

原 著

ウォーキングによる健康ポイント事業が高齢者の歩行時間、運動機能、うつに及ぼす効果：傾向スコアを用いた逆確率重み付け法による検証

フジハラ サトコ ツジ タイシ コンドウ カツノリ
藤原 聡子^{*,2*} 辻 大士^{2*,3*} 近藤 克則^{2*,4*}

目的 本研究は、歩行量に応じてポイントを得るウォーキングポイント事業による参加高齢者の歩行時間の増加、運動機能の低下予防とうつの抑制効果について傾向スコアによる逆確率重み付けを用いて検証することを目的とした。

方法 日本老年学的評価研究 (JAGES) が横浜市在住の要介護認定を受けていない65歳以上を対象に実施した、2013年と2016年の2時点の調査データを用いた。横浜市が2014年度に開始した「よこはまウォーキングポイント事業 (YWP)」への参加状況を2016年調査で尋ねた。性、年齢、1日の平均歩行時間 (~30分未満, 30~59分, 60~89分, 90分~), 運動機能 (基本チェックリスト5項目の該当数), うつ (Geriatric Depression Scale 日本語15項目版), YWPの参加状況の回答に欠損があった者を除外した4,509人を分析対象者とした。分析は、YWP参加群に対する歩行時間、運動機能、うつの効果について、傾向スコアによる逆確率重み付けを用いて検証した。

結果 対象者のうちYWP参加群は、758人 (16.8%) であった。傾向スコアによる逆確率による重み付けでYWP参加群と非参加群の背景要因のバランスを取った結果、参加群は非参加群に比べて、歩行時間は有意に増加し (非標準化偏回帰係数 [B]=3.61, 95%信頼区間 [95% CI]: 1.04, 6.17), 運動機能得点 (B=-0.13, 95% CI: -0.23, -0.03) およびうつ得点は有意に減少した (B=-0.21, 95% CI: -0.42, -0.01)。

結論 ウォーキングポイント事業は、高齢者の歩行時間の増加や運動機能の低下予防、うつの抑制に効果があることが示唆された。自治体による歩行量に応じた健康ポイント事業は、対象者を選別しないポピュレーションアプローチとして参加する高齢者の健康増進に役立つ取組だと考えられる。

Key words : 高齢者, インセンティブ, ウォーキング, 傾向スコア

日本公衆衛生雑誌 2020; 67(10): 734-744. doi:10.11236/jph.67.10_734

I 緒 言

健康日本21 (第二次)¹⁾では、「健康寿命の延伸と健康格差の縮小」を基本的方向として定めている。厚生労働省は、健康づくりに関心が低い「健康無関心層」も含めた健康づくりを目指すポピュレーションアプローチの一つとして様々なインセンティブの

提供を挙げている²⁾。近年、自治体や健康保険組合などでは、インセンティブの付与による健康ポイント事業が導入され、健康長寿社会の構築に向けた取組として期待されている。

インセンティブの付与による健康づくりは、身体活動の促進や健康に対する行動変容に効果的であることが海外の先行研究で報告されている^{3~5)}。Finkelstein et al.⁵⁾は、50歳以上の中年・高齢者を対象にインセンティブの付与によるウォーキングを含む運動プログラムの介入研究を実施し、対照群と比較して介入群では歩行時間が増加したことを報告している。我が国では、40歳以上の中年・高齢者を対象にした複数自治体連携型大規模健康ポイントプロジェクト⁶⁾において、全対象者の歩行量が増加した

* 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

2* 千葉大学予防医学センター

3* 筑波大学体育系

4* 国立長寿医療研究センター老年学・社会科学研究所
センター老年学評価研究部

責任著者連絡先: 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町
1-33

千葉大学予防医学センター 藤原聡子

ことが報告されているが、インセンティブの付与による身体活動量への効果を検証した研究は、報告書⁶⁾や会議録⁷⁾に留まっており、うつへの効果や高齢者を対象にした研究はない。

ウォーキングは、高齢者において最も一般的な活動で、経済的費用が少なく、日常生活に取り入れやすい活動である^{8,9)}。日本の高齢者においてもグループで行う運動の種類として男女とも2番目に多い種目は、ウォーキングである¹⁰⁾。また、日本における1年間に行われた運動・スポーツの種目では、ウォーキングが62.1%と最も高く、年代別では70代の割合が最も高いことが報告されている¹¹⁾。高齢者を対象としたウォーキングを含む運動プログラムによる介入研究では、歩行量の増加^{12~14)}、運動機能の向上^{13~18)}、精神的健康^{14,19)}や認知機能¹²⁾が改善したことが報告されている。日本の地域在住高齢者を対象にした横断研究では、ウォーキングをしている高齢者は、うつが少なく、とくに女性では主観的健康感が高いことが報告されている¹⁰⁾。

しかしながら、我が国において、全市的なデータにより、自治体を実施するウォーキングによる健康ポイント事業（以下、ウォーキングポイント）という緩やかな介入が高齢者の歩行時間、運動機能、うつに及ぼす効果について対照群を設定し、交絡を調整して検証した研究は見当たらない。近年、観察研究において交絡を調整する統計手法として傾向スコア法²⁰⁾が利用される機会が増えている。これは、2つの群間の差異を調整しバランスを取って擬似ランダム化した比較ができる利点がある^{21,22)}。傾向スコア法の中でも逆確率重み付け（the inverse probability of treatment weighting：IPTW）は、全対象を分析に含めることができる点で、バイアスがより小さい方法であると考えられる²³⁾。そこで、本研究は、横浜市在住高齢者を対象に、IPTWを用いてウォーキングポイントが歩行時間の増加、運動機能の低下予防とうつの抑制に効果があるかを検証することを目的とする。

II 研究方法

1. 対象

横浜市は、市内在住および在勤の18歳以上を対象とする健康づくり事業として、2014年度より「よこはまウォーキングポイント事業（以下、YWP）」を実施している。YWPの募集は、自治体のホームページ、自治体記者発表、広報誌とメディアへの掲載や各種イベントなどで周知が行われた。申込は、ホームページ、市役所、区役所、地域ケアプラザ、スポーツセンターで配布されている申込書に本人が

記載し、申込書と本人確認書類を自治体に郵送して行われた。YWP参加者には、自治体より無料で歩数計が配布された。YWP参加者へのインセンティブは、歩数に応じたポイントが付与され、抽選でポイント数に応じた景品が提供された。ポイント数の確認は、歩数計を横浜市内の商業施設や公共施設などに設置されている専用端末にのせて歩数データを送信し、YWPホームページにログイン後、本人のサイトで確認できた。

事業評価のためのデータとして、日本老年学的評価研究（Japan Gerontological Evaluation Study：以下、JAGES）²⁴⁾が横浜市在住の要介護認定を受けていない65歳以上を対象に2013年と2016年に実施した調査データを個人レベルで結合した2時点の縦断データを用いた。調査対象者の選定方法については、回収率6割を想定した上で1地域ケアプラザ圏域（およそ中学校区に相当）ごとに約50人の調査票（性と前期・後期高齢者がおよそ均等）の回収を目標とし、地域ケアプラザ圏域単位で性と年齢を層化した無作為抽出を行った。2013年調査では136地域ケアプラザの12,010人に調査票を郵送し、7,312人から回答が得られた（回収率：60.9%）。2016年調査では、2013年調査で回答が得られたうち、要介護認定を受けた者や転居した者を除く6,575人に調査票を配布し、5,111人から回答が得られた（回収率：77.7%）。本研究ではこのうち、性、年齢、歩行時間、運動機能、うつ、YWPの参加状況に関する項目に対して回答に欠損があった者を除外した4,509人を分析対象者とした。

本研究は、横浜市との「介護保険の政策評価及び社会疫学研究に関する共同研究」および、データ結合、分析、結果報告・公表に関して「横浜市と国立長寿医療研究センター及び日本老年学的評価研究機構との介護保険制度等の政策評価及び社会疫学研究に関する研究協定」における個人情報保護特記事項に基づいて実施した。なお本研究は、一般社団法人日本老年学的評価研究機構の倫理審査委員会の承認を受け（承認番号：2019-03、承認年月日：2020年2月15日）、実施した。

2. 分析項目

1) 従属変数

本研究のアウトカムとして、1日の平均歩行時間、運動機能、うつの3指標を用いた。

歩行時間は、「平均すると1日の合計で何分くらい歩きますか」と尋ね、「30分未満」、「30~59分」、「60~89分」、「90分以上」の4件法の選択肢に対して、それぞれ15分、45分、75分、105分に換算し連続量として分析した。従属変数では、2013年から

2016年の歩行時間の変化量とし、正の場合は、歩行時間が増加したことを示す。

運動機能は、「基本チェックリスト」(厚生労働省)の「運動器の機能向上」²⁵⁾に関する5項目(No.6~10)のうち「階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか」、「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか」、「15分位続けて歩いていますか」の各項目について「はい」を0点、「いいえ」を1点、「この1年間に転んだことがありますか」、「転倒に対する不安は大きいですか」の各項目について「はい」を1点、「いいえ」を0点とし、合計得点(最小0点-最大5点)を用いた。合計得点が高いほど、運動機能が低下していることを示す。従属変数では、2013年から2016年の運動機能合計得点の変化量とし、負の場合は、運動機能が改善したことを示す。

うつは、老年期うつ評価尺度(Geriatric Depression Scale: 以下, GDS)²⁶⁾の日本語15項目版を用いた。本尺度は、最小0点-最大15点で評価され、得点が高いほどうつが悪化していることを示す。従属変数では、2013年から2016年のGDS合計得点の変化量を算出し、負の場合は、うつが改善したことを示す。

2) 独立変数

YWPの参加状況は、2016年の調査票の「「よこはまウォーキングポイント事業」に参加していますか」という設問に対し、「参加している」を参加群、「参加していないが、参加してみたい」、「参加したくない」および「参加できない(入院中や体調不良などのため)」を非参加群とした。

3) 調整変数

調整変数は、いずれも2013年調査の変数を用いた。基本属性として性、年齢(65-69歳, 70-74歳, 75-79歳, 80-84歳, 85歳以上)、社会経済状況として同居状況(一人暮らし, 家族など同居(二世帯住宅を含む)、その他(施設入居など))、教育年数(13年未満, 13年以上)、等価所得(200万円未満, 200-400万円未満, 400万円以上/年)、就労(就労している, 退職して現在就労していない, 職に就いたことがない)を用いた。健康状態および健康行動として、治療疾患の有無、主観的健康感、body mass index(以下, BMI)(18.5 kg/m²未満, 18.5-25 kg/m²未満, 25 kg/m²以上)、飲酒状況、喫煙状況、社会参加、活動能力(老研式活動能力指標²⁷⁾)の合計得点のうち13点を満点、12点以下を非満点)を用いた。

主観的健康感は、「とてもよい」、「まあよい」を「よい」、「あまりよくない」、「よくない」を「よく

ない」とした。社会参加は、「ボランティアのグループ」、「スポーツ関係のグループやクラブ」、「趣味関係の会のグループ」、「学習・教養サークル」、「特技や経験を他者に伝える活動」の5項目のいずれかに週1回以上参加した者を「あり」、参加していない者を「なし」とした。いずれの変数もダミー変数として使用し、不明(無回答)であることも分析に投入した。

3. 分析方法

まず、YWP参加別に、歩行時間、運動機能、うつの2013年調査の時間・点数と変化量の平均値と標準偏差、および各調整変数の人数分布と割合を算出した。従属変数と調整変数のYWP参加別による比較について、量的変数の平均値の比較は*t*検定を、質的変数はカイ二乗検定を用いた。次に、YWP参加群に対する歩行時間、運動機能、うつの効果について、IPTWを用いて検証した。対象者の傾向スコアの推定値は、YWP参加の有無を従属変数、調整変数を独立変数としたロジスティック回帰分析により求めた。調整変数のバランスを確認するために、標準化差を使用した。標準化差は、独立変数の群間のバランスの程度を表す指標で、0.1未満であればバランスが取れていると判断した²⁸⁾。信頼区間の計算にはロバスト分散を用いた。また、感度分析として、従属変数を歩行時間、運動機能、うつの変化量とし、YWP参加の有無を独立変数、性、年齢、同居状況、教育年数、等価所得、就労、治療疾患の有無、主観的健康感、BMI、飲酒状況、喫煙状況、社会参加、活動能力を調整変数とした重回帰分析を行った。さらに、YWPの参加状況において、「参加できない(入院中や体調不良などのため)」を分析対象から除外してIPTWを行った。統計解析の有意水準は5%とし、STATA MP16.0(Stata Corp LP, College Station, Texas, USA)を使用した。

III 研究結果

1. 対象者の属性

表1に対象者の2013年調査における属性の特徴を示した。参加群は、758人(16.8%)であった。歩行時間の変化量の平均値(標準偏差)は、参加群で0.7(28.2)分増加しているのに対して、非参加群では3.3(28.0)分減少した。運動機能の変化量の平均値(標準偏差)は、両群ともに点数が増加した(それぞれ、0.2(1.0)点; 0.3(1.2)点)。うつの変化量の平均値(標準偏差)は、両群ともに点数が減少した(それぞれ、-0.1(2.0)点; -0.04(2.3)点)。また、参加群は、非参加群と比較して年齢が低く、一人暮らしや就労が少なく、社会参加が多い

表1 対象者の概要

		全 体 (n=4,509)	よこはまウォーキングポイント事業 (YWP)		P
			参加群 (n=758)	非参加群 (n=3,751)	
		平均値/人数 (標準偏差/%)	平均値/人数 (標準偏差/%)	平均値/人数 (標準偏差/%)	
歩行時間 (分/日)	2013年調査	57.9(29.3)	63.2(27.7)	56.9(29.5)	<0.001 ^{e)}
	変化量	-2.6(28.0)	0.7(28.2)	-3.3(28.0)	<0.001 ^{e)}
運動機能 ^{a)} (点)	2013年調査	1.1(1.1)	0.9(1.0)	1.1(1.1)	<0.001 ^{e)}
	変化量	0.3(1.2)	0.2(1.0)	0.3(1.2)	0.002 ^{e)}
うつ ^{b)} (点)	2013年調査	2.9(3.0)	2.1(2.49)	3.0(3.1)	<0.001 ^{e)}
	変化量	-0.1(2.2)	-0.1(2.0)	-0.04(2.3)	0.530 ^{e)}
性	男性	2,196(48.7)	357(47.1)	1,839(49.0)	0.330 ^{f)}
	女性	2,313(51.3)	401(52.9)	1,912(51.0)	
年齢	65-69歳	1,418(31.4)	265(35.0)	1,153(30.7)	<0.001 ^{f)}
	70-74歳	1,488(33.0)	281(37.1)	1,207(32.2)	
	75-79歳	990(22.0)	159(21.0)	831(22.2)	
	80-84歳	462(10.2)	44(5.8)	418(11.1)	
	85歳以上	151(3.3)	9(1.2)	142(3.8)	
同居状況	一人暮らし	585(13.0)	76(10.0)	509(13.6)	0.001 ^{f)}
	家族など同居 (二世帯住宅を含む)	3,758(83.3)	665(87.7)	3,093(82.5)	
	その他 (施設入居など)	47(1.0)	8(1.1)	39(1.0)	
	無回答	119(2.6)	9(1.2)	110(2.9)	
教育年数	13年未満	2,708(60.1)	414(54.6)	2,294(61.2)	0.002 ^{f)}
	13年以上	1,728(38.3)	334(44.1)	1,394(37.2)	
	無回答 (その他を含む)	73(1.6)	10(1.3)	63(1.7)	
等価所得	200万円未満	1,470(32.6)	226(29.8)	1,244(33.2)	0.018 ^{f)}
	200-400万円未満	1,866(41.4)	353(46.6)	1,513(40.3)	
	400万円以上	648(14.4)	98(12.9)	550(14.7)	
	無回答	525(11.6)	81(10.7)	444(11.8)	
就労	就労している	1,003(22.2)	140(18.5)	863(23.0)	<0.001 ^{f)}
	退職して現在就労していない	2,845(63.1)	530(69.9)	2,315(61.7)	
	職に就いたことがない	438(9.7)	56(7.4)	382(10.2)	
	無回答	223(4.9)	32(4.2)	191(5.1)	
治療疾患の有無	あり	3,396(75.3)	564(74.4)	2,832(75.5)	0.720 ^{f)}
	なし	845(18.7)	150(19.8)	695(18.5)	
	無回答	268(5.9)	44(5.8)	224(6.0)	
主観的健康感	よくない	537(11.9)	48(6.3)	489(13.0)	<0.001 ^{f)}
	よい	3,845(85.3)	686(90.5)	3,159(84.2)	
	無回答	127(2.8)	24(3.2)	103(2.7)	
BMI ^{c)}	18.5 kg/m ² 未満	344(7.6)	47(6.2)	297(7.9)	0.210 ^{f)}
	18.5-25 kg/m ² 未満	3,231(71.7)	565(74.5)	2,666(71.1)	
	25 kg/m ² 以上	820(18.2)	127(16.8)	693(18.5)	
	無回答	114(2.5)	19(2.5)	95(2.5)	
飲酒状況	飲む	1,974(43.8)	360(47.5)	1,614(43.0)	0.058 ^{f)}
	飲まない	2,522(55.9)	397(52.4)	2,125(56.7)	
	無回答	13(0.3)	1(0.1)	12(0.3)	
喫煙状況	吸う	429(9.5)	31(4.1)	398(10.6)	<0.001 ^{f)}
	吸わない	4,061(90.1)	726(95.8)	3,335(88.9)	
	無回答	19(0.4)	1(0.1)	18(0.5)	
社会参加 (週1回以上)	なし	2,354(52.2)	297(39.2)	2,057(54.8)	<0.001 ^{f)}
	あり	1,703(37.8)	412(54.4)	1,291(34.4)	
	無回答	452(10.0)	49(6.5)	403(10.7)	
活動能力 ^{d)}	非満点	2,546(56.5)	359(47.4)	2,187(58.3)	<0.001 ^{f)}
	満点	1,810(40.1)	388(51.2)	1,422(37.9)	
	無回答	153(3.4)	11(1.5)	142(3.8)	

a) 「基本チェックリスト」の「運動器の機能向上」に関する5項目 (No. 6~10) の合計得点に基づく。

b) Geriatric Depression Scale 日本語15項目版による。

c) body mass index

d) 老研式活動能力指標の合計に基づく。

e) t検定

f) カイ二乗検定

表2 IPTW^{a)}による調整前と調整後の対象者の概要

		IPTW ^{a)} による調整前			IPTW ^{a)} による調整後		
		平均値		標準化差	平均値		標準化差
		参加群	非参加群		参加群	非参加群	
性	男性	0.47	0.49	-0.039	0.49	0.49	-0.003
	女性	0.53	0.51	0.039	0.51	0.51	0.003
年齢	65-69歳	0.35	0.31	0.090	0.32	0.31	0.011
	70-74歳	0.37	0.32	0.103	0.33	0.33	-0.003
	75-79歳	0.21	0.22	-0.029	0.22	0.22	-0.006
	80-84歳	0.06	0.11	-0.193	0.10	0.10	0.005
	85歳以上	0.01	0.04	-0.167	0.03	0.03	-0.015
同居状況	一人暮らし	0.10	0.14	-0.110	0.14	0.13	0.023
	家族などと同居（二世帯住宅を含む）	0.88	0.82	0.148	0.83	0.83	-0.009
	その他（施設入居など）	0.01	0.01	0.002	0.01	0.01	0.003
	無回答	0.01	0.03	-0.123	0.02	0.03	-0.032
教育年数	13年未満	0.55	0.61	-0.133	0.59	0.60	-0.011
	13年以上	0.44	0.37	0.141	0.39	0.38	0.010
	無回答（その他を含む）	0.01	0.02	-0.030	0.02	0.02	0.004
等価所得	200万円未満	0.30	0.33	-0.072	0.33	0.33	0.017
	200-400万円未満	0.47	0.40	0.126	0.40	0.41	-0.034
	400万円以上	0.13	0.15	-0.050	0.16	0.14	0.058
	無回答	0.11	0.12	-0.036	0.11	0.12	-0.035
就労	就労している	0.18	0.23	-0.112	0.22	0.22	-0.014
	退職して現在就労していない	0.70	0.62	0.174	0.63	0.63	0.003
	職に就いたことがない	0.07	0.10	-0.099	0.11	0.10	0.040
	無回答	0.04	0.05	-0.041	0.04	0.05	-0.034
治療疾患の有無	あり	0.74	0.75	-0.025	0.77	0.75	0.026
	なし	0.20	0.19	0.032	0.18	0.19	-0.008
	無回答	0.06	0.06	-0.007	0.05	0.06	-0.036
主観的健康感	よくない	0.06	0.13	-0.228	0.13	0.12	0.025
	よい	0.91	0.84	0.190	0.84	0.85	-0.026
	無回答	0.03	0.03	0.025	0.03	0.03	0.007
BMI ^{b)}	18.5 kg/m ² 未満	0.06	0.08	-0.067	0.06	0.08	-0.050
	18.5-25 kg/m ² 未満	0.75	0.71	0.078	0.74	0.72	0.058
	25 kg/m ² 以上	0.17	0.18	-0.045	0.17	0.18	-0.025
	無回答	0.03	0.03	-0.002	0.02	0.03	-0.022
飲酒状況	飲む	0.47	0.43	0.090	0.43	0.44	-0.013
	飲まない	0.52	0.57	-0.086	0.57	0.56	0.015
	無回答	0.00	0.00	-0.040	0.00	0.00	-0.023
喫煙状況	吸う	0.04	0.11	-0.252	0.09	0.10	-0.038
	吸わない	0.96	0.89	0.260	0.91	0.90	0.048
	無回答	0.00	0.00	-0.063	0.00	0.00	-0.051
社会参加 (週1回以上)	なし	0.39	0.55	-0.318	0.53	0.52	0.025
	あり	0.54	0.34	0.409	0.38	0.38	-0.004
	無回答	0.06	0.11	-0.153	0.09	0.10	-0.038
活動能力 ^{c)}	非満点	0.47	0.58	-0.220	0.57	0.56	0.008
	満点	0.51	0.38	0.269	0.40	0.40	0.000
	無回答	0.01	0.04	-0.147	0.03	0.03	-0.026

a) the inverse probability of treatment weighting

b) body mass index

c) 老研式活動能力指標の合計に基づく。

表3 よこはまウォーキングポイント事業 (YWP) の参加状況と歩行時間, 運動機能, うつとの関連

	IPTW ^{a)}			重回帰分析		
	非標準化偏回帰係数	95%信頼区間	P	非標準化偏回帰係数	95%信頼区間	P
歩行時間 (分/日)						
非参加群	0			0		
参加群	3.61	(1.04, 6.17)	0.006	3.84	(1.59, 6.08)	0.001
運動機能 ^{b)} (点)						
非参加群	0			0		
参加群	-0.13	(-0.23, -0.03)	0.010	-0.10	(-0.19, -0.004)	0.041
うつ ^{c)} (点)						
非参加群	0			0		
参加群	-0.21	(-0.42, -0.01)	0.038	-0.08	(-0.26, 0.09)	0.354

2013年調査時の性, 年齢, 同居状況, 教育年数, 等価所得, 就労, 治療疾患の有無, 主観的健康感, BMI, 飲酒状況, 喫煙状況, 社会参加, 活動能力で調整した。

a) the inverse probability of treatment weighting

b) 「基本チェックリスト」の「運動器の機能向上」に関する5項目 (No. 6~10) の合計得点に基づく。

c) Geriatric Depression Scale 日本語15項目版による。

傾向であった。表2は, IPTWによる調整前後の標準化差を示した。3指標におけるIPTWによる調整前の標準化差は, 0.1を上回る調整変数があったが, IPTWによる調整後の標準化差は, すべての調整変数で0.1未満となり, 群間のバランスが取れていた。

2. YWPの効果

表3にYWPへの参加の有無と歩行時間, 運動機能, うつとの関連について, IPTWおよび重回帰分析の結果を示した。YWP参加群では, 非参加群に比べて, 歩行時間は有意に増加し (非標準化偏回帰係数 [B]=3.61, 95%信頼区間 [95% CI]: 1.04, 6.17), 運動機能得点とうつ得点は有意に減少した (B=-0.13, 95% CI: -0.23, -0.03; B=-0.21, 95% CI: -0.42, -0.01)。また, 重回帰分析による感度分析の結果, YWP参加群では, 非参加群に比べて, 歩行時間は有意に増加し (B=3.84, 95% CI: 1.59, 6.08), 運動機能得点は有意に減少した (B=-0.10, 95% CI: -0.19, -0.004)。うつ得点は有意な関連が認められなかった (B=-0.08, 95% CI: -0.26, 0.09)。さらに, 「参加できない (入院中や体調不良などのため)」を分析対象から除外した感度分析も行った。その結果, 非参加群 (3,751人) の16.2%に相当する607人が分析対象から減少したことに伴い, 運動機能得点とうつ得点では有意な関連が消失したが, 点推定値は同様の傾向が認められた (それぞれ, B=-0.08, 95% CI: -0.18, 0.01; B=-0.08, 95% CI: -0.26, 0.11)。

IV 考 察

本研究は, 一自治体の高齢者を対象に, ウォーキ

ングポイントによる取組が歩行時間の増加, 運動機能の低下予防とうつの抑制に効果があるかを検証した。ウォーキングポイントに参加した高齢者は参加しなかった高齢者と比較して, 2013年調査時の属性や健康状態などの背景要因のバランスを取った上でも, 3年後の歩行時間が増加し, 運動機能低下・うつが抑制されることが示された。

1. YWPと歩行時間との関係

本研究では, YWP参加群は, 非参加群と比較して, 1日あたりの歩行時間が3.61分増加した。高齢者を対象としたウォーキングプログラムの先行研究では, 3か月間の介入後に歩行量が増加したことが報告されている^{12~14)}。Rosenberg et al.¹²⁾の3か月間の介入研究では, ベースライン時と比較して3か月後の歩行量が1日あたり約500歩増加したことが報告されている。Tudor-Locke et al.²⁹⁾や厚生労働省³⁰⁾は1分あたりの歩数を100歩とし, Rosenberg et al.¹²⁾は, 高齢者の場合においても1分あたり約100歩で換算していることより, 本研究の参加群は非参加群と比較して1日あたり約360歩増加したと考えられる。このことから本研究において, 先行研究で確認された効果が, ウォーキングプログラム開始後最長2年間という長期間においても得られることが示唆された。

ウォーキングは, 高齢者が取組やすい運動であり⁸⁾, 高齢者を対象にしたインセンティブの付与によるウォーキングを含む運動プログラムでは, 身体活動の促進や歩行量の増加に効果があること^{5,31)}が本研究においても追試された。さらに, 身体活動に関する介入研究や健康増進を目的とした場合に歩数

計を用いることは、身体活動の動機付け³²⁾や歩行量の増加に有効とされている³³⁾。本研究の参加群においてもウォーキングは取組やすく、インセンティブの付与や歩数計の使用が、ウォーキングに対する動機付けを高め、歩行時間の増加につながったと考えられる。

2. YWP と運動機能との関連

本研究では、YWP 参加群は、非参加群と比較して運動機能の低下が抑制されたことが示された。加藤³⁴⁾は、二次予防事業の対象者に対する3か月間のウォーキングを含む運動器機能向上プログラムの効果を検証し、基本チェックリストの「運動器の機能向上」に関する項目²⁵⁾、開眼片足立ち、歩行能力やバランスなどの機能的移動能力を評価する Timed Up & Go Test (TUG)³⁵⁾、および5 m 通常/最大歩行時間が有意に向上したことを報告している。また、地域在住高齢者を対象としたウォーキングを含む運動プログラムによる3~10か月間の介入研究では、歩行速度¹⁴⁾、階段昇降の速度¹⁵⁾、TUG^{13,16)}、バランス機能¹⁵⁾や下肢筋力¹⁴⁾が有意に向上し、転倒回数が対照群と比較して少ないことが報告されている¹⁶⁾。これらの先行研究は、ウォーキングを含む運動プログラムが、本研究で測定した「運動器の機能向上」に関する項目²⁵⁾の階段昇降、立ち上がり動作、歩行能力の改善や転倒予防に効果的であることを示している。

本研究において、YWP への参加は、ウォーキングの促進や歩行能力および筋力の維持や改善につながり、非参加群と比較して参加群の運動機能低下を抑制したと考えられる。このことから本研究において、3~10か月間の介入による先行研究と同様の効果が、最長2年間の観察期間においても得られることが示唆された。

3. YWP とうつとの関連

本研究では、YWP 参加群と非参加群の背景要因をIPTWによりバランスを取った結果、YWP 参加群は非参加群と比較して、うつ得点の増加が抑制されたことが示された。Smith et al.³⁶⁾は、ベースライン時に歩行距離が長い高齢男性は、8年後のうつを発症するリスクが低いことを報告している。また、地域在住高齢者を対象にしたウォーキングを含む運動プログラムによる6週間~4か月間の介入研究では、プログラム後にうつが減少したことが報告されている^{19,37)}。本研究はこれらの先行研究と類似した結果が示された。

ウォーキングを含む運動プログラムは、精神的健康に良い影響があり¹⁴⁾、余暇としてのウォーキングは楽しみなどにつながる³⁸⁾。また、近隣でのウォー

キングの頻度が多いほど、社会参加が増加する³⁹⁾ことより、ウォーキングを通して社会的相互作用が向上し、うつの改善につながることが考えられる。本研究においてもYWPの参加により、身体活動の機会や社会的相互作用が増加し、精神的健康が改善され、うつ得点の増加の抑制につながったと考えられる。

4. 臨床的および社会的重要性・意義

本研究では、個人としての歩行時間や運動機能得点とうつ得点の差は小さいが、集団として考えた場合に、以下の効果が考えられる。約300歩に相当する1メッツ・時/週の増加で、死亡リスクが約1%減少することが報告されている^{40,41)}。本研究においてYWP参加者の歩行量は一人あたり1日約360歩増加したことより、YWP参加により死亡リスクを約1%減少することが期待できる。運動機能得点は、集団として約8人、うつ得点は集団として約5人がYWPに参加した場合、1点分の改善効果が見込まれる。また、本研究のYWP参加者は全対象者の16.8%であることより、横浜市のYWP参加高齢者は、横浜市の高齢者人口92万人のうち15万人と推定される。国土交通省の推定値によると、歩行量が1日1,500歩増加した場合、年間の医療費が約3万5千円減少することが報告されている⁴²⁾。一人あたり1日約360歩増加をYWP参加高齢者15万人に当てはめた場合、1日約5,400万歩増加に相当し、これは年間約12.6億円の医療費削減が期待できる。これらのことから、YWPは、高齢者のポピュレーションアプローチとしての介護予防効果が見込まれる取組である。

5. 本研究の強みと限界

本研究の強みは、地域代表サンプルを用いて、IPTWによる疑似ランダム化を行い、ウォーキングポイントが高齢者の健康に効果的であることを検証したことである。しかしながら、本研究にはいくつかの限界がある。第一にYWPの参加状況は2016年調査の質問項目で尋ねているため、YWPへの参加期間が不揃いである。また、ウォーキングの強度や頻度に関する情報が不明である。このため、対象者によっては、ウォーキングの期間や量や質が異なる可能性があり、本研究で検討した3つの健康状態において、最適なウォーキングの頻度や期間、強度について詳細に検討できなかった。さらに、自記式質問紙調査であり、歩行時間や運動機能については客観的なデータを用いていないため、測定バイアスの可能性がある。ウォーキングに参加した対象者は、自治体より歩数計が配布されていたが、本研究では歩数計による客観的なデータが利用できなかった。

今後は、ウォーキングの強度や頻度、期間を考慮し、歩数計などの客観的なデータを用いた検討が期待される。第二に、本研究の結果は、都市部の一自治体に在住する要介護認定を受けていない高齢者を対象者としているため、一般化可能性に限界がある。歩きやすい地域や都市部では、高齢者の身体活動量の低下が少ないことが報告されており⁴³⁾、都市部と農村部、あるいはインセンティブの違いによってウォーキングポイントが高齢者の健康に及ぼす効果が異なる可能性がある。今後は、都市部以外に農村部、インセンティブが異なる複数の自治体を含めて検討する必要がある。第三に、個人の予防・健康づくりに向けたインセンティブを提供する取組に係るガイドライン²⁾にある「健康無関心層」の行動や意識変容にどの程度有効であったか、高学歴や高所得層において効果が大きい結果、健康格差を拡大していないか、また横浜市民におけるYWPの認知度、コンプライアンスや継続率などが不明である。今後は、これらも考慮した検討が期待される。第四に、IPTWによって擬似ランダム化した本研究の結果が、ランダム化比較試験で検証されることが望まれる。ただし、このような行政のプログラムにおいてランダム化比較試験を行うことは、現実社会では極めて困難と考えられる。

V 結 語

本研究は、横浜市の地域代表性のある高齢者を対象にしたデータによって、ウォーキングポイント事業への参加が、参加者と非参加者の背景要因に対して傾向スコアを用いてバランスを取った上でも歩行時間の増加や運動機能の低下予防、うつ抑制に効果があることが示唆された。ウォーキングを主とする自治体による健康ポイント事業は、対象者を選別しないポピュレーションアプローチとして高齢者の健康増進に役立つ取組であると考えられる。

本研究の実施にあたり、横浜市健康福祉局保健事業課および調査対象者の皆様に感謝いたします。本研究は、日本老年学的評価研究 (Japan Gerontological Evaluation Study: JAGES) プロジェクトのデータを使用し、科学研究費助成事業 (JP15H01972, JP15H04781, JP15H05059, JP15K03417, JP15K03982, JP15K16181, JP15K17232, JP15K18174, JP15K19241, JP15K21266, JP15KT0007, JP15KT0097, JP16H05556, JP16K09122, JP16K00913, JP16K02025, JP16K12964, JP16K13443, JP16K16295, JP16K16595, JP16K16633, JP16K17256, JP16K19247, JP16K19267, JP16K21461, JP16K21465, JP16KT0014, JP25253052, JP25713027, JP26285138, JP26460828, JP26780328, 18K12988, 20H00557), 厚生

労働科学研究費補助金 (H26-長寿一般-006, H27-認知症一般-001, H28-長寿一般-002, H28-認知症一般-002, H30-循環器等一般-004), 国立研究開発法人日本医療開発機構 (AMED) 長寿科学研究開発事業 (16dk0110017h0002, 16ls0110002h0001, JP19dk0110034, JP20dk0110034), 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) (JPMJOP1831), 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター長寿医療研究開発費 (20-19, 24-17, 24-23), 公益財団法人長寿科学振興財団長寿科学研究者支援事業, 平成30年度 JAGES 活用事業業務委託の助成を受けて実施した。記して深謝します。本研究は開示すべき COI (conflict of interest) 関係にある企業はありません。

(受付 2020. 2.20)
採用 2020. 6.10)

文 献

- 1) 厚生労働省. 健康日本21 (第二次). 2012. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkouinippon21.html. (2020年2月18日アクセス可能).
- 2) 厚生労働省. 個人の予防・健康づくりに向けたインセンティブを提供する取組に係るガイドライン. 2016. <https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-12401000-Hokenkyoku-Soumuka/0000124571.pdf>. (2020年2月18日アクセス可能).
- 3) Hajat C, Hasan A, Subel S, et al. The impact of short-term incentives on physical activity in a UK behavioural incentives programme. *NPJ Digit Med* 2019; 2: 6.
- 4) Giles EL, Robalino S, McColl E, et al. The effectiveness of financial incentives for health behaviour change: systematic review and meta-analysis. *Plos One* 2014; 9: 16.
- 5) Finkelstein EA, Brown DS, Brown DR, et al. A randomized study of financial incentives to increase physical activity among sedentary older adults. *Prev Med* 2008; 47: 182-187.
- 6) みずほ情報総研株式会社. 「複数自治体連携型大規模健康ポイントプロジェクト」実証結果について最終成果を発表. 2017. <https://www.mizuho-ir.co.jp/company/release/2017/swc0511.html>. (2020年2月18日アクセス可能).
- 7) 田辺 解, 横山 典, 金正, 他. 高額なインセンティブを付与する健康運動教室における参加者の運動実施度と健康状態の変化: SWC プロジェクト (22). 日本体育学会大会第65回予稿集 2014; 347-348.
- 8) DiPietro L. Physical activity in aging: changes in patterns and their relationship to health and function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: 13-22.
- 9) Pelssers J, Delecluse C, Opdenacker J, et al. "Every step counts!": effects of a structured walking intervention in a community-based senior organization. *J Aging Phys Act* 2013; 21: 167-185.

- 10) Tsuji T, Kanamori S, Saito M, et al. Specific types of sports and exercise group participation and socio-psychological health in older people. *J Sports Sci* 2019; 1-8.
- 11) スポーツ庁. 平成30年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査」(平成31年1月調査). 2019. https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/sports/1415963.htm. (2020年2月18日アクセス可能).
- 12) Rosenberg DE, Kerr J, Sallis JF, et al. Promoting walking among older adults living in retirement communities. *J Aging Phys Act* 2012; 20: 379-394.
- 13) Maki Y, Ura C, Yamaguchi T, et al. Effects of intervention using a community-based walking program for prevention of mental decline: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60: 505-510.
- 14) Cheng SP, Tsai TI, Lii YK, et al. The effects of a 12-week walking program on community-dwelling older adults. *Res Q Exerc Sport* 2009; 80: 524-532.
- 15) Rooks DS, Kiel DP, Parsons C, et al. Self-paced resistance training and walking exercise in community-dwelling older adults: effects on neuromotor performance. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997; 52: M161-M168.
- 16) Freiburger E, Menz HB, Abu-Omar K, et al. Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology* 2007; 53: 298-305.
- 17) Voukelatos A, Merom D, Sherrington C, et al. The impact of a home-based walking programme on falls in older people: the Easy Steps randomised controlled trial. *Age Ageing* 2015; 44: 377-383.
- 18) Fisher KJ, Li FZ. A community-based walking trial to improve neighborhood quality of life in older adults: a multilevel analysis. *Ann Behav Med* 2004; 28: 186-194.
- 19) McNeil JK, Leblanc EM, Joyner M. The effect of exercise on depressive symptoms in the moderately depressed elderly. *Psychol Aging* 1991; 6: 487-488.
- 20) Ali MS, Groenwold RH, Belitser SV, et al. Reporting of covariate selection and balance assessment in propensity score analysis is suboptimal: a systematic review. *J Clin Epidemiol* 2015; 68: 112-121.
- 21) Rubin DB. Using propensity scores to help design observational studies: application to the tobacco litigation. *Health Serv Outcomes Res Methodol* 2001; 2: 169-188.
- 22) Weintraub WS, Grau-Sepulveda MV, Weiss JM, et al. Comparative effectiveness of revascularization strategies. *N Engl J Med* 2012; 366: 1467-1476.
- 23) Sato T, Matsuyama Y. Marginal structural models as a tool for standardization. *Epidemiology* 2003; 14: 680-686.
- 24) Kondo K, Rosenberg M. Advancing universal health coverage through knowledge translation for healthy ageing: lessons learnt from the Japan Gerontological Evaluation Study. Geneva: World Health Organization. 2018.
- 25) 厚生労働省. 介護予防マニュアル(改訂版). 2011. https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1_1.pdf. (2020年2月18日アクセス可能).
- 26) Sheikh JI, Yesavage JA. Geriatric Depression Scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontology: A Guide to Assessment and Intervention*. New York: Haworth Press. 1986; 165-173.
- 27) Koyano W, Shibata H, Nakazato K, et al. Measurement of competence: reliability and validity of the TMIG Index of Competence. *Arch Gerontol Geriatr* 1991; 13: 103-116.
- 28) Normand ST, Landrum MB, Guadagnoli E, et al. Validating recommendations for coronary angiography following acute myocardial infarction in the elderly: a matched analysis using propensity scores. *J Clin Epidemiol* 2001; 54: 387-398.
- 29) Tudor-Locke C, Sisson SB, Collova T, et al. Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in a young ostensibly healthy population. *Can J Appl Physiol* 2005; 30: 666-676.
- 30) 厚生労働省. 身体活動・運動. https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html. (2020年2月18日アクセス可能).
- 31) Petry NM, Andrade LF, Barry D, et al. A randomized study of reinforcing ambulatory exercise in older adults. *Psychol Aging* 2013; 28: 1164-1173.
- 32) Gardner PJ, Campagna PD. Pedometers as measurement tools and motivational devices: new insights for researchers and practitioners. *Health Promot Pract* 2011; 12: 55-62.
- 33) Kang M, Marshall SJ, Barreira TV, et al. Effect of pedometer-based physical activity interventions: a meta-analysis. *Res Q Exerc Sport* 2009; 80: 648-655.
- 34) 加藤智香子, 藤田玲美, 猪田邦雄. 二次予防事業対象者に対する運動器機能向上プログラムの参加者特性と介入効果の検証. *日本老年医学会雑誌* 2013; 50: 804-811.
- 35) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-148.
- 36) Smith TL, Masaki KH, Fong K, et al. Effect of walking distance on 8-year incident depressive symptoms in elderly men with and without chronic disease: the Honolulu-Asia Aging Study. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 1447-1452.
- 37) Blumenthal JA, Emery CF, Madden DJ, et al. Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and women. *J Gerontol* 1989; 44: M147-M157.
- 38) Raudsepp L, Riso EM. Longitudinal association between objectively measured walking and depressive symptoms among estonian older adults. *J Aging Phys Act* 2017; 25: 639-645.
- 39) Richard L, Gauvin L, Gosselin C, et al. Staying connected: neighbourhood correlates of social participation

- among older adults living in an urban environment in Montreal, Quebec. *Health Promot Int* 2009; 24: 46-57.
- 40) 厚生労働省. 運動基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書. 2013. <https://www.mhlw.go.jp/content/000306883.pdf>. (2020年4月20日アクセス可能).
- 41) Leitzmann MF, Park Y, Blair A, et al. Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med* 2007; 167: 2453-2460.
- 42) 国土交通省. まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量(歩数)調査のガイドライン概要. 2017. <https://www.mlit.go.jp/common/001174965.pdf>. (2020年4月26日アクセス可能).
- 43) Kikuchi H, Nakaya T, Hanibuchi T, et al. Objectively measured neighborhood walkability and change in physical activity in older Japanese adults: a five-year cohort study. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15: 1814.
-

Effectiveness of walking point projects with incentives for walking time, physical function, and depression among older people: inverse probability of treatment weighting using propensity scores

Satoko FUJIHARA^{*,2*}, Taishi TSUJI^{2*,3*} and Katsunori KONDO^{2*,4*}

Key words : older adults, incentives, walking, propensity scores

Objectives This study aimed to examine the effectiveness of a walking point project with incentives for increasing walking time, preventing the decline of physical function and worsening depression among older adults.

Methods We used data from the Japan Gerontological Evaluation Study, which included subjects aged ≥ 65 years who lived in Yokohama City in 2013 and 2016. We obtained information on the subjects' participation in the "Yokohama Walking Point (YWP)," a program launched by Yokohama City in 2014, from the 2016 survey data. We excluded individuals with missing data for sex, age, walking time per day (< 30 , 30–59, 60–89, or ≥ 90 min/day), physical function (5 physical function category items on the Kihon Checklist), depression (15-item Geriatric Depression Scale), and participation status in the YWP. We used data from 4,509 eligible respondents. Changes in walking time, physical function, and depression were designated as independent variables, and participation status in the YWP was designated as the dependent variable in the multiple regression analysis with inverse probability of treatment weighting (IPTW), after adjusting for demographic variables, socioeconomic status, health status, and behavior.

Results Among the total subjects, 758 (16.8%) participated in the YWP. The IPTW method showed that participants in the YWP had significantly higher walking times ($B = 3.61$, 95% CI: 1.04, 6.17), less decline in physical function, and less depression ($B = -0.13$, 95% CI: -0.23 , -0.03 ; $B = -0.21$, 95% CI: -0.42 , -0.01) than those who did not participate in the YWP.

Conclusions Our findings suggest that the YWP, with incentives, effectively increased walking time and prevented worsening of physical function and depression among older adults. The municipality's health point project, based on the number of steps, is a useful population approach for promoting health among older adults.

* Graduate School of Media and Governance, Keio University

^{2*} Department of Social Preventive Medical Sciences, Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University

^{3*} Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

^{4*} Department of Gerontological Evaluation, Center for Gerontology and Social Science, National Center for Geriatrics and Gerontology