

# 健康寿命を延伸する身体活動支援プログラムの効果

健康寿命を延伸する身体活動支援チーム（課題番号：147016）

研究期間：平成 26 年 7 月 29 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究代表者：田中宏暁 研究員：田中 守， 檜垣靖樹

## 研究成果

我が国の高齢者を取り巻く社会問題の一つとして健康寿命の延伸がある。健康寿命とは、健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間を指す。高齢化が進む我が国において、高齢者の介護を有する期間をなるべく短くするために一次予防を重視した対策が急務である。

本研究の目的は、1. 65歳以上の高齢者を対象に、体力および脳機能に及ぼす身体活動プログラムの効果を明らかにする；2. 身体活動支援プログラムの費用対効果を明らかにするために、要介護認定及び医療費との関連性を明らかにすることであった。

### (1) 地域高齢者の体力と脳機能の横断的関連<sup>1-3)</sup>

#### A. 運動器不安定症の運動機能評価基準該当高齢者における身体機能及び認知機能特性<sup>1)</sup>

【目的】 高齢者の運動器疾患である運動器不安定症の基準に該当する者の体力と認知機能特性を明らかにすること。

【方法】 福岡県筑紫郡那珂川町に住む高齢者640名（男性315名，女性325名，65-89歳）を対象とした。身体機能は、開眼片脚立ち，TUG，筋力，筋パワー，ファンクショナルリーチ，歩行速度を計測した。認知機能は，MMSE，WMS-R LM-I，LM-II，TMT-A，TMT-Bを計測した。MADSの運動機能評価基準に従い，開眼片脚立ち<15秒，またはTUG≥11秒に該当した者をMADS群，それ以外を非該当群とした。

【結果】 前期高齢者MADS群は，非該当群に比して，男性において筋力，筋パワーが有意に低値を示し，女性においては筋力，歩行速度が有意に低値を示した（ $P < 0.05$ ）。認知機能は，男性においてTMT-Aが有意に高値を示し，女性においてMMSEが有意に低値を示し，

TMT-Bが有意に高値を示した（ $P < 0.05$ ）。後期高齢者MADS群は，男性において，筋力が有意に低値を示し，女性においては，歩行速度が有意に低値を示した（ $P < 0.05$ ）。認知機能においては，非該当群との間に有意差は認められなかった。

【結論】 MADSの運動機能評価基準に該当する高齢者は，身体機能，認知機能が低下しており，その低下には性差，年代差があることが示唆された。

#### B. 高齢者のTimed Up and Go testと認知機能及び脳容積の関係<sup>2)</sup>

【目的】 高齢者の身体機能検査法として確立されているTimed Up and Go test（TUG）と，認知機能及び脳容積の関連を明らかにすること。

【方法】 福岡県筑紫郡那珂川町に住む80名（男性44名，女性36名，65-89歳）を対象とし，うち20名（男性11名，女性9名）は医師の診断によってMild Cognitive Impairment（MCI）と診断された者を含んでいる。対象者はTUG，認知機能検査（MMSE，WMS-R LM-I，LM-II，TMT-A，TMT-B）を計測し，脳MRI撮像による脳画像撮像を行った。脳萎縮度は，脳MRI画像をもとに全自動で脳萎縮を定量化する解析ソフトウェアVSRAD Advanceを使用して定量化した。TUGの記録を元に，Poor（<7秒），normal（7-10秒），poor（>10.1秒）の3群に分類し，認知機能，脳容積を比較した。

【結果】 TUGはMMSEと負の量-反応関連を示した（ $P < 0.01$  for trend）。しかし，共変量を調整するとこの関連は消滅した。一方，TUGはTMT-A，TMT-Bの両方と正の量-反応関連を示し（ $P < 0.01$  for trend, for both），共変量を調整しても有意な関連が認められた（ $P < 0.05$  for trend, for both）。内側側頭葉（両側，右側，左側），全脳灰白質との間に正の量-反応関係を認めた（ $P < 0.01$  for trend, for all）。内側側頭葉（両側，右側）

は共変量を調整しても有意な正の量-反応関連が認められたが、内側側頭葉（左側）、全脳灰白質における関連は消滅した。

【結論】 MCI及び認知機能低下を含む地域高齢者に

において、TUGの記録が劣ると前頭葉機能（TMT-A, TMT-B）が劣り、内側側頭葉の萎縮度が高いことが明らかとなった。

Table 1. brain atrophy scores of participants on TUG groups.<sup>2)</sup>

Variables	TUG groups			P for trend		
	better (<7s) n = 30	normal (≥7s to ≤10s) n = 40	poor (>10.1s) n = 10	Crude	Model A	Model B
the severity of MTAs atrophy, z-score						
Bilateral	2.35 ±0.90	2.67 ±1.34	3.79 ±1.32 <sup>ab</sup>	<b>.002</b>	<b>.023</b>	<b>.028</b>
Right-side	1.95 ±0.67	2.44 ±1.34	3.33 ±1.35 <sup>acd</sup>	<b>.001</b>	<b>.014</b>	<b>.015</b>
Left-side	2.08 ±1.04	2.16 ±0.96	3.38 ±1.13 <sup>ab</sup>	<b>.006</b>	.085	.084
Gray matter atrophy in the whole brain, %	2.79 ±1.18	3.42 ±2.01	4.71 ±1.97 <sup>a</sup>	<b>.004</b>	.157	.203
White matter in the whole brain, %	2.10 ±1.06	2.76 ±2.02	2.78 ±1.58	.138	.195	.265

mean±SD, lower score indicates better performance.

TUG: Timed Up and Go test.

MTAs: Medial Temporal Areas.

Brain atrophy scores were inverse log transformed.

<sup>a</sup> P<0.05 vs better group, <sup>b</sup> P<0.05 vs normal group for Crude model.

<sup>c</sup> P<0.05 vs better group for Model A.

<sup>d</sup> P<0.05 vs better group for Model B.

Model A: after adjusted for after adjusted for age, sex, height, MCI and preferred gait speed.

Model B: Model A additionally adjusted for cognitive functions tests; TMT-A and TMT-B.

### C. 高齢者における身体機能評価を用いた認知機能低下者の抽出方法の検討<sup>3)</sup>

【目的】 高齢者の身体機能検査法である Timed Up and Go (TUG) 及びチェアスタンドにおいて、認知機能低下との関連及びそのカットオフ値を明らかにすること。

【方法】 山口県柳井市の65歳以上の高齢者449名（男性124名、女性325名）を対象とした。身体機能検査としてTUG, チェアスタンドを評価した。認知機能検査として浦上式認知機能検査を評価し、12点以下を認知機能低下者とした。

【結果】 54名の高齢者が認知機能低下に該当した。身体機能評価における認知機能低下のカットオフ値はTUG 6秒（感度0.50, 特異度0.70）、チェアスタンド9秒（感度0.52, 特異度0.81）であった。TUG及びチェアスタンドの少なくともどちらか一方に該当した場合は、単独で用いた場合より感度が向上し、特異度が低下した（感度0.78, 特異度0.50）。

【結論】 TUGとチェアスタンドは、認知機能低下を発見するの負担度の少ないスクリーニングツールとして有効である可能性があり、そのカットオフ値としてTUG 6秒とチェアスタンド9秒が妥当であることが示唆された。

#### (1) まとめ

認知症高齢者の増加は社会問題である。現在その予防策や治療法は確立されていないため、いち早く病的

な認知機能低下を発見し、服薬などで認知症の発症を遅らせるなどの水際対策、第一次予防が世界的にも重要視されている。しかしながら、我が国の高齢者を対象にしたエビデンスは現在極めて乏しく、今後我が国の高齢者を対象とした研究が多く蓄積されることが望まれる。我々は、地域高齢者の体力と脳機能の関連を検討した3つの横断研究により、高齢者の身体機能低下と認知機能低下及び脳萎縮が有意に関連することを明らかにした。特に、認知機能及び身体機能を極めて多種類にわたり計測したことは、今後報告される高齢者を対象とした論文の基準値となりえる可能性がある。また、高齢者の体力と脳容積の関連も報告していることから、国内外に与えるインパクトは極めて高いものと推察できる。

#### (2) 地域高齢者の運動介入が身体機能及び下肢筋量に及ぼす影響<sup>4)</sup>

##### 12週間のスロージョギング介入が高齢者の有酸素能、下肢骨格筋量及び脂肪組織に及ぼす影響<sup>4)</sup>

【目的】 12週間のrandomized controlled trial (RCT) スロージョギング介入が高齢者の有酸素能、下肢骨格筋量及び脂肪組織に及ぼす影響を明らかにすること。

【方法】 福岡県筑紫郡那珂川町の高齢者75名（66-85歳）を対象とした。対象者は無作為にスロージョギンググループ（SJ群：37名）、待機群（Con群：38名）に割り付けられた。SJ群は週1回の運動教室に加え、自宅

での自主的なスロージョギングを週合計180分実施した。Con群は通常通りの生活を続けるよう教示した。測定項目はチェアスタンドによる下肢パワーの評価、生体電気インピーダンス法による骨格筋量の評価及びベンチステップ運動を用いた運動負荷試験による有酸素能の評価を、介入前後でそれぞれ実施した。

【結果】 SJ群はCon群に比べ、有酸素能及び下肢パ

ワーが有意に向上した。SJ群でのみ、大腿部骨格筋量が介入前に比して有意に増加し、大腿部皮下脂肪及び筋内脂肪量が有意に減少した。

【結論】 高齢者を対象にしたスロージョギング介入は、大腿部骨格筋量、下肢パワー、及び有酸素能を増加させ、大腿部皮下脂肪及び筋内脂肪を減少させることが明らかとなった。

Table 2. Aerobic capacity, body composition and physical function before and after training.<sup>4)</sup>

	SJ (n=37)			CON (n=38)		
	PRE	POST	%change	PRE	POST	%change
AT, METs <sup>††</sup>	3.8 ± 0.5	4.4 ± 0.6**	15.7 ± 15.1	3.9 ± 0.5	4.1 ± 0.5**	4.9 ± 9.3
Upper leg ICW, kg <sup>†</sup>	3.7 ± 1.2	4 ± 1.3**	9.7 ± 12.6	3.6 ± 1.5	3.6 ± 1.3	3.4 ± 13.5
Lower leg ICW, kg	1.2 ± 0.3	1.2 ± 0.3	0.7 ± 6.8	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3	-1.8 ± 5.9
Gait speed, m/s	1.33 ± 0.15	1.32 ± 0.18	-0.5 ± 13	1.38 ± 0.23	1.34 ± 0.2	-1.1 ± 15.5
Knee extension strength, Nm/kg	2.23 ± 0.7	2.3 ± 0.71	2.1 ± 12.2	2.08 ± 0.59	2.07 ± 0.61	-0.2 ± 9.8
STS, s <sup>†</sup>	8.1 ± 2.3	6.8 ± 1.5**	-12.9 ± 16.8	7.2 ± 1.6	6.7 ± 1.2*	-4.5 ± 19.1
One-leg-stand	1.57 ± 0.45	1.69 ± 0.43*	12.4 ± 24.9	1.57 ± 0.5	1.57 ± 0.5	1.3 ± 19.7

Values are mean ± SD

SJ slow-jogging group, CON control group,

PRE before training, POST after training, n number of participants, AT anaerobic threshold,

ICW intracellular water, STS sit-to-stand

\* p < 0.05 and \*\* p < 0.01, compared with corresponding PRE value; † p < 0.05 and †† p < 0.01, group × time interaction

## (2) まとめ

高齢者は特に“走る”ことに強い抵抗があることが多い。走ることは何よりキツイため、そもそもやりたくないと考え方が多いためである。しかしながら歩く程度の速度でジョギングする“スロージョギング”においては、高齢者でも実施可能であり、運動経験がなく、自信がない方であっても実施できる運動様式である。12週間（約3ヶ月）のスロージョギング運動介入が実施できたことが何よりの証拠であり、また、加齢と共に低下するスタミナ（有酸素能）、大腿部骨格筋量の向上を認めたことは、高齢者の介護予防に極めて大きなインパクトがある。特に、有酸素運動であるスロージョギングにおいて、高齢者の大腿部骨格筋量が増加したことは、一般にレジスタンス運動（筋力トレーニング）でしか筋肉量は増加しないとされている常識を覆す知見である。論文として報告したのは12週間の介入であったが、現在でもその取り組みは一部引き継がれており、地域でスロージョギングは活発に実践されている。

## (3) 新しい有酸素運動プログラム—スローウォーキング&ターンの検証<sup>5-6)</sup>

### A. スローウォーキング&ターンの検討<sup>5)</sup>

【目的】 トレッドミルウォーキング及びスローウォーキング&ターンにおける酸素摂取量、主観的運動強度及び心拍数を明らかにすること。

【方法】 対象者は健康成人8名（26.0±6.9歳、男性5名：23.6±5.1歳、女性3名：30.0±8.7歳、身長：170.9±

6.8cm、体重：60.0±6.8kg）であった。スローウォーキング&ターン、トレッドミルウォーキングの2種類の歩行運動を、無作為な順序で実施した。スローウォーキング&ターンは3mの距離を規定した速度で往復する運動であり、速度はそれぞれ3.0、3.5、4.0、4.5、5.0km/h、1分間あたりのターン回数はそれぞれ17、19、22、25、28回、各速度4分間、歩数は7歩と規定して実施した。トレッドミルウォーキングは、歩行速度5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5km/hの6段階を各4分間実施した。各条件の運動中に呼気ガスを計測し、各条件の酸素摂取量を評価した。酸素摂取量はMETsに換算して評価した（1MET: 3.5ml/kg/min）。

【結果】 トレッドミルウォーキング、スローウォーキング&ターンは共に、歩行速度の増加に伴い、酸素摂取量（METs値）が増加した。トレッドミルウォーキングでは5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5km/hのそれぞれで4.0、4.4、5.0、5.9、6.9、8.2METsであり、スローウォーキング&ターンでは3.0、3.5、4.0、4.5、5.0km/hのそれぞれで4.3、5.0、6.2、8.2、9.7METsであった。主観的運動強度においては、トレッドミルウォーキングの方がスローウォーキング&ターンに比して回帰直線の傾きが大きく、運動強度が高強度になるに従ってトレッドミルウォーキングよりもスローウォーキング&ターンのRPEの方が低値を示した。トレッドミルウォーキング、スローウォーキング&ターンはそれぞれの歩行速度の増加に伴い心拍数が上昇したが、ターンを取り入れたことによる明らかな心拍数の上昇は認めなかった。

【結論】 環境要因に左右されず室内でも実施可能な運

動であるスローウォーキング&ターンは、心拍数を過度に上昇させることなく、簡便で、ターン回数と速度を工夫することにより個人に適した運動強度を処方することを可能とし、主観的なきつさを感じにくいホームエクササイズとなることが明らかとなった。

**B. スローウォーキング&ターンの検証—同速度のトレッドミルウォーキングとスローウォーキング&ターンの酸素摂取量、主観的運動強度、心拍数及び筋動態の比較—<sup>6)</sup>**

【目的】 スローウォーキング&ターンの酸素摂取量、主観的運動強度、心拍数及び筋動態を明らかにすること。

【方法】 8名の成人男性(24.9±5.0歳, 1.66±0.10m, 58.0±6.9kg)を対象とした。スローウォーキング&ターン5負荷及びトレッドミルウォーキング5負荷をランダムで実施し、酸素摂取量、主観的運動強度、心拍数及び筋電図を評価した。スローウォーキング&ターンのプロトコルは、各4分間、20ターン/分、1.5, 2.0, 2.5, 3.0,

3.5mの距離をそれぞれ実施した。平均速度に換算すると、2.7, 3.6, 4.5, 5.4, 6.3km/hに相当する。トレッドミルウォーキングにおいては、ターンの平均速度と揃えるため2.7, 3.6, 4.5, 5.4, 6.3km/hを各4分間実施した。

【結果】 スローウォーキング&ターンの酸素摂取量は、同速度のトレッドミルウォーキングの酸素摂取量より有意に高値を示した。スローウォーキング&ターンとトレッドミルウォーキングの同速度間のRPEに有意差は認められなかったが、3.6km/h, 4.5km/hの負荷時の心拍数においては、トレッドミルウォーキングに比してスローウォーキング&ターンの方が有意に高値であった。筋電図においては、内側広筋、外側広筋、脊柱起立筋における活動量が、トレッドミルウォーキングに比してスローウォーキング&ターンの方が有意に高値を示した。

【結論】 スローウォーキング&ターンは、同速度の歩行より高強度かつ同程度の主観的運動強度及び心拍数で実施できる運動様式であり、大腿部及び脊柱起立筋の活発な筋活動を伴うことが明らかとなった。

Table 3. METs, RPE and HR for Slow Walking and Turn and Treadmill walking.<sup>6)</sup>

	トレッドミルウォーキング				
	2.7km/h	3.6km/h	4.5km/h	5.4km/h	6.3km/h
METs	2.6 ± 0.2	3.0 ± 0.2	3.5 ± 0.2	4.2 ± 0.3	5.2 ± 0.2
RPE	7.8 ± 1	8.1 ± 1	9.3 ± 0.9	10.4 ± 0.7	11.6 ± 0.7
HR	84 ± 16	89 ± 14	93 ± 12	102 ± 8	112 ± 10
	スローウォーキング&ターン				
	1.5m	2m	2.5m	3m	3.5m
METs	4.0 ± 0.4***	4.4 ± 0.5***	4.8 ± 0.4***	5.3 ± 0.6**	6.3 ± 0.6**
RPE	8.5 ± 1.6	9 ± 1.5	9.4 ± 1.5	10.5 ± 1.3	11.6 ± 1.1
HR	89 ± 15	98 ± 17*	102 ± 18*	107 ± 22	119 ± 19

Mean ± SD

Distances of 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 m during Slow Walking and Turn correspond to average walking velocities of 2.7, 3.6, 4.5, 5.4, and 6.3 km/h, respectively.

\*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001, comparison between Slow Walking and Turn and Treadmill Walking at a velocity corresponding to walking of SWT.

(3) まとめ

心疾患を患い、社会復帰を目指す方にとって運動の継続による体力回復と、心機能の回復は必須である。しかしながら現状は、心疾患既往後の運動継続率は高くない。その原因の一つとして、推奨できる運動プログラムが少ないことが挙げられている。天候や場所に左右されずに実施できるプログラムの代表としては自転車エルゴメータやトレッドミルを用いたウォーキングがあるが、高価な器械が必要であり個人での実施は困難である。そこで、限られたスペースにて実施できるスローウォーキング&ターンの生理学的指標を明らかにすることを目的とした。結果として、スローウォーキング&ターンが同速度の歩行運動よりも強度

を高めることができるが、心負担度は変わらないことを明らかとし、大腿部及び腰背部の筋活動も活発に行われる運動様式であることを明らかとした。このスローウォーキング&ターンは、心疾患患者のみならず、低体力の高齢者や、退院後の高齢者のリハビリなど、幅広く応用することができると考えられる。高齢者の体力向上は要介護の減少、ならびに医療費の削減につながる可能性があり、だれでも手軽に行える運動様式の開発は社会的な価値が極めて高いと考えられる。

(4) 研究成果のまとめ

本研究の目的は、1. 65歳以上の高齢者を対象に、体力および脳機能に及ぼす身体活動プログラムの効果を明

らかにする；2. 身体活動支援プログラムの費用対効果を明らかにするために、要介護認定及び医療費との関連性を明らかにすることであった。多くの地域高齢者を対象にした研究及び運動プログラムの開発に関わる経費として本助成金を使用した。本研究の目的であった、65歳以上の高齢者を対象に、体力および脳機能に及ぼす身体活動プログラムの効果を明らかにすることは、横断的、縦断的に検証を行うことができ、複数の論文としてすでに報告を行った。身体活動支援プログラムの費用対効果を明らかにするために、要介護認定及び医療費との関連性を明らかにすることにおいては、現在行政とのデータのやり取りを行っており、本研究報告ならびに論文、学会発表等に必要データを収集することができなかった。今後の課題として、引き続き行政とのやり取りを続けていきたい。

## 研究業績（論文）

- 1) 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 山田陽介, 森村和浩, 武田典子, 町田由紀子, 栗山 緑, 木村みさか, 清永明, 檜垣靖樹, 田中宏暁; the Nakagawa Study Group, 運動器不安定症の運動機能評価基準該当者における身体機能及び認知機能特性—福岡那珂川研究一, 体力科学65: 521-531 (2016).
- 2) Yujiro Kose, Masahiro Ikenaga, Yosuke Yamada, Kazuhiro Morimura, Noriko Takeda, Shinji Ouma, Yoshio Tsuboi, Tatsuo Yamada, Misaka Kimura, Akira Kiyonaga, Yasuki Higaki, Hiroaki Tanaka; for the Nakagawa Study Group, Timed Up and Go test, atrophy of medial temporal areas and cognitive functions in community-dwelling older adults with normal cognition and mild cognitive impairment, *Experimental Gerontology* 85: 81-87 (2016).
- 3) 木室ゆかり, 古瀬裕次郎, 畑本陽一, 池永昌弘, 田中宏暁, 檜垣靖樹, 地域在住高齢者における身体機能評価を用いた認知機能低下者抽出方法の検討, 体力科学66: 143-151 (2017).
- 4) Masahiro Ikenaga, Yosuke Yamada, Yujiro Kose, Kazuhiro Morimura, Yasuki Higaki, Akira Kiyonaga, Hiroaki Tanaka; Nakagawa Study Group, Effects of a 12-week, short-interval, intermittent, low-intensity, slow-jogging program on skeletal muscle, fat infiltration, and fitness in older adults: randomized controlled trial, *European Journal of Applied Physiology* 117: 7-15 (2017).
- 5) 荒木真由美, 畑本陽一, 松田拓朗, 檜垣靖樹, 清永明, 田中宏暁, 心疾患患者のホームエクササイズのプロトコル～Slow Walking & Turn の検討～, 心臓リハビリテーション20: 242-246 (2015).
- 6) Mayumi Araki, Yoichi Hatamoto, Yasuki Higaki, Hiroaki Tanaka, "Slow walking with turns" increases quadriceps and erector spinae muscle activity. *Journal of Physical Therapy Science* 29: 419-424 (2017).