ± 2.8	24.1 ± 2.7	0.251
SBP (mmHg)	121.3 ± 16.8	125.6 ± 16.2	129.9 ± 18.6	0.015 *	127.1 ± 13.7	130.0 ± 14.4	134.3 ± 17.2	0.113
DBP (mmHg)	74.2 ± 11.0	76.2 ± 10.3	79.2 ± 11.4	0.310	78.1 ± 8.8	81.0 ± 10.6	81.3 ± 9.7	0.282
HDL-c (mg/dL)	71.6 ± 17.5	69.2 ± 17.0	68.1 ± 14.8	0.431	59.1 ± 14.6	58.8 ± 13.9	56.0 ± 14.5	0.571
LDL-c (mg/dL)	121.0 ± 28.6	134.7 ± 32.4	137.0 ± 31.6	0.003 **	124.3 ± 33.0	133.6 ± 31.0	135.9 ± 28.5	0.217
TG (mg/dL)	90.9 ± 66.7	91.1 ± 41.2	114.0 ± 58.7	0.038 *	118.3 ± 82.5	121.0 ± 63.8	135.3 ± 77.8	0.535
FPG (mg/dL)	92.3 ± 11.7	93.6 ± 12.4	96.1 ± 19.3	0.314	94.0 ± 14.8	99.6 ± 17.4	98.7 ± 12.9	0.205
Maximal oxygen uptake (mL/kg/min)	24.7 ± 4.0	24.1 ± 3.2	22.7 ± 3.9	0.010 *	28.4 ± 4.1	27.5 ± 4.8	26.9 ± 4.1	0.348
Hand grip strength (kg)	25.9 ± 4.6	25.2 ± 4.0	26.1 ± 5.5	0.436	39.5 ± 6.2	39.5 ± 7.0	37.5 ± 5.7	0.256
Sit-ups (times/30sec)	10.3 ± 5.1	9.7 ± 5.0	9.3 ± 5.6	0.555	13.4 ± 5.3	13.8 ± 5.5	13.1 ± 4.2	0.753
Sit-and-reach (cm)	6.9 ± 9.9	7.9 ± 8.4	5.9 ± 9.1	0.456	-1.6 ± 10.9	-1.1 ± 11.0	-2.3 ± 9.6	0.860

Data are shown as means ± SD.

****P* < 0.001, ***P* < 0.01, **P* < 0.05 significant difference between the groups.

Low, low frequency; Middle, middle frequency; High, high frequency

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL-c, high-density lipoprotein cholesterol;

LDL-c, low-density lipoprotein cholesterol; TG, triglyceride; FPG, fasting plasma glucose; VO₂max, maximal oxygen uptake

Table 2. Changes in CVD risk factors and health-related fitness over the 1 year training interventions.

	Women						Men					
	n	Baseline	n	1 year	t-test p-value	group X time interaction p-value	n	Baseline	n	1 year	t-test p-value	group X time interaction p-value
SBP (mmHg)												
Low	87	121.3 ± 16.8	87	119.4 ± 16.1	0.008 **	0.441	37	127.1 ± 13.7	37	126.1 ± 16.8	0.630	0.714
Middle	88	125.6 ± 16.2	88	122.9 ± 15.1	0.053		57	130.0 ± 14.4	57	129.0 ± 15.1	0.480	
High	51	129.9 ± 18.6	51	125.0 ± 16.1	0.027 *		40	134.3 ± 17.2	40	130.8 ± 15.6	0.183	
DBP (mmHg)												
Low	87	74.2 ± 11.0	87	73.1 ± 11.3	0.242	0.260	37	78.1 ± 8.8	37	77.8 ± 9.7	0.840	0.232
Middle	88	76.2 ± 10.3	88	73.2 ± 9.9	0.001 **		57	81.0 ± 10.6	57	77.8 ± 8.3	0.004 **	
High	51	79.2 ± 11.4	51	75.8 ± 9.4	0.012 *		40	81.0 ± 9.7	40	79.6 ± 10.3	0.242	
HDL-c (mg/dL)												
Low	87	71.6 ± 17.5	87	72.4 ± 17.5	0.381	0.981	37	59.1 ± 14.6	37	61.7 ± 17.4	0.138	0.668
Middle	88	69.2 ± 17.0	88	69.8 ± 16.9	0.480		57	58.8 ± 13.9	57	59.9 ± 14.3	0.296	
High	51	68.1 ± 14.8	50	69.1 ± 16.0	0.489		40	56.0 ± 14.5	40	57.7 ± 12.6	0.176	
LDL-c (mg/dL)												
Low	87	121.0 ± 28.6	87	121.7 ± 28.8	0.741	0.324	37	124.3 ± 33.0	37	126.6 ± 35.2	0.569	0.401
Middle	88	134.7 ± 32.4	88	132.7 ± 30.7	0.402		57	133.6 ± 31.0	57	129.1 ± 31.9	0.135	
High	51	137.0 ± 31.6	50	132.2 ± 33.9	0.144		40	135.9 ± 28.5	40	132.3 ± 29.4	0.329	
TG (mg/dL)												
Low	87	90.9 ± 66.7	87	86.0 ± 46.2	0.815	0.021 #	37	118.3 ± 82.5	37	121.5 ± 68.4	0.500	0.501
Middle	88	91.1 ± 41.2	88	92.2 ± 40.7	0.819		57	121.0 ± 63.8	57	117.9 ± 64.5	0.377	
High	51	114.0 ± 58.7	50	93.0 ± 42.0	0.002 **		40	135.3 ± 77.8	40	131.2 ± 63.1	0.757	
FPG (mg/dL)												
Low	87	92.3 ± 11.7	79	90.7 ± 10.4	0.137	0.801	37	94.0 ± 14.8	35	95.5 ± 12.6	0.892	0.523
Middle	88	93.6 ± 12.4	84	91.9 ± 11.7	0.051		57	99.6 ± 17.4	50	100.8 ± 22.3	0.834	
High	51	96.1 ± 19.3	50	92.9 ± 10.3	0.189		40	98.7 ± 12.9	37	97.4 ± 10.6	0.373	
Maximal oxygen uptake (mL/kg/min)												
Low	85	24.7 ± 4.0	87	25.0 ± 4.0	0.303	0.005 **	34	28.4 ± 4.1	35	28.3 ± 4.5	0.639	0.043 #
Middle	87	24.1 ± 3.2	87	24.3 ± 3.3	0.285		56	27.5 ± 4.8	56	28.3 ± 5.2	0.021 *	
High	51	22.7 ± 3.9	51	24.1 ± 4.3	<0.001***		40	26.9 ± 4.1	40	28.4 ± 4.2	0.001 **	
Hand grip strength (kg)												
Low	87	25.9 ± 4.6	79	26.5 ± 5.3	0.072	0.225	37	39.5 ± 6.2	36	38.7 ± 6.4	0.309	0.086
Middle	88	25.2 ± 4.0	87	26.1 ± 4.2	0.004 **		57	39.5 ± 7.0	57	39.5 ± 6.7	0.968	
High	51	26.1 ± 5.5	50	27.3 ± 5.0	0.001 **		40	37.5 ± 5.7	40	39.1 ± 5.9	0.017 *	
Sit-ups (times/30sec)												
Low	85	10.3 ± 5.1	78	12.6 ± 4.8	<0.001***	0.002 **	36	13.4 ± 5.3	35	16.1 ± 5.0	<0.001***	0.283
Middle	88	9.7 ± 5.0	87	12.5 ± 4.1	<0.001***		57	13.8 ± 5.5	57	15.6 ± 5.7	<0.001***	
High	49	9.3 ± 5.6	50	13.1 ± 5.5	<0.001***		40	13.1 ± 4.2	40	15.8 ± 3.5	<0.001***	
Sit-and-reach (cm)												
Low	87	7.0 ± 9.9	79	9.8 ± 11.7	0.001 **	0.210	36	-1.6 ± 10.9	35	0.0 ± 11.5	0.011 *	0.256
Middle	88	7.9 ± 8.4	87	12.2 ± 11.7	<0.001***		57	-1.1 ± 11.0	57	2.7 ± 12.7	0.002 **	
High	51	5.9 ± 9.1	50	11.7 ± 11.1	<0.001***		40	-2.3 ± 9.6	40	1.3 ± 10.7	0.001 **	

Data are shown as means ± SD.

The time effect was analyzed between groups adjusted for age and BMI.

*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ significant difference within the group from baseline value.

$P < 0.001$, ## $P < 0.01$, # $P < 0.05$ significant difference between the groups

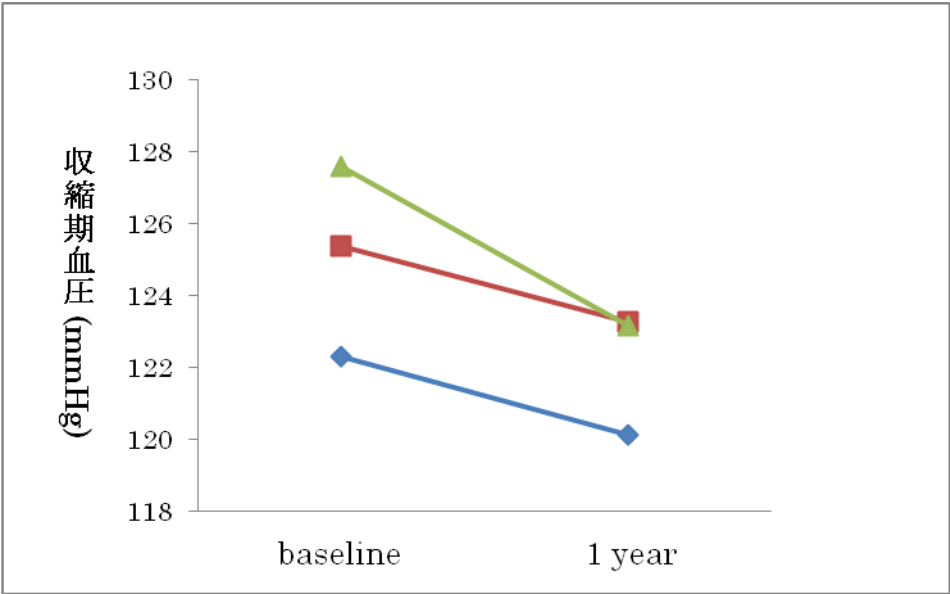
Low, low frequency; Middle, middle frequency; High, high frequency

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL-c, high-density lipoprotein cholesterol;

LDL-c, low-density lipoprotein cholesterol; TG, triglyceride; FPG, fasting plasma glucose

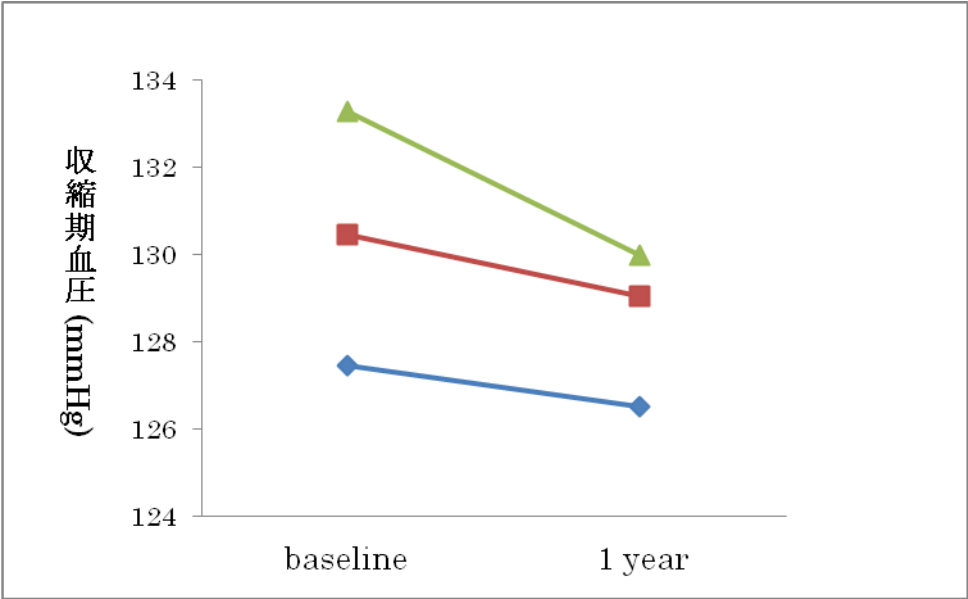
Figure 5. (A) Changes in SBP over the 1 year training interventions.

女性 (A)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

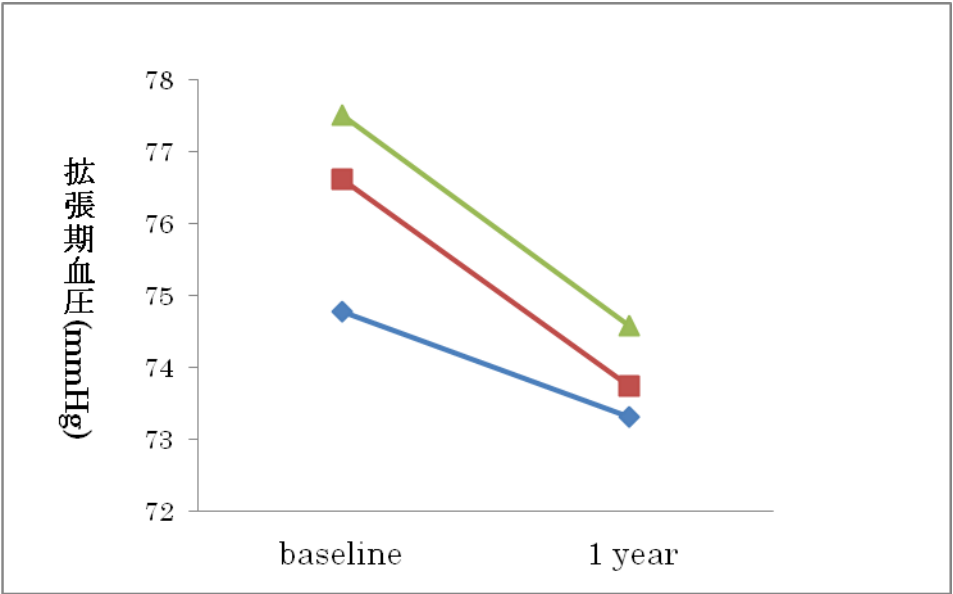
男性 (A)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

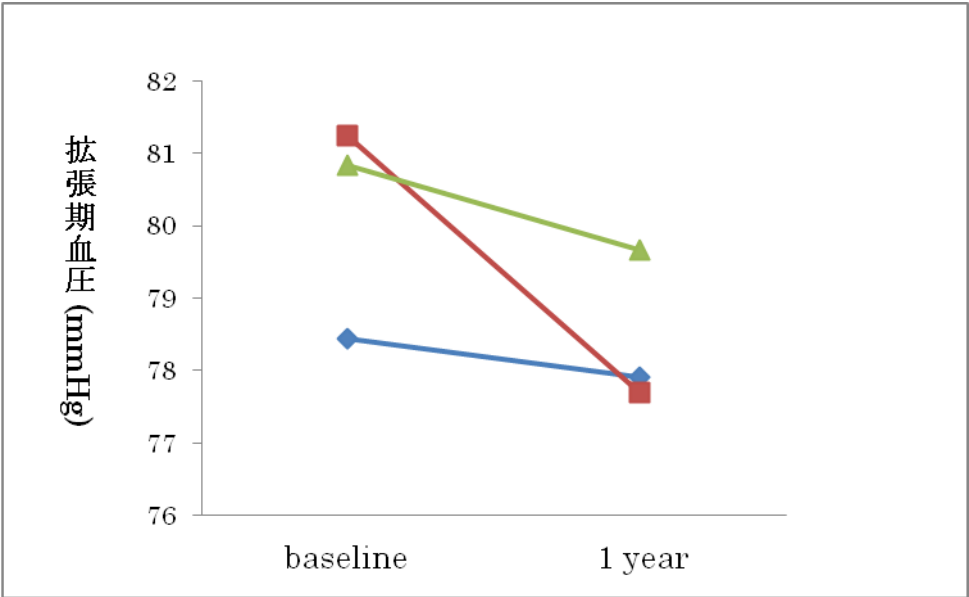
Figure 5. (B) Changes in DBP over the 1 year training interventions.

女性 (B)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

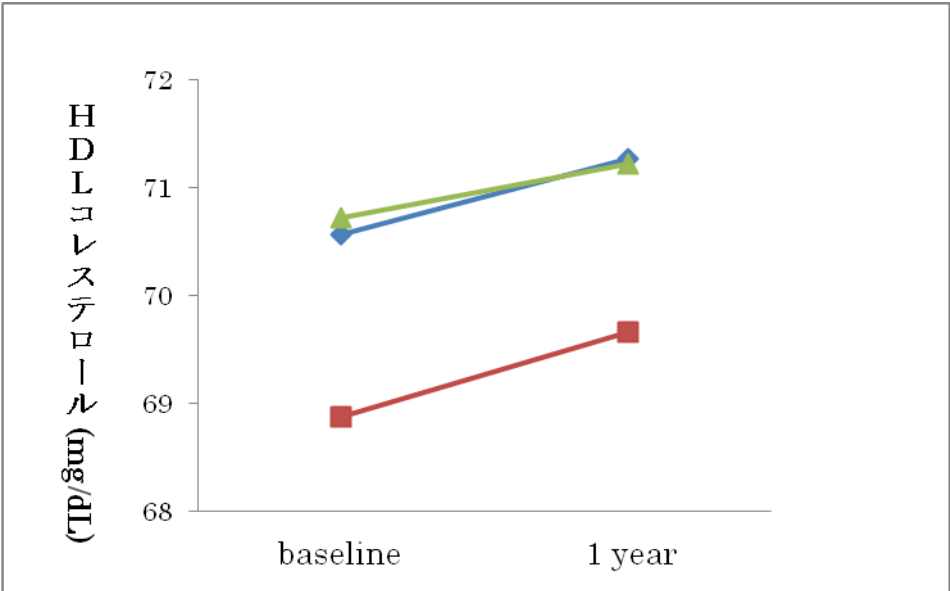
男性 (B)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

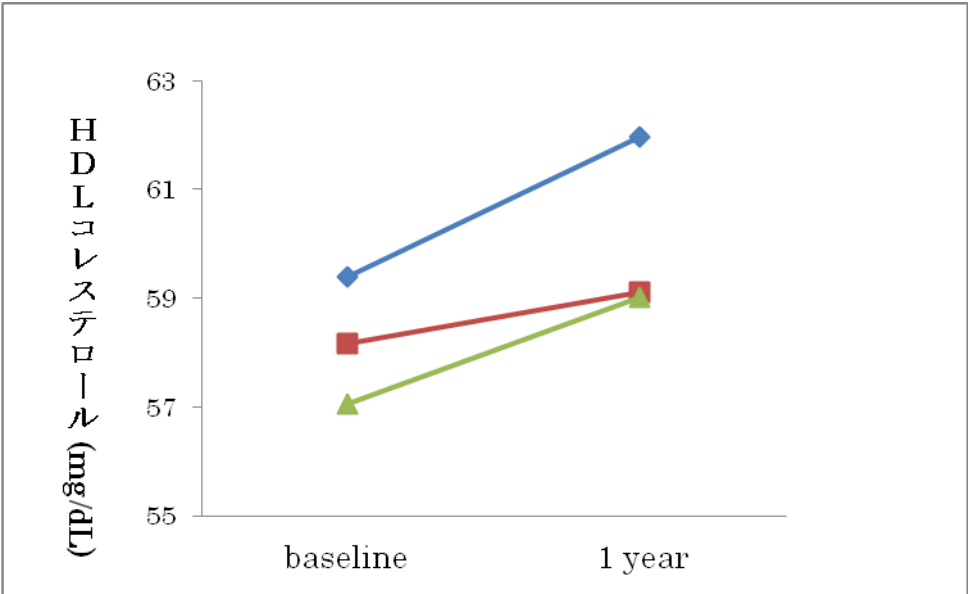
Figure 5. (C) Changes in HDL-c over the 1 year training interventions.

女性 (C)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

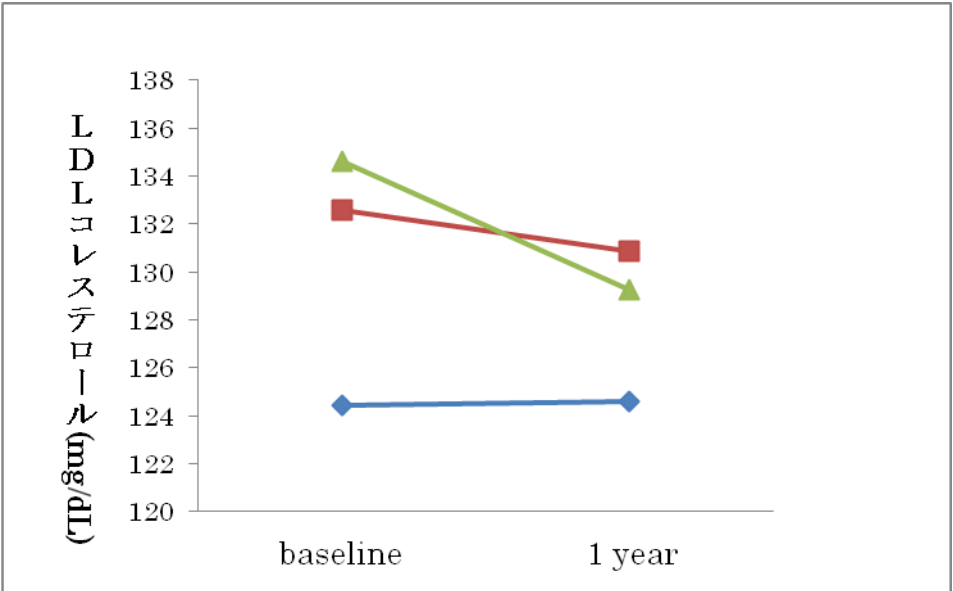
男性 (C)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

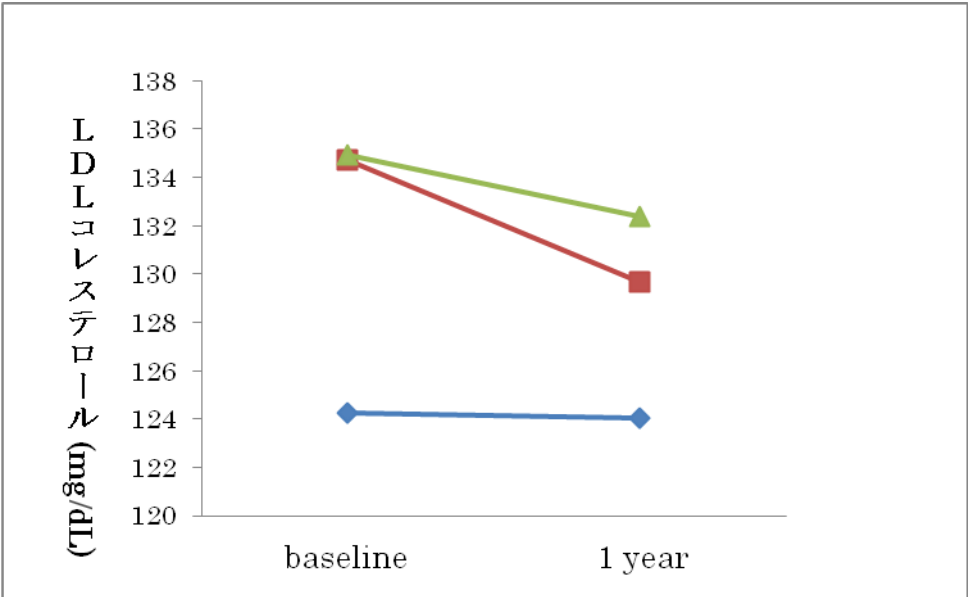
Figure 5. (D) Changes in LDL-c over the 1 year training interventions.

女性 (D)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

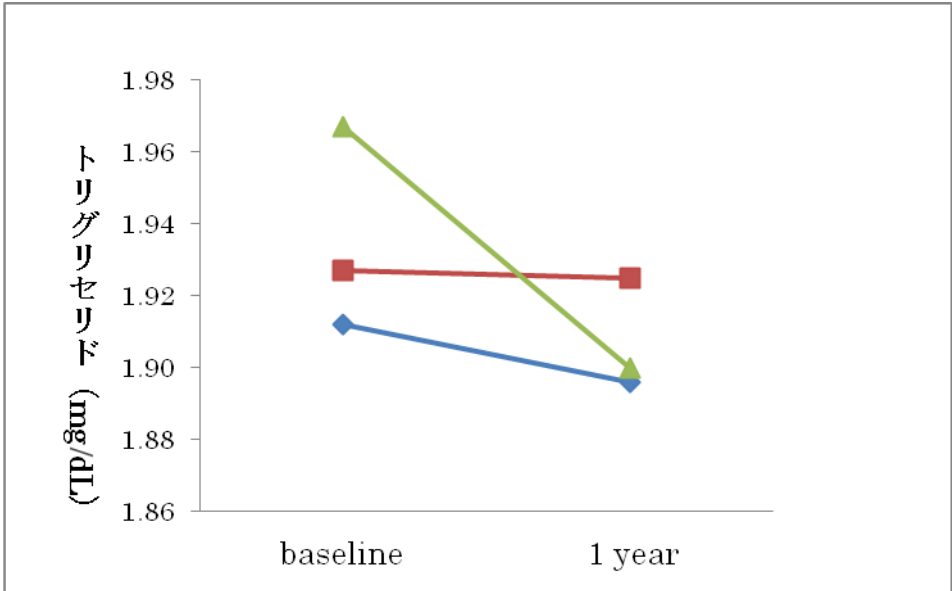
男性 (D)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

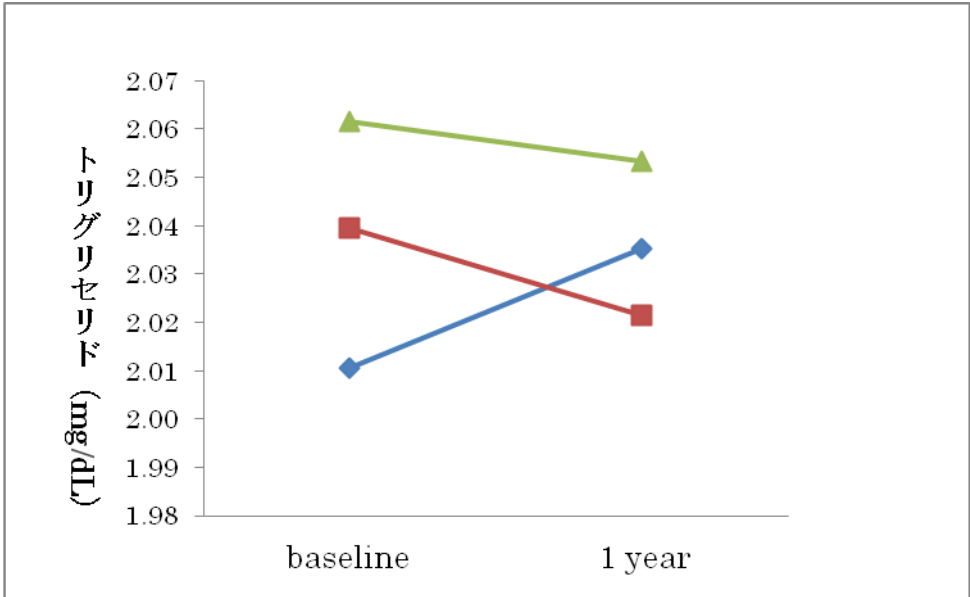
Figure 5. (E) Changes in TG over the 1 year training interventions.

女性 (E)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

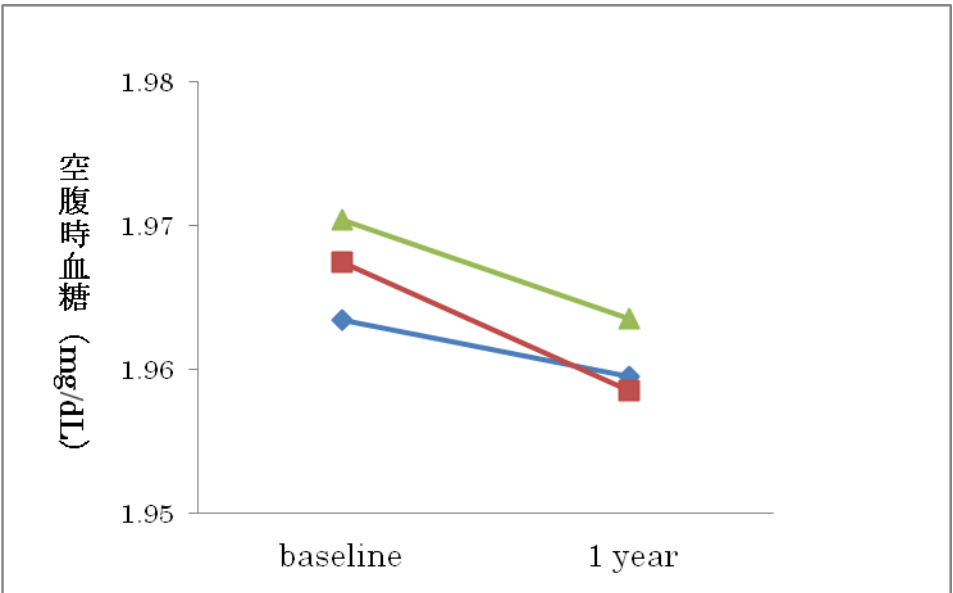
男性 (E)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

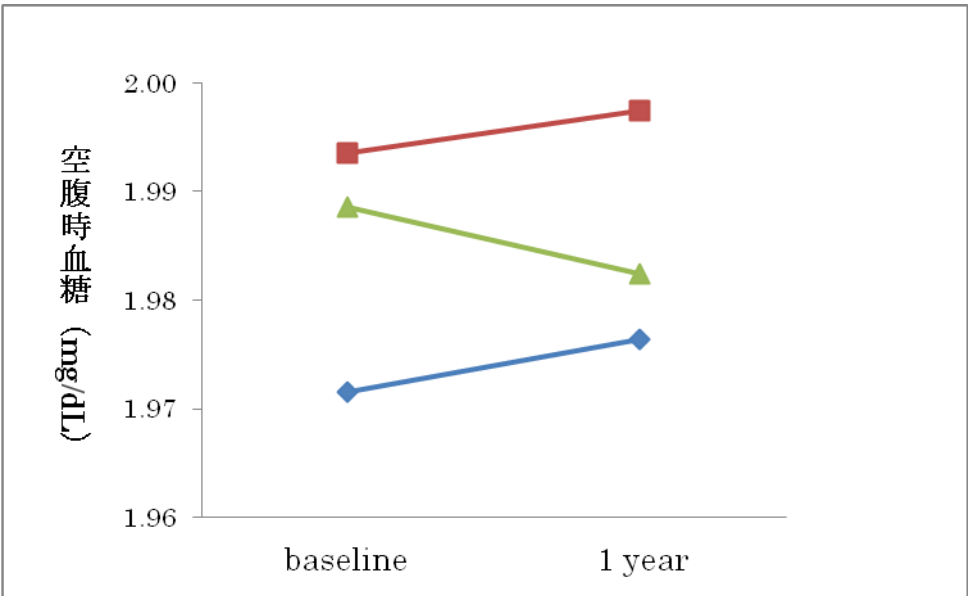
Figure 5. (F) Changes in FPG over the 1 year training interventions.

女性 (F)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

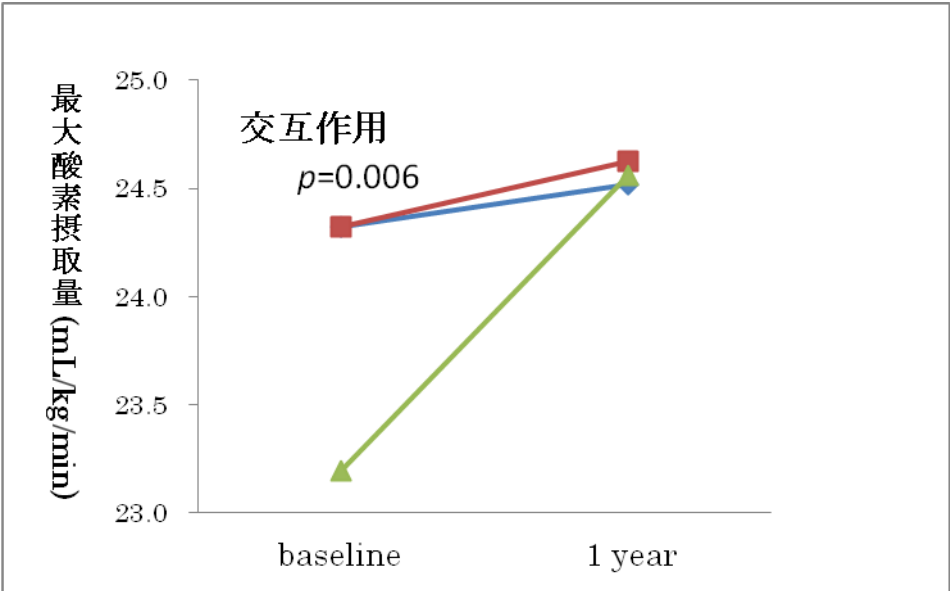
男性 (F)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

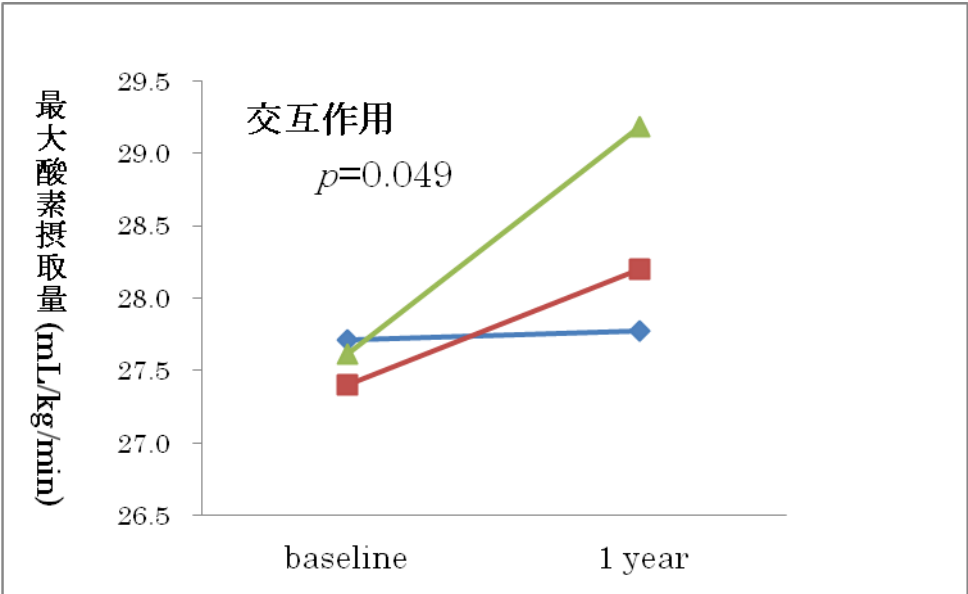
Figure 5. (G) Changes in $\dot{V}O_{2\max}$ over the 1 year training interventions.

女性 (G)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

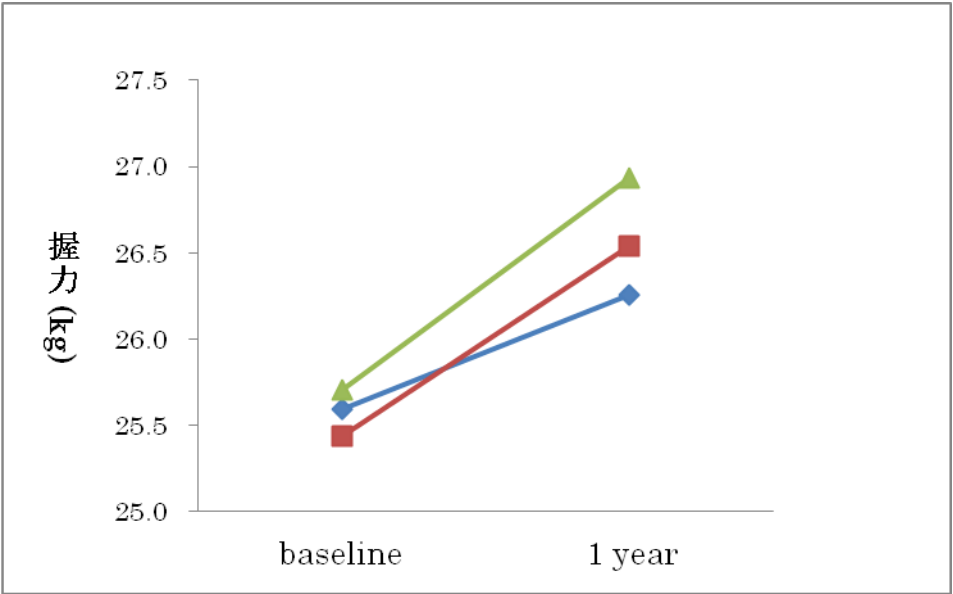
男性 (G)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

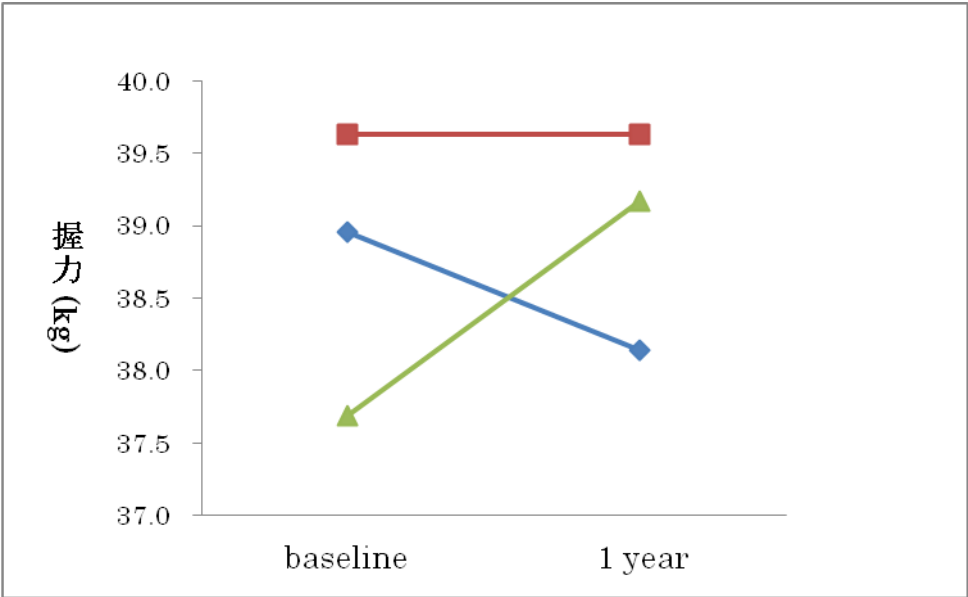
Figure 5. (H) Changes in Hand grip strength over the 1 year training interventions.

女性 (H)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

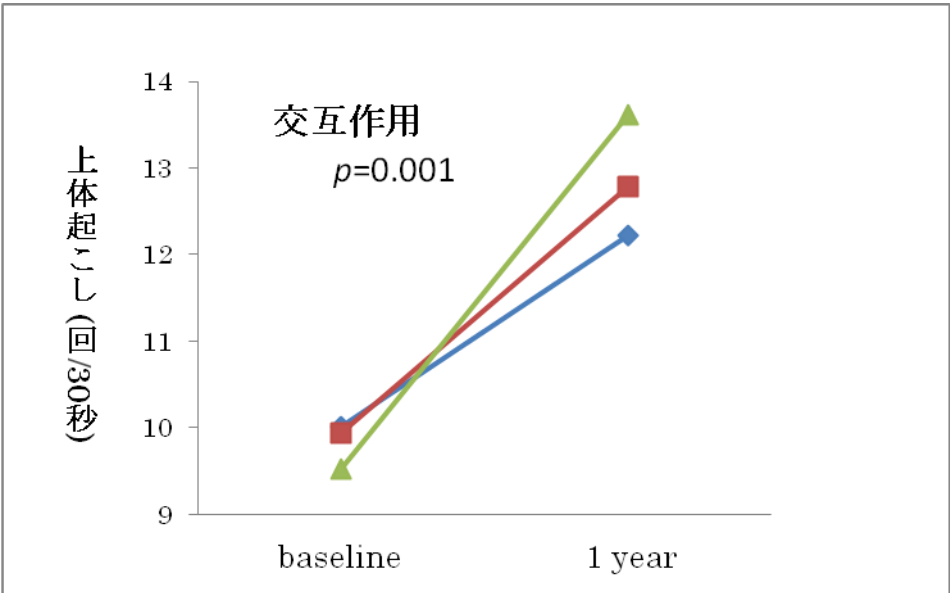
男性 (H)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

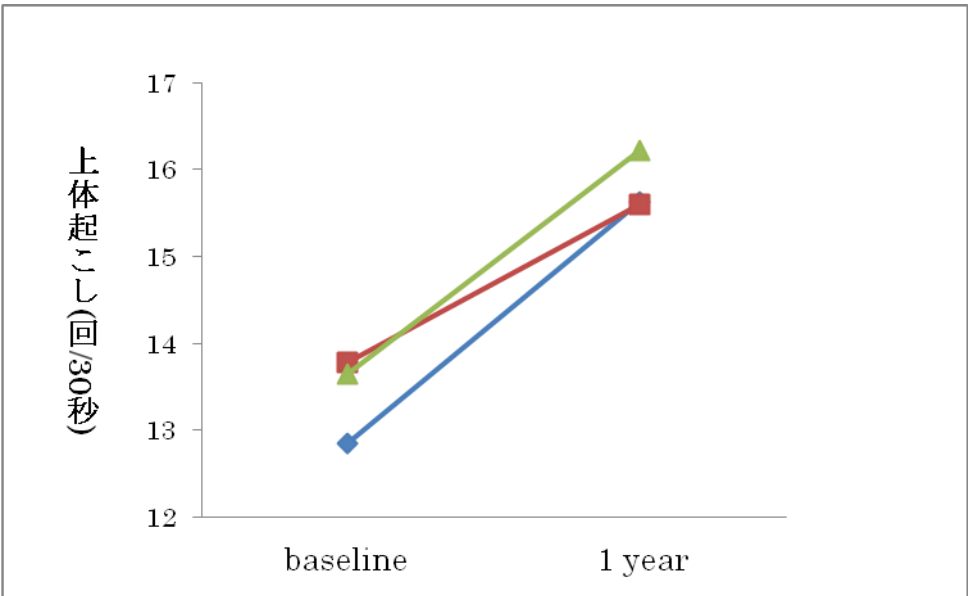
Figure 5. (I) Changes in Sit-ups over the 1 year training interventions.

女性 (I)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

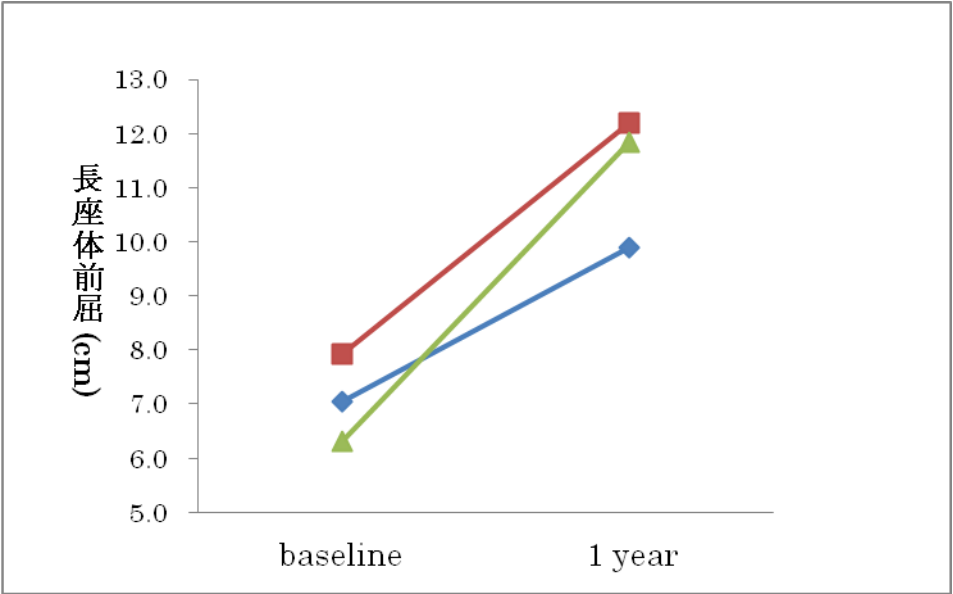
男性 (I)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age, BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

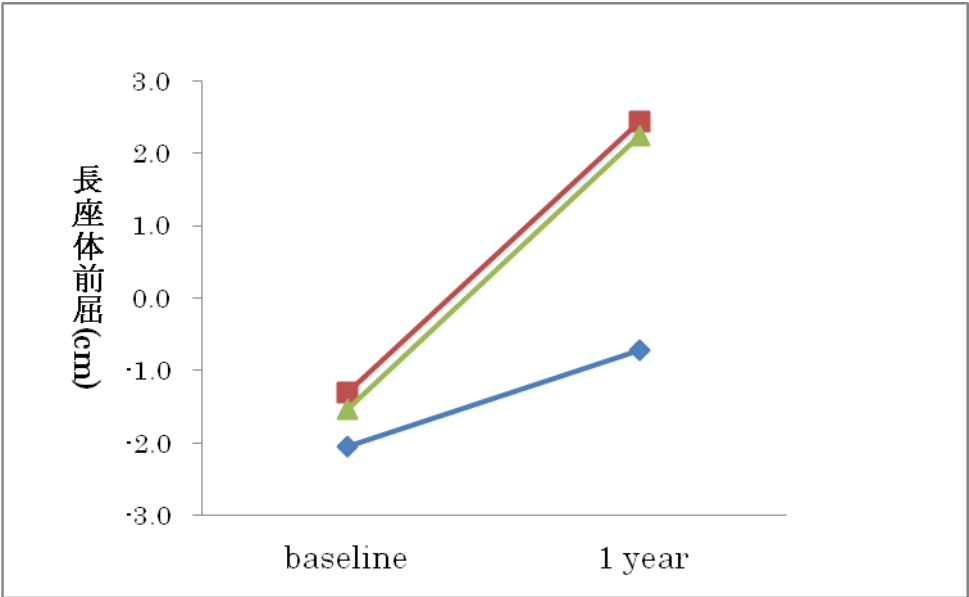
Figure 5. (J) Changes in Sit-and-reach over the 1 year training interventions.

女性 (J)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

男性 (J)



◆=Low frequency, ■=Middle frequency, ▲=High frequency.
The time effect was analyzed between groups adjusted for age , BMI, smoking status, alcohol intake and exercise frequency.

4) 考察

I. 本研究の知見

本研究では、実際に「現場」で実施されているトレーニングを実施した対象者を頻度別に群分けし、各群のトレーニング効果を検討した結果、CVD 危険因子における交互作用はみられなかったが、健康関連体力においては項目によって有意な交互作用が認められたことから、「現場」におけるトレーニングへの参加頻度の違いがトレーニング効果に影響を及ぼすことが示唆される。

我々の知る限り、実際に「現場」で行われている有酸素性トレーニングおよび筋力トレーニングの COM を長期的に実施した対象者をトレーニング頻度別に群分けし、それぞれの CVD 危険因子および健康関連体力への影響を検証した研究は、これまでにない。

本研究の対象者のトレーニング頻度は、男性が月平均 3.6 ± 1.6 回、女性が 3.3 ± 1.4 回と低頻度であった。「現場」では、トレーニング頻度が決して高くない対象者においても、トレーニング効果が期待できるよう、運動処方を施さなければならない。トレーニング頻度が高くない対象者のトレーニング効果を捉えるにあたって、「トレーニング頻度が低いために効果が出にくい」と結論付けてしまうのは芳しくない。なぜなら、たとえ低頻度でも長期間にわたってトレーニングを継続すれば、効果が期待できるからである。長期にわたるトレーニング介入の効果の表れ方は、短期間のトレーニング介入と比べ、一定ではないと考えられる。その一つの要因として、そもそも低いトレーニング頻度（月平均 3-4 回）の中での、さらに小さい単位のトレーニング頻度の違い（L 群、M 群および H 群）の影響が考えられる。長期的なトレーニング介入の効果捉えるにあたって、こうした小さい単位のトレーニング頻度の違いは無視でき

ない。

健康づくりのための運動指針⁴⁵⁾では、週123エクササイズのうち、4エクササイズ以上は活発な運動を行うことを推奨している。本研究のCOMプログラムは4エクササイズに相当するものであり、週1回以上の頻度でトレーニングを実施したH群が最も望ましいと考えられる。しかし本研究では、その事を示す明確な結果は得られなかった。

II. 群内比較

・健康関連体力

トレーニング介入前後で、 $\dot{V}O_{2max}$ および握力においてはトレーニング頻度の高い群で、上体起こしおよび長座体前屈ではいずれの群においても有意な改善がみられた。COMによって、 $\dot{V}O_{2max}$ が有意に増加した点は、先行研究と一致する^{46,47)}。長座体前屈に関しては、トレーニングプログラムの前後に実施したストレッチ体操の効果が大きいと考えられる。実際に「現場」で実施されている週1回以下の頻度のトレーニングにおいても約1年間トレーニングを継続すれば、健康関連体力が改善されることが示された。

・CVD 危険因子

男性においてはトレーニング介入前後で、M群におけるDBP以外のすべての項目で改善が見られず、女性においてはSBP、DBPおよびTGで有意な改善がみられた。CVD危険因子において、健康関連体力ほどの改善が見られなかった原因として、トレーニング介入前の値が正常範囲内であったことが挙げられる。本研究における対象者のBaselineのCVD危険因子の値の平均値は、男女ともすべての群において正常範囲内であった (Table 1)。メタボリックシンドローム危険因子をほとんどもたない健康な中高年者を対象にCOMを処方した研究^{46,47)}では、COMを実

施した男性においていずれの CVD 危険因子も有意な変化がみられなかった⁴⁶⁾。COM を実施した女性においては、FPG を除くすべての CVD 危険因子で有意な変化はみられなかった⁴⁷⁾。CVD 危険因子が正常範囲内の中高年において、トレーニング効果を検出する事は容易ではない^{46,47)}。なお、CVD 危険因子の各項目のリスクが高かった者の介入前後の変化を捉えると、いずれの項目においてもリスクの高い者の人数が減少しており、本研究の COM の効果が CVD 危険因子の改善に一定の効果を挙げていると考えられる (Table 3)。

Ⅲ．群間比較

共分散分析による群間比較は、共変量に年齢および BMI のみを投入した場合と、対象者の生活習慣が各測定項目の変化に影響を与えていることを考慮して喫煙習慣、飲酒習慣および運動頻度を加えた場合の解析を行った。藤沢市保健医療センターでは、対象者に対して週に 1 回の藤沢市保健医療センターにおける COM トレーニングの他に、センター外でウォーキングやジョギングといった有酸素性トレーニングおよびダンベルや自重を用いた筋力トレーニングを行うよう推奨しているため、特に、対象者の運動頻度の増加による効果の影響を考慮する必要があった。

・健康関連体力

男女とも、 $\dot{V}O_{2max}$ において、交互作用が認められた。健康関連体力の中でも $\dot{V}O_{2max}$ は、男女問わずトレーニング頻度の影響を受けることが示された。女性においてのみ、上体起しで交互作用が認められた。男性においては、交互作用は認められなかった。男女におけるサンプルサイズの違いが、結果の違いに影響した可能性が考えられる。

・CVD 危険因子

女性の TG において傾向はみられたが、有意な水準ではなかった。女性

の TG に関しては、各群の Baseline の値に有意差がみられたため、その影響を考慮しなければならない。対象者の Baseline の CVD 危険因子の値の平均値は、男女ともすべての群において正常範囲内であったため、各群で介入前後での差がみられなかった指標が多かった。特に男性では、いずれの群においても介入前後で有意な差がみられなかった指標がほとんどであった。Baseline の値が正常範囲内でトレーニングによる変化が認められる可能性が高くない場合は、交互作用を検出するのは困難であると考えられる。

IV. 本研究の限界

本研究で検討した藤沢市保健医療センターのトレーニングプログラムは、その結果を研究データとして用いる前提で実施されているものではない。したがって、研究プロトコルが徹底的に管理されている実験研究とは異なり、対象者における男女のサンプルサイズ、トレーニングに対するコンプライアンスや、介入前のトレーニング経験などといった対象者の特性に関して、大きくバラつきがある事は否めない。また、 $\dot{V}O_{2max}$ は推定値を用いている点、筋力の指標に最大筋力ではなく握力を、筋持久力の指標に上体起こしをそれぞれ用いている点も「現場」ならではの限界といえる。「現場」では、実験研究で使用されるような高価な測定機器がないことが少なくなく、また対象者に負担をかけない事を考慮するため、簡便な測定が重宝される。そのため、実験研究の様に精度の高い測定を行うには限界がある。

また、本研究では対象者の食事調査を実施しておらず、食習慣の変化が結果に影響した可能性は否めない。

V. まとめ

本研究では、実際に「現場」において処方されているトレーニングへ

の参加頻度の違いが、男性の $\dot{V}O_{2\max}$ 、女性の $\dot{V}O_{2\max}$ および上体起こしの効果に影響を及ぼすことを示唆する結果が得られた。しかし、「現場」でのトレーニング効果を分析するにあたって、様々な制約がある事は否めない。そういった制約を最小限に留めるよう、「現場」のデータを研究に用いる事を前提とした「現場」の環境整備が求められる。今後、1年以上の長期介入を検討するなど、さらなる研究が望まれる。

Table 3. Baseline の CVD 危険因子の値が高かった者の人数の推移

	介入前	介入後
高血圧	82人	67人
脂質異常	166人	160人
高血糖	36人	29人

参考文献

1)

日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会報告(2000) 「新しい肥満の判定と肥満症の診断基準」 肥満研究, 6 巻 1 号.

2)

厚生労働省 (2010) 平成 21 年度国民健康・栄養調査報告.

3)

Reaven, G.M. (1995) Characteristics of metabolic syndrome X. *Endocrinology and Metabolism, Supplement*, 2(B): 37-42.

4)

Saltin, B., and Helge, J. W. (2000) Metabolic capacity of skeletal muscles and health. *Ugeskrift for Laeger*, 162(15): 2159-2164.

5)

Grundey, S. M., Brewer Jr., H. B., Cleeman, J. I., Smith Jr., S. C., and Lenfant, C. (2004) Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*, 109(3): 433-438.

6)

メタボリックシンドローム診断基準検討委員会 (2005) メタボリックシンドロームの定義と診断基準 日本内科学会雑誌, 94: 794-809.

7)

厚生労働省 (2009) 平成 20 年度国民健康・栄養調査報告.

8)

Grundey, S. M., Hansen, B., Smith Jr., S. C., Cleeman, J. I., and Kahn, R. A.

(2004) Clinical management of metabolic syndrome: report of the American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute/American Diabetes Association conference on scientific issues related to management. *Circulation*, 109(4): 551-556.

9)

Gami, A. S., Witt, B. J., Howard, D. E., Erwin, P. J., Gami, L. A., Somers, V. K., and Montori, V. M. (2007) Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(4): 403-414.

1 0)

Toth, M. J., Gardner, A. W., Ades, P. A., and Poehlman, E. T. (1994) Contribution of body composition and physical activity to age-related decline in peak VO₂ in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 77(2): 647-652.

1 1) American College of Sports Medicine. (2006) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription(7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

1 2)

Takamiya, T., Shimomitsu, T., Odagiri, Y., Ohya, Y., Sakamoto, A., Katsumura, T., Murase, N., Naka, M., and Kajiyama, J. (2000) The relationship between physical fitness and coronary risk factor profiles in Japanese women. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 5(1): 6-12.

1 3)

Carnethon, M. R., Gulati, M., and Greenland, P. (2005) Prevalence and

cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *Journal of the American Medical Association*, 294(23): 2981-2988.

1 4)

Lee, S., Kuk, J. L., Katzmarzyk, P. T., Blair, S. N., Church, T. S., and Ross, R. (2005) Cardiorespiratory fitness attenuates metabolic risk independent of abdominal subcutaneous and visceral fat in men. *Diabetes Care*, 28(4): 895-901.

1 5)

Hassinen, M., Lakka, T. A., Savonen, K., Litmanen, H., Kiviahho, L., Laaksonen, D. E., Komulainen, P., and Rauramaa. (2008) Cardiorespiratory fitness as a feature of metabolic syndrome in older men and women. *Diabetes Care*, 31(6): 1242-1247.

1 6)

Rh  aume, C., Arsenault, B. J., B  langer, S., P  russe, L., Tremblay, A., Bouchard, C., Poirier, P., and Despr  s, J. P. (2009) Low cardiorespiratory fitness levels and elevated blood pressure: What is the contribution of visceral adiposity? *Hypertension*, 54(1): 91-97.

1 7)

Jurca, R., Lamonte, M. J., Church, T. S., Earnest, C. P., Fitzgerald, S. J., Barlow, C. E., Jordan, A. N., and Blair S. N. (2004) Association of muscular strength and aerobic fitness with metabolic syndrome in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8): 1301-1307.

1 8)

Sayer, A. A., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Martin, H. J., Phillips, D. I.,

Cooper, C., and Byrne, C. D. (2007) Grip strength and the metabolic syndrome: Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Quarterly Journal of Medicine*, 100(11): 707-713.

1 9)

Wijndaele, K., Duvigneaud, N., Matton, L., Duquet, W., Thomis, M., Beunen, G., Lefevre, J., and Philippaerts, R. M. (2007) Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2): 233-240.

2 0)

Atlantis, E., Martin, S. A., Haren, M. T., Taylor, A. W., and Wittert, G. A. (2009) Inverse associations between muscle mass, strength , and the metabolic syndrome. *Metabolism*, 58(7): 1013-1022.

2 1)

南島大輔・牛 凱群・門間陽樹・小林順敏・関 磊・佐藤美加・郭 輝・石井賢治・永富良一（2010）日本人成人男性における脚伸展筋力とメタボリックシンドロームに関する横断的研究：仙台卸商研究．*体力科学*, 59: 349-356.

2 2)

Aoyama, T., Asaka, M., Ishijima, T., Kawano, H., Cao, Z. B., Sakamoto, S., Tabata, I., and Higuchi. (2011) Association between muscular strength and metabolic risk in Japanese women, but not in men. *Journal of Physiological Anthropology*, 30(4): 133-139.

2 3)

Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., and Edwin Atwood, J. (2002) Exercise capacity and mortality among men referred for

exercise testing. *New England Journal of Medicine*, 346(11): 793-801.

2 4)

Tjønnå, A.E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., and Wisløff, U. (2008) Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: A pilot study. *Circulation*, 118(4): 346-354.

2 5)

Johnson, J.L., Slentz, C. A., Houmard, J. A., Samsa, G. P., Duscha, B. D., Aiken, L. B., McCartney, J. S., and Kraus, W. E. (2007) Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). *American Journal of Cardiology*, 100(12): 1759-1766.

2 6)

Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., Gulanick, M., and Stewart, K. J. (2007) Resistance Exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 116(5): 572-584.

2 7)

Fitzgerald, S. J., Barlow, C. E., Kampert, J. B., Morrow, J. R., Jackson, A. W., and Blair S. N. (2004) Muscular fitness and all-cause mortality: Prospective observations. *Journal of Physical Activity and Health*, 1: 7-18.

2 8)

Jurca, R., Lamonte, M. J., Barlow, C. E., Kampert, J. B., Church, T. S., and

Blair, S. N. (2005) Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11): 1849-1855.

2 9)

特定非営利活動法人 NSCA ジャパン編 (2003) 「ストレングス&コンディショニング I [理論編]」 p59, p126, p128, p130, p162 大修館書店.

3 0)

Stensvold, D., Tjønnå, A.E., Skaug, E. A., Aspenes, S., Stølen, T., Wisløff, U., and Størdahl, S. A. (2010) Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *Journal of Applied Physiology*, 108(4): 804-810.

3 1)

Schjerve, I. E., Tyldum, G. A., Tjønnå, A.E., Stølen, T., Loennechen, J. P., Hansen, H. E. M., Haram, P. M., and Wisløff, U. (2008) Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science*, 115(9): 283-293.

3 2)

Bateman, L. A., Slentz, C. A., Willis, L. H., Shields, A. T., Piner, L. W., Bales, C. W., Houmard, J. A., and Kraus, W. E. (2011) Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise – STRRIDE – AT/RT). *American Journal of Cardiology*, 108(6): 838-844.

3 3)

Williams, A. D., Almond, J., Ahuja, K. D. K., Beard, D. C., Robertson, I. K.,

and Ball, M. J. (2011) Cardiovascular and metabolic effects of community based resistance training in an older population. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(4): 331-337.

3 4)

河村孝幸・石田篤子・藤田和樹・鈴木玲子・齋藤昌宏・今西里佳・松本香好美・上月正博. (2008) 介護予防運動教室参加者の腹腔内脂肪および血中アディポネクチンの推移. *体力科学*, 57(3): 365-376.

3 5)

Miyatake, N., Saito, T., Wada, J., Miyachi, M., Tabata, I., Matsumoto, S., Nishikawa, H., and Numata, T. (2007) Comparison of ventilatory threshold and exercise habits between Japanese men with and without metabolic syndrome. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 77(2): 314-319.

3 6)

松本 希・宮地元彦・高橋康輝・安東裕美・小堀浩志・小野寺 昇. (2011) 週1回の有酸素運動を主体とした特定保健指導の実施が動脈スティフネスに及ぼす影響. *日本生理人類学会誌* 16(3): 123-132.

3 7)

Friedewald, W. T., Levy, R. I., and Fredrickson, D. S. (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6): 499-502.

3 8)

Storer, T. W., Davis, J. A., and Caiozzo, V. J. (1990) Accurate prediction of $\dot{V}O_{2\max}$ in cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5): 704-712.

3 9)

衣笠 隆・長崎 浩・伊藤 元・橋詰 謙・古名丈人・丸山仁司.(1994) 男性(18～83 歳)を対象にした運動能力の加齢変化の研究. 体力科学, 43(5): 343-351.

4 0)

Rantanen, T., Era, P., and Heikkinen, E. (1994) Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age and Ageing*, 23(2): 132-137.

4 1)

Loimaala, A., Huikuri, H. V., Kööbi, T., Rinne, M., Nenonen, A., and Vuori, I. (2003) Exercise training improves baroreflex sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetes*, 52(7): 1837-1842.

4 2)

Katzmarzyk, P. T., Craig, C. L., and Gauvin, L. (2007) Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study. *Diabetologia*, 50(3): 538-544.

4 3)

文部科学省. 新体力テスト実施要項.

http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm, (参照日 2011 年 12 月 28 日)

4 4)

アメリカスポーツ医学会編 (青木純一郎・内藤久士監訳) (2010) 「健康にかかわる体力の測定と評価—その有意義な活用を目指して—」 p1-6 市村出版.

4 5)

厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定検討会．(2006) 健康づくりのための運動指針 2006．

4 6)

Sillanpää, E., Häkkinen, A., Punnonen, K., Häkkinen, K., and Laaksonen, D. E. (2009) Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40-65-year-old men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(6): 885-895

4 7)

Sillanpää, E., Laaksonen, D. E., Häkkinen, A., Karavirta, L., Jensen, B., Kraemer, W. J., Nyman, K., and Häkkinen, K. (2009) Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(2): 285-296

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、懇切なご指導ご鞭撻を賜りました研究指導の樋口満先生、本研究のテーマに精通し、快く副査を引き受けてくださった坂本静男先生、岡浩一朗先生に厚く御礼申し上げます。

そして、藤沢市保健医療センターに勤めておられ、論文執筆にあたり多大なるご協力を賜りました田中あゆみさんに深く御礼申し上げます。

最後に、私の大学院生活をあたたかく見守ってくださった樋口研究室のみなさん、その中でも直前のコピー等を親切に手伝ってくださった峯田さんと宮内さん、そして研究室は違えど共に勉学に励んだ同期諸君にも感謝の意を表します。

2010 1 月 吉日

中村 亜 泰