

2. 調査研究

産学官連携によるインターバル速歩トレーニングに コミュニティの存在が与える影響に関する研究

今井 雪輝*

増木 静江* 森川 真悠子* 降幡 真由佳* 能勢 博*

抄録

高齢化が急速に進行する社会において、運動が健康増進にとって重要であることは広く知られているが、その継続に課題があった。そこで、本研究においては、40歳以上の中高年者90名を対象として、個別にデータ転送を行う（INDIV）群と仲間同士で励まし合うコミュニティのなかでデータ転送やグループワークを行う（COMM）群に分け、携帯型カロリー計および遠隔運動処方システムを活用して、5ヶ月間のインターバル速歩トレーニング（IWT）を実施した。トレーニング目標（トレーニング日数：4日/週、速歩60分/週）に対する実施割合（定着率）およびトレーニング前後の体力、身体特性、血圧、血液検査の結果を指標として、コミュニティの存在がIWTに与える影響を検証した。

その結果、両群においてトレーニング前後の各種指標に一定の効果が認められたが、一部指標を除き、群間に有意な差は示されなかった。また、トレーニングの定着率を群間で比較したが、有意な差は認められなかった。ただ、トレーニング日数の定着率を各群においてそれぞれ比較したところ、INDIV群は2ヶ月目から、COMM群は4ヶ月目から、1ヶ月目と比較して有意に低下した。よって、コミュニティの有無に関わらず、携帯型カロリー計および遠隔運動処方システムを活用することでIWTを継続的に実施し、一定の運動効果を得ることができるが、コミュニティの存在よりトレーニングの定着率の低下を軽減することができる可能性が示唆された。

キーワード：インターバル速歩，運動トレーニング，運動継続，定着率，コミュニティ

* 信州大学大学院医学系研究科 疾患予防医科学系専攻 スポーツ医科学教室

1. はじめに

高齢化が急速に進行する社会において、運動は、中高年者における生活習慣病を予防し、Quality of Life (QOL) を保持するための非常に有効な手段である [1] [2]. しかし、長期間のトレーニングにおいては、トレーニングの継続に課題があった.

それに対して、信州大学大学院医学系研究科スポーツ医科学教室では、中高年者の健康増進を目的として、効果的で継続しやすいトレーニング方法について研究を重ねた結果、インターバル速歩トレーニング (IWT) を開発した. IWT とは、3 軸加速度および高度計を搭載した携帯型カロリー計 (JD メイト) を装着して、速歩と緩歩を 3 分間ずつ交互に繰り返すトレーニング方法である. JD メイトに記録されたデータは、インターネットを介して信州のサーバーに転送され、トレーニング結果に応じたコメント付きのフィードバックが得られる (e-ヘルスプロモーションシステム). 1 日速歩 15 分以上 (1 週間 60 分以上), 週 4 日以上を目安に IWT を 5 ヶ月間以上継続すると、1) 体力が最大 20% 増加し、2) 生活習慣病指標が 20% 改善し、3) 医療費が 20% 抑制されることが明らかにされている [3] [4].

IWT の継続について、トレーニング目標に対する実施割合 (定着率) を検証した結果、5 ヶ月間で 95% [5], 22 ヶ月間で 70% であり [6], 従来から報告されているトレーニング方法に比べてきわめて高値であった. さらに、定着率が高い参加者ほど、最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) が上昇し、生活習慣病指標が改善することが明らかになった [6].

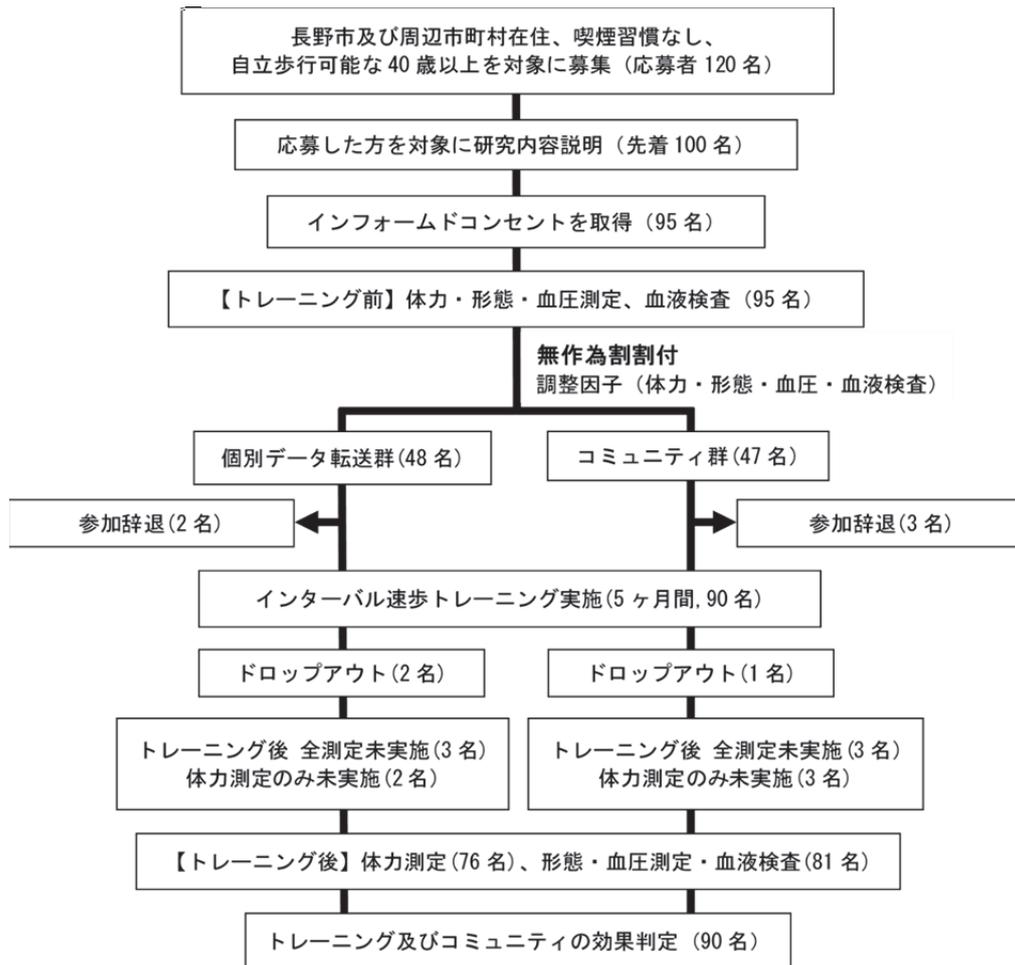
その理由の 1 つとして、IWT を目的として形成されたコミュニティの存在が影響を及ぼしている可能性が考えられる. 被験者は、各自で IWT を行うだけでなく、その歩行記録をサーバーに転送するために、行政の協力を得て、定期的に地域の公民館等を集まり、トレーニング結果に対するフィードバックを受けたり、簡単な運動指導を受けたりする. その際、被験者同士がお互いの健康状態やトレーニング結果について話し合い、褒めたり、励ましたり、競い合ったりする状況が自然と発生する. このように、IWT という同じ目的で集まり、同じ目標を持ったコミュニティが存在することが、トレーニングの継続に対して大きな影響を与え、結果的に各種健康指標が改善したのではないかと考えられる. しかし、これまでにその考えを明確に検証した研究はない.

そこで、本研究では、IWT の継続にコミュニティの存在が与える影響を定量化することを目的とする.

2. 方法

2-1 被験者

本研究の対象は、長野市および周辺市町村在住の 40 歳以上で喫煙習慣のない自立歩行可能な健常者とした. 募集にあたり、インターバル速歩の講演会および説明会の開催、新聞や広報誌等による公募、長野市や協力団体等による呼びかけを行ったところ、当初予定していた定員 (60 名) を超える 120 名から応募があったため、定員を 100 名に増員し、応募者 120 名のうちの先着順で 100 名を当選者とした. 100 名に



※ドロップアウト者（3名）およびトレーニング後の測定未実施者（11名）は、トレーニング前の数値を転用

図1 研究プロトコール

研究の詳細に関する説明を行い、95名からインフォームドコンセントが得られたが、トレーニング開始前に5名が辞退を申し出たため、最終的に、41～86歳の90名（男性24名、女性66名）を被験者とした。なお、本研究は、信州大学医倫理委員会において承認を受けた。

（試験ID:UMIN000027707, 受付番号: R000031732）

2-2 研究プロトコール

図1に、研究プロトコールを示した。

トレーニング前後（6月/12月）に、体力測定、形態測定（身長、体重、BMI）、血圧測定、血液検査、アンケート調査を行った。トレーニング前の測定結果を調整因子として無作為割付を行い、被験者を「個別データ転送群=INDIV群」と「コミュニティ群=COMM群」の2群に分け、それぞれIWTを5ヶ月間（7月1日～12月1日）実施させた。IWTとは、1日速歩15分以上（1週間60分以上）、週4日以上を目標として、JDメイトを装着して、 $\dot{V}O_{2peak}$ の70%以上のペースの速歩（高強度運動）と

40%の緩歩（中強度運動）を3分間ずつ交互に繰り返すトレーニング方法である。なお、速歩のペース（速歩レベル）は、個人の体力に応じて設定されるため、いずれの群においても、トレーニングは個別に行うものとした。

トレーニング期間中、COMM群は、1ヶ月に1回程度（計6回）、全員が指定された日時および会場（土屋薬局本社会議室／サキベジラボ）に集合し、e-ヘルスプロモーションシステムを通じてJDメイト内に記録された歩行データの転送を行い、コミュニティのなかでフィードバックおよびグループワークを行った。なお、「コミュニティ」の定義としては、①共通体験：指定日時・場所でのデータ転送および集団指導、②帰属意識：共通目標、役割分担の設定、③相互評価：集団内での発表による他者との比較・他者への評価とし、上記定義に基づくグループワークを行った。

INDIV群については、1ヶ月に1回程度（計6回）、任意のタイミングで指定されたデータ転送拠点に行き、e-ヘルスプロモーションシステムを介して、個別にデータ転送をしてフィードバックを受けた。なお、個別でのデータ転送拠点については、土屋薬局（土屋薬品株式会社）の協力を得て、同薬局の7店舗において、データ転送およびフィードバックの環境を整備した。

各群において、トレーニング期間中に、被験者自らトレーニングの中断を申し出た場合はドロップアウトとした。

2-3 評価指標

2-3-1 定着率

トレーニング日数は1週間で4日、速歩時間は1週間で60分を100%とし、それぞれの目標に対する1ヶ月ごとの実施割合を定着率として算出した。

2-3-2 体力

トレーニング前後の体力測定において、被験者はJDメイトを装着して、安静3分、ゆっくり歩行3分、やや速い歩行3分、最高速度歩行3分を順次行い（3段階歩行テスト）、最後の1分間の数値から $\dot{V}O_{2peak}$ を推定した。JDメイトには3軸加速度計が内蔵されており、その力積（ I_{total} ）から $\dot{V}O_{2peak}$ を推定でき、自転車エルゴメーターによる $\dot{V}O_{2peak}$ と有意な相関が示されている[7][8]。

2-3-3 身体特性

体組成計（デュアル周波数体組成計、タニタ、DC-430A）により体重、身長計により身長を測定し、それらの数値からBMIを算出した。

2-3-4 血圧

デジタル自動血圧計（オムロン、HEM-1000）により、収縮期血圧および拡張期血圧を測定した。

2-3-5 血液検査

看護師による採血を行い、中性脂肪、HDL/LDL コレステロール、空腹時血糖の項目について分析を行った。

2-3-6 うつ自己評価尺度

The Center of Epidemiological Studies-Depression Scale (CES-D) を用いて、うつ傾向の有無を測定した。CES-D スコアが16点以上で、うつ傾

向ありとした [9] [10].

2-4 解析方法・統計処理

定着率について、2群間の差およびトレーニング期間(1ヶ月ごと)の差について検証するために、群を独立変数、1ヶ月ごとの定着率を従属変数として、繰り返しのある二元配置分散分析および多重比較検定(Tukey-Kramer法)を行った。また、トレーニング前後の体力、身体特性、血圧、血液検査の指標について、2群間の差およびトレーニング前後の差について検証するために、群を独立変数、トレーニング前後の各指標値を従属変数として、二元配置分散分析および多重比較検定を行った。以上の統計処理には、SPSS25.0 for WindowsおよびStatView-J 5.0を使用し、5%以下を統計学的な有意水準とした。

3. 結果

3-1 定着率

定着率については、トレーニング日数および速歩時間のそれぞれの目標(トレーニング日数=週4日、速歩=週60分)に対する実施割合を1ヶ月ごとに示した。

表1および図2に、トレーニング日数の定着率を示した。群間に交互作用は認められず、両群ともに、トレーニング期間が長くなるにつれて徐々に低下した。1ヶ月目と比較して、INDIV群は2ヶ月目から、COMM群は4ヶ月目から有意に低下した($P<0.01$)。INDIV群と比較して、COMM群は、2ヶ月目以降について、有意ではないものの高い定着率を保持する傾向が示された。

表2および図3に、速歩時間の定着率を示した。トレーニング日数と同様に、群間に交互作用は認められず、両群ともに徐々に低下した。1ヶ月目との比較については、INDIV群は4ヶ月目から、COMM群は3ヶ月目から有意に低下した($P<0.01$)。群間の比較については、INDIV群と比較して、COMM群は5ヶ月間を通して定着率が低い傾向があったが、有意な差は示されなかった。

なお、トレーニング期間中、INDIV群2名、COMM群1名が自己申告によりドロップアウトとなった。ドロップアウトの主な理由は、怪我や病気による健康上の問題と、仕事や家族の介護等の社会的な問題であった。

3-2 被験者特性

表3に、各群におけるトレーニング前後の被験者特性を示した。

体重およびBMIについては、INDIV群においてはトレーニング後に有意に減少($P<0.05$)、COMM群については増加傾向を示し、その結果、Group × trainingの交互作用を認めた($P<0.05$)。

腹囲については、COMM群においてのみ、トレーニング後に有意に増加した($P<0.05$)。

収縮期および拡張期血圧については、INDIV群においてのみ、トレーニング後にそれぞれ有意に上昇した($P<0.01$, $P<0.05$)。

中性脂肪については、INDIV群において有意に減少した($P<0.05$)。

HDLコレステロールについては、両群で増加傾向を示したが、いずれも有意な

表1 トレーニングの定着率（トレーニング日数）

	トレーニング定着率（トレーニング日数）				
	1ヶ月目	2ヶ月目	3ヶ月目	4ヶ月目	5ヶ月目
INDIV群 [%]	106.9 ± 5.2	96.2 ± 6.6**	97.4 ± 6.6**	83.0 ± 6.8**	75.5 ± 7.2**
COMM群 [%]	106.0 ± 6.0	102.9 ± 6.5	100.9 ± 6.9	90.3 ± 7.3**	81.4 ± 7.4**

各群における1ヶ月目との比較 [vs 1ヶ月目] *P<0.05, **P<0.01

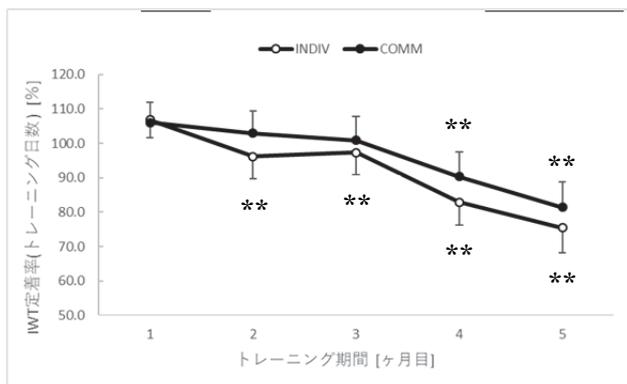


図2 トレーニングの定着率（トレーニング日数）

各群における1ヶ月目との比較 [vs 1ヶ月目] *P<0.05, **P<0.01

表2 トレーニングの定着率（速歩時間）

	トレーニング定着率（速歩時間）				
	1ヶ月目	2ヶ月目	3ヶ月目	4ヶ月目	5ヶ月目
INDIV群 [%]	151.8 ± 12.5	140.1 ± 14.0	143.7 ± 14.2	121.1 ± 13.1**	108.1 ± 13.6**
COMM群 [%]	144.5 ± 14.0	133.7 ± 11.6	126.5 ± 12.7**	107.2 ± 11.7**	94.2 ± 11.5**

各群における1ヶ月目との比較 [vs 1ヶ月目] *P<0.05, **P<0.01

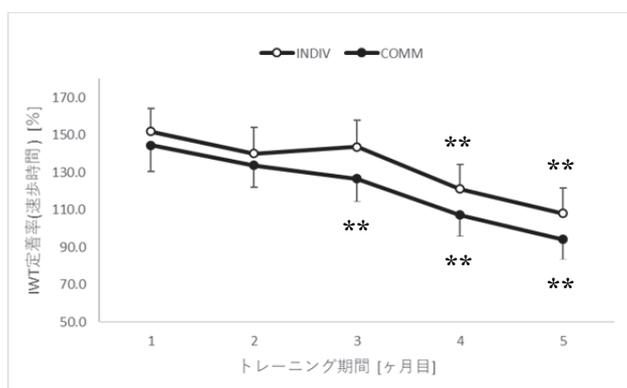


図3 トレーニングの定着率（速歩時間）

各群における1ヶ月目との比較 [vs 1ヶ月目] *P<0.05, **P<0.01

表 3 被験者特性 平均値±SD (年齢および身長) または SE (年齢および身長以外の全項目)

	個別データ転送群 (INDIV)		コミュニティ群 (COMM)		P value Group × training
	Before	After	Before	After	
被験者数 [人]	46		44		NA
男女比 [%男性]	35.3		37.5		NA
年齢 [歳]	67 ± 8	NA	67 ± 10	NA	NA
身長 [cm]	158.0 ± 7.1	NA	158.4 ± 7.9	NA	NA
体重 [kg]	56.7 ± 1.5	56.2 ± 1.5*	55.9 ± 1.4	56.2 ± 1.3	0.0199
BMI [kg/m ²]	22.7 ± 0.4	22.5 ± 0.4*	22.2 ± 0.5	22.3 ± 0.4	0.0196
腹囲 [cm]	81.1 ± 1.4	81.4 ± 1.2	79.7 ± 1.2	81.3 ± 1.2*	NS
収縮期血圧 [mmHG]	133 ± 3	138 ± 2**	133 ± 3	136 ± 3	NS
拡張期血圧 [mmHG]	77 ± 2	79 ± 1*	80 ± 2	81 ± 2	NS
中性脂肪 [mg/dl]	91.6 ± 9.1	82.7 ± 6.4*	93.9 ± 8.6	88.1 ± 6.6	NS
HDLコレステロール [mg/dl]	71.2 ± 2.6	72.9 ± 2.6	68.3 ± 2.7	69.0 ± 2.7	NS
LDLコレステロール [mg/dl]	133.9 ± 5.1	129.4 ± 5.0**	130.6 ± 4.0	125.2 ± 3.5**	NS
空腹時血糖 [mg/dl]	94.3 ± 2.9	95.0 ± 1.9	96.3 ± 1.7	94.8 ± 1.8	NS
最高酸素摂取量 [ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹]	19.7 ± 0.6	20.4 ± 0.7	20.3 ± 0.7	20.5 ± 0.6	NS
CES-D score	6.4 ± 1.0	5.2 ± 0.9*	5.6 ± 1.1	4.3 ± 0.8*	NS

NA=適応する数値なし, NS=有意差なし

交互作用を判定 [P value Group × training (before vs after)]

各群におけるトレーニング前後の比較 [before vs after] *P<0.05, **P<0.01

差を示さなかった。LDL コレステロールについては、両群において有意に低下した (P<0.01)。

最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) については、有意な差ではないが、両群において増加傾向が認められた (P=0.14)。

CES-D スコア (うつ自己評価尺度) については、両群において有意に低下した (P<0.05)。また、有意ではないものの、COMM 群は INDIV 群よりスコアが低い傾向が示された。

4. 考 察

本研究では、40 歳以上の中高齢者において、コミュニティの存在が運動の継続や効果に及ぼす影響について明らかにすることを目的として、個別にデータ転送を行う (INDIV) 群と仲間同士で励まし

合うコミュニティのなかでデータ転送やグループワークを行う (COMM) 群に分かれ、5 ヶ月間の IWT を実施した。効果検証の指標としては、トレーニングの定着率 (トレーニング目標に対する実施割合) およびトレーニング前後の体力 ($\dot{V}O_{2peak}$)、身体特性、血圧、血液検査、うつ自己評価尺度であった。

4-1 定着率

トレーニング日数の定着率については、週 4 日を 100%とした際の 1 ヶ月ごとの実施割合とし、群間および 1 ヶ月ごとの定着率を比較した。INDIV 群と比較して、COMM 群は、トレーニング開始 1 ヶ月目はほぼ同数値であったのに対し、2 ヶ月目以降は、有意な差ではないが、高い定着率を保持したことから、運動の継続に対

してコミュニティが効果的に作用した可能性がある。また、両群において、トレーニング期間が経つにつれて、定着率が低下しているが、1ヶ月目と比較すると、INDIV群は2ヶ月目から有意に低下したのに対して、COMM群は、4ヶ月目から有意に低下した。このことから、トレーニング開始1ヶ月目は、コミュニティの有無に関わらずトレーニングに対する意欲が高く、目標を達成することができるが、2ヶ月目以降に意欲が低下してきた際に、コミュニティをつくり、仲間同士で励まし合いながらトレーニングに取り組むことで、トレーニングに対する意欲を維持し、定着率の低下を軽減させることができる可能性が示唆された。

一方、速歩時間の定着率については、1週間に速歩60分を100%とした際の1ヶ月ごとの実施割合とし、群間および1ヶ月ごとの定着率を比較した。速歩時間については、両群においてトレーニング期間を通して90%以上の高い定着率を保持したことから、多くの被験者が早い段階から速歩を習得し、トレーニングを継続することができたと言える。ただし、トレーニング日数と同様に、両群においてトレーニング期間が経つにつれて定着率が低下しており、1ヶ月目と比較すると、INDIV群は4ヶ月目から、COMM群は、3ヶ月目から低下している。速歩時間においては、定着率の低下軽減に対してコミュニティが効果的に作用したか否かは定かではない。

群間の定着率を比較すると、COMM群は、トレーニング期間中を通してINDIV群より定着率が低い傾向を示した。なお、

速歩時間とは、各被験者の $\dot{V}O_{2peak}$ の70%以上のレベルで歩いた時間であり、速歩と緩歩を繰り返すIWTにおいては、全体の歩行時間に対する速歩時間の割合（速歩割合）は、40~60%が適切とされている。トレーニング開始直後はIWTの適切なペースやリズムがつかめず、速歩割合が90%を上回るような被験者がおり、特にINDIV群において多く見られた。COMM群においては、コミュニティのなかで自己比較に加えて他者比較が行われ、IWTの適切な方法を学ぶことができたが、INDIV群については、適切でない速歩割合のままトレーニングを継続してしまった被験者がいる可能性がある。速歩割合が高いIWTは運動強度が高いため、運動による各種効果を促進する可能性がある一方で、運動強度が高過ぎると、トレーニングにより痛みや障害が発生したり、トレーニング意欲が低下したりする恐れがあるので注意が必要である。よって、適切な方法でトレーニングを意欲的に継続していくためには、自己比較だけでなく、他者比較を取り入れることが有効である可能性が考えられる。

4-2 体力 ($\dot{V}O_{2peak}$)

トレーニング前後の $\dot{V}O_{2peak}$ については、両群において、有意な差ではないが増加傾向が示され、これは先行研究と同様の結果であった [5] [6]。先行研究において、中高年者がトレーニングを全く実施しない場合、短期間でも体力が低下していくことが報告されているため [4]、本研究において体力に増加傾向が示されたことは、非常に有意義であると考えられる。

4-3 身体特性（体重、BMI、腹囲）

トレーニング前後の体重およびBMIについては、群間に交互作用を認め、INDIV群で有意に低下し、COMM群においては、有意な差ではないが増加傾向が見られた。なお、COMM群においては、体重の増加に伴い、腹囲も有意に増加している。INDIV群の体重の低下は運動によるものであると考えられ、先行研究の結果と一致している [5]。COMM群の増加については、トレーニング前の測定が6月、トレーニング後の測定が12月であったことから、季節変動によるものである可能性が考えられる。

4-4 血圧

トレーニング前後の収縮期および拡張期血圧について、INDIV群において有意に増加した。先行研究においては、IWTの実施により血圧の低下が示されているが [4] [5]、先行研究では、トレーニング前の測定を春期(4月または5月)に行い、トレーニング後の測定を秋期(9月または10月)に行っていた。本研究においては、トレーニング前の測定が6月、トレーニング後の測定が12月であったため、トレーニング前後で室温等の測定環境に差異が生じてしまい、血圧の上昇につながった可能性がある。また、先行研究において、トレーニングの定着率に季節による変動が生じることが報告されていることから [11]、トレーニング前後の指標について比較を行う際には、トレーニング期間の選定に注意し、可能な限り前後の測定環境を統一する必要があると考えられる。

4-5 血液検査

血液検査の分析項目は、中性脂肪、HDL/LDL コレステロール、空腹時血糖であった。中性脂肪およびHDL/LDL コレステロールについては、運動による改善効果が見られ、これは先行研究と同様の結果であった [5]。

4-6 うつ評価尺度（CES-D）

CES-D スコアは、両群において有意に低下した。SEC-D スコアは、16点以上でうつ傾向ありと判断される [9] [10]。本研究の被験者においては、トレーニング前からうつ傾向は示されていなかったが、運動によりさらに心の健康が向上したと考えられる。また、INDIV群と比較して、COMM群においてスコアが低い傾向が見られたことから、コミュニティが精神面にもよい影響を及ぼす可能性が示唆された。

本研究における5ヶ月間のIWTにより、トレーニング前後の各種指標について一定の効果を認めたが、コミュニティの有無による各種指標や定着率における有意な差は認められなかった。よって、コミュニティの有無に関わらず、e-ヘルスプロモーションシステムを使用してIWTを実施することで、一定の運動効果が得られることが分かった。しかし、トレーニングが長期にわたる場合、時間の経過に伴い定着率が低下していく可能性は高く、その低下を軽減させるためのツールの1つとして、コミュニティの存在が有効であることが示唆された。

5. まとめ

本研究では、中高年者における運動の継続や効果にコミュニティの存在が及ぼす影響について明らかにすることを目的として、個別にデータ転送を行う群と仲間同士で励まし合うコミュニティのなかでデータ転送やグループワークを行う群に分かれ、5ヶ月間のIWTを実施した。

その結果、コミュニティの有無に関わらず、体力が向上し、一部の生活習慣病指標で改善の傾向が示された。トレーニングの定着率についても群間に有意な差は認められなかったが、コミュニティの存在によって定着率の低下が軽減される可能性が示唆された。

今後は、長期間にわたるIWTの定着率を観察しながら、産学官が連携を図り、個人の嗜好や生活スタイルに応じた効果的で継続しやすいトレーニングシステムのさらなる開発やトレーニング環境の整備が求められる。

6. 謝辞

被験者の募集、会場の提供、データ転送環境の整備等において協力いただいた、土屋薬局（土屋薬品株式会社）、長野県健康管理士会、一般社団法人サキベジ推進協議会、長野市役所の皆様、体力測定やデータ転送等の企画および運営において全面的にご支援いただいたNPO法人熟年体育大学リサーチセンターの皆様に、厚く御礼申し上げます。

本研究は、「平成29年度健康・体力づくり事業財団健康運動指導研究助成事業」の助成金を受けて実施しています。

参考文献

1. Blair SNHW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW, Kohl. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262 : 2395-2401, 1989.
2. Manson JEP, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, Perri MG, Sheps DS, Pettinger MB, Siscovick DS. Greenland. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 347 : 716-725, 2002.
3. Nose H, Yamazaki T, Nemoto K, Okazaki K, Masuki S, Kamijo Y, Gen-No H, Morikawa. Beyond epidemiology: field studies and the physiology laboratory as the whole world. *J Physiol* 587 : 5569-75, 2009.
4. Nemoto K, Masuki S, Okazaki K, Nose H, Gen-no. Effects of high intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc* 82 : 803-811, 2007.
5. Morikawa M, Okazaki K, Masuki S, Kamijo Y, Yamazaki T, Gen-No H, Nose H. Physical fitness and indices of lifestyle-related diseases before and after interval walking training in middle-aged and older males and females. *Br J Sports Med* 45 : 216-224, 2011.
6. Masuki S, Mori M, Tabara Y, Sakurai A, Hashimoto S, Morikawa M, Miyagawa K, Sumiyoshi E, Miki T, Higuchi K, Nose H. The factors affecting adherence to a

long-term interval walking training program in middle-aged and older people.

J Appl Physiol 118 : 595-603, 2015.

7. Yamazaki T, Gen-No H, Kamijo Y, Okazaki K, Masuki S, Nose H. A new device to estimate vo₂ during incline walking by accelerometry and barometry. Med Sci Sports Exerc 41 : 2213-2219, 2009.

8. Iwashita S, Okazaki K, et al. Takeno. Triaxial accelerometry to evaluate walking. Med Sci Sports Exerc 35 : 1766-72, 2003.

9. LS.Radloff. The ces-d scale: a self-report depression scale for research in the general population. Appl Psychol Meas 1 : 385-401, 1977.

10. Shima S, Kitamura T, Asai M. Shikano. New self-rating scales for depression. Clin Psychiatry 27 : 717-723, 1985.

11. Tanabe A, Nemoto K, Nose H. Masuki. Seasonal influence on adherence to and effects of an interval walking training program on sedentary female college students in Japan. Int J Biometeorol 62 (4) : 643-654, 2017.