

2】。3分間歩行距離及びVO₂maxは、エクササイズと有意な正の相関関係が認められ、相関係数rはそれぞれ、0.17、0.28であった(P<0.001)【表2】。また、歩数もVO₂maxと有意な正の相関関係が認められ、相関係数rは0.18であった(P<0.001)。年齢と性別で調整した偏相関を行った結果、3分間歩行距離及びVO₂maxと歩数及びエクササイズとの相関関係が認められ、偏相関係数rはそれぞれ、0.16と0.19(P<0.05)、0.32と0.35(P<0.001)であった【表3】。VO₂maxを従属変数とし、年齢、性別、それぞれの身体組成指標(BMI、腹囲、体脂肪率)、歩数あるいはエクササイズ(Ex)を独立変数として重回帰分析を行った結果、歩数とエクササイズ(Ex)はVO₂maxには年齢、性別及びそれぞれの身体組成指標(BMI、腹囲、体脂肪率)の独立した関与を認めた。しかも、歩数($\beta=0.17$ 、 $P<0.001$)と比べてVO₂maxに対するエクササイズ(Ex)($\beta=0.24$ 、 $P<0.001$)寄与度が大きかった。

D. 結論

本研究では、歩数とエクササイズ(Ex)はVO₂maxを反映する重要な独立した予測因子であることが確認され、エクササイズ(Ex)が歩数よりVO₂maxに与える影響が大きいことが分かった。また、生活習慣病予防するための体力(全身持久力)向上という観点から、身体活動量向上の必要性が示された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 田畑泉. 生活習慣病予防に必要な身体活動量・運動量・体力一連載 運動・身体活動と公衆衛生(13). 日本公衆衛生雑誌 56(3):184-187, 2009.
- 2) Sanada K, M Miyachi, I Tabata, M Miyatani, M Tanimoto, TW Oh, K Yamamoto, C Usui, E Takahashi, H Kawano, Y Gando, M Higuchi. Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age? Eur J Clin Nutri 63(4):465-472, 2009
- 3) Usui C, E Takahashi, Y Gando, K Sanada, J Oka, M Miyachi, I Tabata, M Higuchi. Resting energy expenditure can be assessed by dual-energy X-ray absorptiometry in women regardless of age and fitness. Eur J Clin Nutri 63(4):529-535, 2009
- 4) Miyatake N, M Miyachi, I Tabata, T Numata. Leg strength per body weight is associated with ventilatory threshold in Japanese women. Ant-Aging Medicine 6(2):5-9, 2009.
- 5) Miyatake N, A Tanaka, M Eguchi, M Miyachi, I Tabata, T Numata. Reference data of multi frequency bioelectric impedance method in Japanese. Anti-Aging Medicine published on line June 9, 2009.
- 6) 青山友子, 浅香明子, 石島寿道, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. 中高年における心肺体力とメタボリックシンドローム危険因子との関係-健康づくりのための運動基準 2006 を用いた検討-. 体力科学 58(3):341-352, 2009.

- 7) Miyatake N, Saito T, Miyachi M, Tabata I, Numata T. Evaluation of muscle strength and its relation to exercise habits in Japanese. *Acta Medica Okayama* 63(3):151-155, 2009.
- 8) Sanada K, Miyachi M, Kawano H, Usui C, Yamamoto K, Suzuki K, Tabata I, Higuchi M. Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls. *Journal of Sports Sciences*: 27(10): 1027-1034, 2009
- 9) 曹振波, 宮武伸行, 樋口満, 田畑泉. 3分間歩行テストによる最大酸素摂取量推定式の開発に関する研究. *体力科学* 58 (10) :527-536, 2009.
- 10) Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, Tanimoto M, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M, Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Cir Physiol* 297:H314-H318, 2009.
- 11) Cao ZB, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, K Ishikawa-Takata, I Tabata. Predicting VO_{2max} with an objectively measured physical activity in Japanese women. *Med Sci Sports Exerc* 42(1):179-186, 2010.
- 12) Sugiyama K, R Sakakibara, H Tachimoto, M Kishi, T Kaga, I Tabata. Effects of acetic acid bacteria supplementation on muscle damage after moderate-intensity exercise. *Anti-Aging Medicine* 7(1):1-6, 2010. Published on line 1-22-2010.
- 13) Gando Y, Kawano H, Yamamoto K, Sanada K, Tanimoto M, Oh TW, Ohmori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M. Age and cardiorespiratory fitness are associated with arterial stiffening and left ventricular remodeling. *J Human Hypertension* 24(3):197-206, 2010.
- 14) Fujimoto E, S Machida S, M Higuchi, I Tabata. Effects of nonexhaustive bouts of high-intensity intermittent swimming training on GLUT-4 expression in rat skeletal muscle. *J Physiol Sci* 60(2):95-101, 2010.
- 15) Miyatake N, M Fujii, M Miyachi, I Tabata, T Suzue, T Hirano, T Numata. Changes in metabolic syndrome and its components with lifestyle modification Japanese men. *Inter Med* 49(4):261-265, 2010.
- 16) Oshima Y, K Kawaguchi, S Tanaka, K Ohkawara, Y Hikihara, K Ishikawa-Takata, I Tabata. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait and Posture* 31(3):370-374, 2010.
- 17) 青山友子, 浅香明子, 金子香織, 石島寿道, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. 中高年男性における心肺体力と身体活動の量およびその強度との関係. *体力科学* 59(2), 2010. (印刷中)
- 18) Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, I Tabata. Predicting VO_{2max} with an objectively measured physical activity in Japanese men. *Eur J Appl Physiol* (in press)
2. 学会発表
国際学会
1) Hazizi Abu Saad, Leong Yu Man, Izumi Tabata, Zahratul Nur Kalmi. Relationship

between pedometer-determined physical activity and body composition variables among students of the University Putra Malaysia.

24th Scientific Conference and Annual General Meeting of the Nutrition Society of Malaysia: 2009.3.26: Kuala Lumpur, Malaysia.

2) Jonghoon P, K Ishikawa-Takata, S Tanaka, M Yuko, I Tabata. Validation of Accelerometers during Walking at Three Step Frequency on Various Walking Speeds, 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009

3) Miyachi M, K Sanada, Y Gando, K Yamamoto, M Haruka, M Tanimoto, Y Ohmori, I Tabata. Attenuated Age-related increase in Carotid intima-media thickness in Cardiorespiratory fit men and women. 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009

4) Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, K Ishikawa-Takata, M Miyachi, I Tabata. Non-exercise model for predicting Vo₂max with objectively measured physical activity variable for Japanese women. 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009

国内学会

1) 田畑泉. メタボリックシンドローム解消のためのエクササイズガイド2006. 特別講演. 第20回日本スポーツ歯科医学会学術集会. 7-4-2009, 大宮ソニックシティー

2) 家光素行, 朴鐘薫, 佐藤幸治, 前田清司, 麻美直美, 田畑泉. 閉経後の習慣的な運動は有酸素性エネルギー代謝能と PPAR α を介した分子機構を改善指させる. 第17回日本運動生理学大会大会. 7-25-2009, 東京慈恵会医科大学 (東京)

3) 田畑泉. 最大酸素摂取量の測定. シンポジウム8. 健康と最大酸素摂取量. 第64回日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

4) 熊江隆, 鈴川一宏, 水野増彦, 田畑泉. 強化合宿による大学男子短距離選手の主観的疲労度と血液検査値の変動. 第64回日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

5) 呉泰雄, 中島節子, 根本賢一, 仲立貴, 田畑泉. 地方在住の20代から70代における身体活動量および身体活動強度が最大酸素摂取量に及ぼす影響. 第64回日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

6) 三宅理江子, 田中茂穂, 大河原一憲, 引原有輝, 高田和子, 大島秀武, 川口加織, 田畑泉. 歩行と歩行以外の活動別にみた中高強度活動の継続性. 第64回日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

7) 柳川尚子, 増田和茂, 田畑泉. 健康運動指導士, 健康運動実践指導者実態調査2. 従事状況. 第64回日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

8) 谷本道哉, 真田樹義, 河野寛, 丸藤祐子, 山元健太, 田畑泉, 宮地元彦. 筋発揮張力維持法(LST)を用いた筋力トレーニングが安静時代謝

量に与える影響. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

9) 家光素行、村上晴香、真田樹義、山元健太、河野寛、丸藤祐子、谷本道哉、田畑泉、宮地元彦. 体力レベルの違いが動脈 stiffness と MTHFR 遺伝子多型の関係に及ぼす影響. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

10) 山口航、藤本恵理、樋口満、田畑泉. 異なる強度の運動トレーニングにより骨格筋で発現するタンパク質のプロテオーム解析. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

11) 曹振波、樋口満、田畑泉. 身体活動量及び最大酸素摂取量とインスリン抵抗性との関連性. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

12) 丸藤祐子、山元健太、村上晴香、川上諒子、谷本道哉、塙智史、田中憲子、田畑泉、樋口満、宮地元彦. 3 次元加速度計を用いた身体活動量および心肺体力と動脈硬化との関係. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

13) 青山友子、浅香明子、河野寛、坂本静男、田畑泉、樋口満. メタボリックシンドローム及びその危険因子と心肺体力・筋力との関係. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

14) 朴鍾薫、高田和子、田中茂穂、田畑泉. 中高年女性における BMI (kg/m²、体格指数) および体脂肪率と一日の身体活動量との関係—横断的研究. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県

朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

15) 内藤義彦、高田和子、田中茂穂、田畑泉、佐々木敏、海老根直之、原田亜紀子、荒尾孝、井上茂、北島義典. DLW 法による公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究身体活動質問紙 (JALSPAQ) の妥当性に関する研究. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

16) 大島秀武、川口加織、引原有輝、田中千晶、大河原一憲、高田和子、田中茂穂、田畑泉. 児童における加速度センサを用いた歩行活動と日常生活活動の判別. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

17) 引原有輝、田中千晶、田中茂穂、大河原一憲、高田和子、大島秀武、川口加織、田畑泉. 3 次元加速度計を用いた児童の身体活動強度の評価—成人との比較に着目して— . 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-20-2009

18) 田畑泉. 肥満・メタボリックシンドロームと運動・身体活動, シンポジウム 1 肥満とメタボリックシンドローム. 第 46 回日本臨床生理学会総会 宮城県盛岡市アイーナ, 10-22-2009.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1 被験者の身体特性

記述統計

		度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の95%信頼区間		最小値	最大値
						下限	上限		
年齢	女性	152	44.16	14.931	1.211	41.77	46.56	20	69
	男性	169	44.32	15.014	1.155	42.04	46.60	20	70
	合計	321	44.26	14.951	.835	42.60	45.89	20	70
身長(cm)	女性	152	157.725	5.9218	.4803	156.776	158.674	138.0	168.1
	男性	169	170.604	6.3333	.4872	169.642	171.566	154.5	188.0
	合計	321	164.506	8.8931	.4964	163.529	165.482	138.0	188.0
体重(kg)	女性	152	53.730	7.0304	.5702	52.604	54.857	36.4	77.2
	男性	169	69.770	10.6439	.8188	68.153	71.386	44.7	109.8
	合計	321	62.175	12.1300	.6770	60.843	63.507	36.4	109.8
BMI(kg/m ²)	女性	152	21.616	2.7852	.2259	21.170	22.062	16.3	32.7
	男性	169	23.939	3.1784	.2445	23.456	24.422	16.1	35.3
	合計	321	22.839	3.2115	.1792	22.486	23.192	16.1	35.3
腹囲(cm)	女性	148	77.001	8.9024	.7318	75.555	78.448	60.0	107.1
	男性	169	83.703	9.0229	.6941	82.333	85.073	64.2	116.2
	合計	317	80.574	9.5585	.5369	79.518	81.630	60.0	116.2
体脂肪率(%)	女性	152	28.970	5.4531	.4423	28.096	29.844	13.5	46.5
	男性	169	20.999	4.9362	.3797	20.250	21.749	8.2	37.8
	合計	321	24.774	6.5353	.3648	24.056	25.491	8.2	46.5
VO2max(ml/kg/min)	女性	152	28.921	6.4971	.5270	27.880	29.962	15.6	51.1
	男性	169	35.763	8.9702	.6900	34.401	37.125	16.2	59.7
	合計	321	32.523	8.5947	.4797	31.579	33.467	15.6	59.7
3分間歩行距離(m)	女性	146	329.231	37.8161	3.1297	323.045	335.417	236.0	464.0
	男性	169	360.431	53.0038	4.0772	352.381	368.480	262.0	520.0
	合計	315	345.970	49.0543	2.7639	340.532	351.408	236.0	520.0
椅子の立ち座り10回にかかる時間(sec)	女性	145	9.89	2.085	.173	9.55	10.23	6	18
	男性	168	9.56	1.997	.154	9.25	9.86	7	21
	合計	313	9.71	2.042	.115	9.48	9.94	6	21
握力(合計)(kg重)	女性	152	53.543	10.3648	.8407	51.882	55.204	20.3	87.1
	男性	169	87.170	12.4103	.9546	85.285	89.054	55.5	125.6
	合計	321	71.247	20.3552	1.1361	69.012	73.482	20.3	125.6
歩数	女性	127	10407.96	2831.933	251.293	9910.66	10905.26	3191	18110
	男性	125	9891.76	3225.827	288.527	9320.69	10462.84	2949	17813
	合計	252	10151.91	3038.679	191.419	9774.92	10528.90	2949	18110
エクササイズ(Ex)	女性	127	19.309	10.2219	.9070	17.514	21.104	2.9	49.3
	男性	125	18.638	11.1771	.9997	16.659	20.617	.0	50.1
	合計	252	18.976	10.6903	.8734	17.650	20.302	.0	50.1

表 2 変数間の相関関係

		相関係数									
		年齢	BMI(kg/m ²)	腰圍(cm)	体脂肪率(%)	VO2max(ml/kg/min)	3分間歩行距離(m)	椅子の立ち座り10回にかかる時間(sec)	握力(合計)(kg重)	歩数	エクササイズ(Ex)
年齢	Pearsonの相関係数	1.000	.180**	.351**	.206**	-.508**	-.257**	.393**	-.144**	.036	-.088
	有意確率(両側)	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.010	.570	.165
	N	321	321	317	321	321	315	313	321	252	252
BMI(kg/m ²)	Pearsonの相関係数	.180**	1.000	.862**	.438**	-.197**	-.087	.177**	.344**	-.112	-.080
	有意確率(両側)	.001	.000	.000	.000	.000	.236	.002	.000	.077	.344
	N	321	321	317	321	321	315	313	321	252	252
腰圍(cm)	Pearsonの相関係数	.351**	.862**	1.000	.404**	-.287**	-.102	.244**	.288**	-.141*	-.094
	有意確率(両側)	.000	.000	.000	.000	.000	.072	.000	.000	.025	.137
	N	317	317	317	317	317	314	313	317	251	251
体脂肪率(%)	Pearsonの相関係数	.206**	.438**	.404**	1.000	-.596**	-.384**	.285**	-.509**	-.043	-.045
	有意確率(両側)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.498	.472
	N	321	321	317	321	321	315	313	321	252	252
VO2max(ml/kg/min)	Pearsonの相関係数	-.508**	-.197**	-.287**	-.596**	1.000	.561**	-.430**	.409**	.179**	.281**
	有意確率(両側)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.004	.000
	N	321	321	317	321	321	315	313	321	252	252
3分間歩行距離(m)	Pearsonの相関係数	-.257**	-.087	-.102	-.384**	.561**	1.000	-.366**	.315**	.097	.174**
	有意確率(両側)	.000	.236	.072	.000	.000	.000	.000	.000	.127	.006
	N	315	315	314	315	315	315	312	315	248	248
椅子の立ち座り10回にかかる時間(sec)	Pearsonの相関係数	.393**	.177**	.244**	.285**	-.430**	-.366**	1.000	-.190**	-.067	-.063
	有意確率(両側)	.000	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.295	.320
	N	313	313	313	313	313	312	313	313	248	248
握力(合計)(kg重)	Pearsonの相関係数	-.144**	.344**	.288**	-.509**	.409**	.315**	-.190**	1.000	-.122	-.062
	有意確率(両側)	.010	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000	.053	.326
	N	321	321	317	321	321	315	313	321	252	252
歩数	Pearsonの相関係数	.036	-.112	-.141*	-.043	.179**	.097	-.087	-.122	1.000	.804**
	有意確率(両側)	.570	.077	.025	.498	.004	.127	.295	.053	.000	.000
	N	252	252	251	252	252	248	248	252	252	252
エクササイズ(Ex)	Pearsonの相関係数	-.088	-.080	-.094	-.045	.281**	.174**	-.063	-.062	.804**	1.000
	有意確率(両側)	.165	.344	.137	.472	.000	.006	.320	.326	.000	.000
	N	252	252	251	252	252	248	248	252	252	252

** 相関係数は1%水準で有意(両側)です。
* 相関係数は5%水準で有意(両側)です。

表 3 変数間の相関関係 (年齢と性別で調整した偏相関)

制御変数		相関係数						
		VO2max(ml/kg/min)	3分間歩行距離(m)	椅子の立ち座り10回にかかる時間(sec)	握力(合計)(kg重)	歩数	エクササイズ(Ex)	
性別 & 年齢	VO2max(ml/kg/min)	相関	1.000	.417	-.224	.014	.318	
		有意確率(両側)	.000	.000	.000	.832	.000	
		df	0	243	243	243	243	
3分間歩行距離(m)		相関	.417	1.000	-.259	.025	.161	
		有意確率(両側)	.000	.000	.000	.699	.012	
		df	243	0	243	243	243	
椅子の立ち座り10回にかかる時間(sec)		相関	-.224	-.259	1.000	-.126	-.121	
		有意確率(両側)	.000	.000	.000	.049	.060	
		df	243	243	0	243	243	
握力(合計)(kg重)		相関	.014	.025	-.126	1.000	-.076	
		有意確率(両側)	.832	.699	.049	.000	.235	
		df	243	243	243	0	243	
歩数		相関	.318	.161	-.121	-.076	1.000	
		有意確率(両側)	.000	.012	.060	.235	.000	
		df	243	243	243	243	0	
エクササイズ(Ex)		相関	.345	.185	-.070	-.084	.808	
		有意確率(両側)	.000	.004	.272	.188	.000	
		df	243	243	243	243	0	

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
田畑泉	メタボリックシンドローム解消に役立つ実践運動生理学	武藤芳照	スポーツ医学実践ナビ-スポーツ外傷・障害の予防とその対応-	日本医事新報社	東京	2009	299-303

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田畑泉	生活習慣病予防に必要な身体活動量・運動量・体力ー連載ー 運動・身体活動と公衆衛生(13)	日本公衆衛生雑誌	56(3)	184-187	2009
Sanada K, M Miyachi, I Tabata, M Miyatani, M Tanimoto, T W Oh, K Yamamoto, C Usui, E Takahashi, H Kawano, Y Gando, M Higuchi	Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age?	Eur J Clin Nutri	63(4)	465-472	2009
Usui C, E Takahashi, Y Gando, K Sanada, J Oka, M Miyachi, I Tabata, M Higuchi	Resting energy expenditure can be assessed by dual-energy X-ray absorptiometry in women regardless of age and fitness	Eur J Clin Nutri	63(4)	529-535	2009
Miyatake N, M Miyachi, I Tabata, T Numata	Leg strength per body weight is associated with ventilatory threshold in Japanese women	Ant-Aging Medicine	6(2)	5-9	2009
Miyatake N, A Tanaka, M Eguchi, M Miyachi, I Tabata, T Numata	Reference data of multi frequency bioelectric impedance method in Japanese	Anti-Aging Medicine [published on line June 9]			2009
青山友子, 浅香明子, 石島寿道, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満	中高年における心肺体力とメタボリックシンドローム危険因子との関係-健康づくりのための運動基準2006を用いた検討	体力科学	58(3)	341-352	2009

Miyatake N, Saito T, Miyachi M, Tabata I, Numata T	Evaluation of muscle strength and its relation to exercise habits in Japanese	Acta Medica Okayama	63(3)	151-155	2009
Sanada K, Miyachi M, Kawano H, Usui C, Yamamoto K, Suzuki K, Tabata I, Higuchi M	Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls	Journal of Sports Sciences	27(10)	1027-1034	2009
曹振波, 宮武伸行, 樋口満, 田畑泉	3分間歩行テストによる最大酸素摂取量推定式の開発に関する研究	体力科学	58(10)	527-536	2009
Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, Tanimoto M, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M	Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening	Am J Physiol Heart Cir Physiol	297	H314-H318	2009
Cao ZB, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, K Ishikawa-Takata, I Tabata	Predicting VO _{2max} with an objectively measured physical activity in Japanese women	Med Sci Sports Exerc	42(1)	179-186	2010
Sugiyama K, R Sakakibara, H Tachimoto, M Kishi, T Kaga, I Tabata	Effects of acetic acid bacteria supplementation on muscle damage after moderate-intensity exercise	Anti- Aging Medicine	7(1)	1-6	2010. Published on line 1-22-2010
Gando Y, Kawano H, Yamamoto K, Sanada K, Tanimoto M, Oh TW, Ohmori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M	Age and cardiorespiratory fitness are associated with arterial stiffening and left ventricular remodeling	J Human Hypertension	24(3)	197-206	2010
Fujimoto E, S Machida S, M Higuchi, I Tabata	Effects of nonexhaustive bouts of high-intensity intermittent swimming training on GLUT-4 expression in rat skeletal muscle	J Physiol Sci	60(2)	95-101	2010

Miyatake N, M Fujii, M Miyachi, I Tabata, T Suzue, T Hirano, T Numata.	Changes in metabolic syndrome and its components with lifestyle modification Japanese men	Inter Med	49(4)	261-265	2010
Oshima Y, K Kawaguchi, S Tanaka, K Ohkawara, Y Hikihara, K Ishikawa-Takata, I Tabata	Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer	Gait and Posture	31(3)	370-374	2010
青山友子, 浅香明子, 金子香織, 石島寿道, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満	中高年男性における心肺体力と身体活動の量およびその強度との関係	体力科学 (印刷中)	59(2)		2010
Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, I Tabata	Predicting VO ₂ max with an objectively measured physical activity in Japanese men	Eur J Appl Physiol (in press)			

柔軟性体力と動脈硬化に関する研究

研究代表者 田畑 泉 独立行政法人 国立健康・栄養研究所

研究協力者 宮地元彦 独立行政法人 国立健康・栄養研究所

山元健太 独立行政法人 国立健康・栄養研究所

研究要旨

柔軟性は、全身持久力や筋力と同様に体力の構成要素の一つである。従来、柔軟性は日常動作やスポーツ活動（運動）を円滑に行い、怪我防止・安全確保の観点から評価されてきた体力である。本研究はこの柔軟性の新しい側面を検討した。我々は、柔軟性が低い（体が硬い）と加齢に伴う動脈硬化は促進すると仮説を立て、横断的実験によりその仮説を検証した。526名の成人男女を、若年者（20-39歳）、中年者（40-59歳）および高齢者（60-83歳）に分類し、それぞれの年代で男女別10年代ごとの柔軟性の平均値を基準に低柔軟性群と高柔軟性群の計6群に分類した。動脈の硬化度は上腕-足首脈波伝播速度（baPWV）で、柔軟性は長座位体前屈で評価した。その結果、1）中高齢者において、体が硬い（柔軟性が低い）と血管も硬い（動脈硬化度が高い）ことが示された。2）柔軟性が低いと加齢に伴う動脈の硬化が促進される可能性が示唆された。3）柔軟性は、全身持久力や筋力とは独立して動脈硬化度と関係する体力要素であることが示唆された。本研究結果は、生活習慣病の観点からは注目されてこなかったこの柔軟性体力の新しい可能性を示した。

A. 研究目的

柔軟性は、全身持久力や筋力と同様に体力の構成要素の一つである。従来、柔軟性は日常動作やスポーツ活動（運動）を円滑に行い、怪我防止・安全確保の観点から評価されてきた体力である。持久力や筋力を高く保つことは、生活習慣病予防や介護予防に有効であることが良く知られている。しかし、柔軟性と生活習慣病危険因子との関連は明らかではなかった。そこで、本研究は、柔軟性が低い（体が硬い）と加齢に伴う動脈硬化は促進すると仮説を立て、横断的実験によりその仮説を検証した。

B. 研究方法

1. 対象者

526名の成人男女を、若年者（20-39歳）、中年者（40-59歳）および高齢者（60-83歳）に分類し、それぞれの年代で男女別10年代ごとの柔軟性の平均値を基準に低柔軟性群と高柔軟性群の計6群に分類した。被験者の特性は【表1】に示した。

本研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所倫理委員会の承認を得て、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り行った。対象者には事前に本研究の

趣旨や測定内容、測定時の危険性などに関する説明を行い、参加への承諾を得た。

2. 長座位体前屈の測定

長座位体前屈は竹井機器株式会社デジタル長座位体前屈計を用いた。被験者は壁を背にして初期姿勢（脊柱を伸ばして、壁に腰部および背部をぴったりつけた長座位姿勢）をとり、その姿勢から把持した測定器のカーソルを膝関節を屈曲させることなくできるだけ前方へ移動させた。検者はカーソルの移動距離（cm）を小数点以下第1位まで測定した。測定は2回行い大きい方を記録とした。

3. 最高酸素摂取量の測定

自転車エルゴメーター(Monark 社製あるいはLode 社製)を用いた漸増負荷法により、VO₂peak を測定した。ペダル回転数は60rpmとし、心拍数(HR)が110bpm前後になるような負荷で5分間ウォーミングアップを行わせ、その後、その負荷から測定を開始し、1分毎に15Wずつ負荷を増加させた。運動中は心拍数と心電図を心電計でモニタリングし、負荷を上げる毎に運動直後の主観的運動強度(RPE)を記録した。RPEが18以上でペダル回転数が60rpmを維持できなくなった時点までを疲労困憊と見なし、測定終了とした。運動中の呼気ガスはARCO1000(アルコシステム社製)によって分析し、運動中の酸素摂取量の最大値をVO₂peakとした。

4. 脚伸展パワーの測定

脚伸展パワーの測定には、脚伸展パワー測定マシン(アネロプレス 3500、COMBI 社製)を用

いた。男性1名において膝痛のため測定を中止した。

5. 上腕動脈一足首動脈間脈波伝播速度の測定

上腕動脈一足首動脈間脈波伝播速度(baPWV)はコーリンメディカルテクノロジー社製 form PWV/ABI を使用し測定した。

6. 統計処理

全てのデータは平均値±SE で表した。グループ間の違いを検討するために、two-way 分散分析(ANOVA)と共分散分析(ANCOVA)を行った。また、分析要素間の関係を検討するために、Pearson 相関関係の検定を行った。

Stepwise 回帰分析を用いて年齢、長座位体前屈、VO₂peak 及び脚伸展パワーが baPWV に及ぼす影響を検討した。有意水準は5%以下とした。

C. 研究結果

低柔軟性群および高柔軟性群の長座位体前屈の値は、若年者においてはそれぞれ32±8および47±6 cm (P<0.01)、中年者においてはそれぞれ31±5および46±5 cm (P<0.01)、高齢者においてはそれぞれ26±7および41±6 cm であった(P<0.01)。年齢はすべての年代において、低柔軟性群と高柔軟性群の間に違いはなかった。分散分析の結果、年齢と柔軟性は baPWV に対して有意な交互作用を示した

(P<0.01)。中高年齢者において、低柔軟性群の baPWV (中年者:1260±141 cm/s、高齢者:1485±224 cm/s) は高柔軟性群 (中年者:1200±124 cm/s、高齢者:1384±199 cm/s) と比較して高値を示した(それぞれP<0.01)。また、長座位体前屈の値と baPWV との間には負の相関

が観察された（中年者： $r=-0.17$ 、 $P<0.05$ 、高齢者： $r=-0.45$ 、 $P<0.001$ ）。それに対して若年者においては、柔軟性による baPWV の差（低柔軟性群 vs 高柔軟性群： 1085 ± 106 vs 1080 ± 119 cm/s）や相関は観察されなかった。ステップワイズ回帰分析の結果、柔軟性（長座位体前屈、 $\beta=0.14$ ）、全身持久力（最高酸素摂取量、 $\beta=-0.12$ ）、筋力（脚伸展パワー、 $\beta=0.17$ ）、年齢（ $\beta=0.61$ ）はそれぞれ baPWV の独立変数として採用された。

D. 結論

本研究は、横断研究により、座位体前屈で評価される柔軟性が低い、すなわち体の硬い中高年者は、動脈が硬いことを初めて明らかにした。本研究結果は、生活習慣病の観点からは注目されてこなかったこの柔軟性体力の新しい可能性を示した。本研究では、成人男性においても、身体活動強度の指標としての 3 メッツ及び 6 メッツ以上の身体活動時間は VO₂peak を反映する重要な独立した予測因子であることが確認された。

Table 1. Characteristics of the subjects

	Young		Middle-Aged		Older	
	High	Poor	High	Poor	High	Poor
N	98	92	104	100	71	61
Age, yr	26±1	26±1	49±1*	49±1*	67±1*†	67±1*†
Height, cm	169±1	168±1	161±1*	159±1*	156±1*†	155±1*†
Weight, kg	60±1	61±1	61±1	60±1	55±1*†	54±1*†
SBP, mmHg	110±1	109±1	116±1*	121±1*‡	124±2*†	129±2*†‡
DBP, mmHg	62±1	62±1	70±1*	72±1*	72±1*	74±1*
PP, mmHg	48±1	48±1	45±1	48±1‡	52±1*†	55±2*†
Hypertension, %	0	0	8	11	20*†	30*†
Heart rate, beats/min	57±1	56±1	61±1*	62±1*	59±1	57±1
Total cholesterol, mmol/l	4.48±0.07	4.52±0.07	5.13±0.05*	5.19±0.05*	5.35±0.06*†	5.27±0.07*
HDL cholesterol, mmol/l	1.61±0.04	1.57±0.03	1.72±0.04	1.71±0.04*	1.68±0.04	1.68±0.05
Plasma glucose, mmol/l	4.90±0.04	4.88±0.04	5.14±0.05*	5.21±0.04*	5.22±0.05*	5.24±0.08*
Sit-and-reach, cm	47±1	32±1‡	46±1	31±1‡	41±1*†	26±1*†‡
Leg extension power, W/kg	23±1	22±1	18±1*	17±1*	14±1*†	13±1*†
N	62	62	82	57	27	26
Peak oxygen uptake, ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹	37±1	36±1	32±1*	29±1*‡	28±1*†	25±1*†

Values are means ± SE; N, number of subjects; high and poor, high-flexibility and poor-flexibility groups, respectively; SBP and DBP, brachial systolic blood pressure and diastolic blood pressure, respectively; PP, brachial pulse pressure. Hypertension ≥ 140/90 mmHg. The criterion for division between 2 groups was the mean value of the sit-and-reach test every 10 yr of age in each sex in this population. *P < 0.05 vs. young within same flexibility group; †P < 0.05 vs. middle-aged within same flexibility group; ‡P < 0.05 vs. high-flexibility within same age category.

Table 2. Arterial stiffness in high- or poor-flexibility groups

	Young		Middle-Aged		Older	
	High	Poor	High	Poor	High	Poor
<i>N</i>	98	92	104	100	71	61
baPWV, cm/s	1,080±12	1,085±11	1,200±12*	1,260±14*‡	1,384±24*‡	1,485±29*‡‡
<i>N</i>	38	37	82	84	37	31
Aortic PWV, cm/s	732±18	731±17	788±9*	825±12*‡	902±24*‡	1,004±29*‡‡
faPWV, cm/s	871±15	849±14	916±10*	970±26*	984±14*‡	1,016±23*

Values are means ± SE; *N*, number of subjects. baPWV, brachial-ankle pulse wave velocity (PWV); aortic PWV, carotid-femoral PWV; faPWV, femoral-ankle PWV. The criterion for division between 2 groups was the mean value of the sit-and-reach test every 10 yr of age in each sex in this population. **P* < 0.05 vs. young within same flexibility group; †*P* < 0.05 vs. middle-aged within same flexibility group; ‡*P* < 0.05 vs. high-flexibility within same age category.

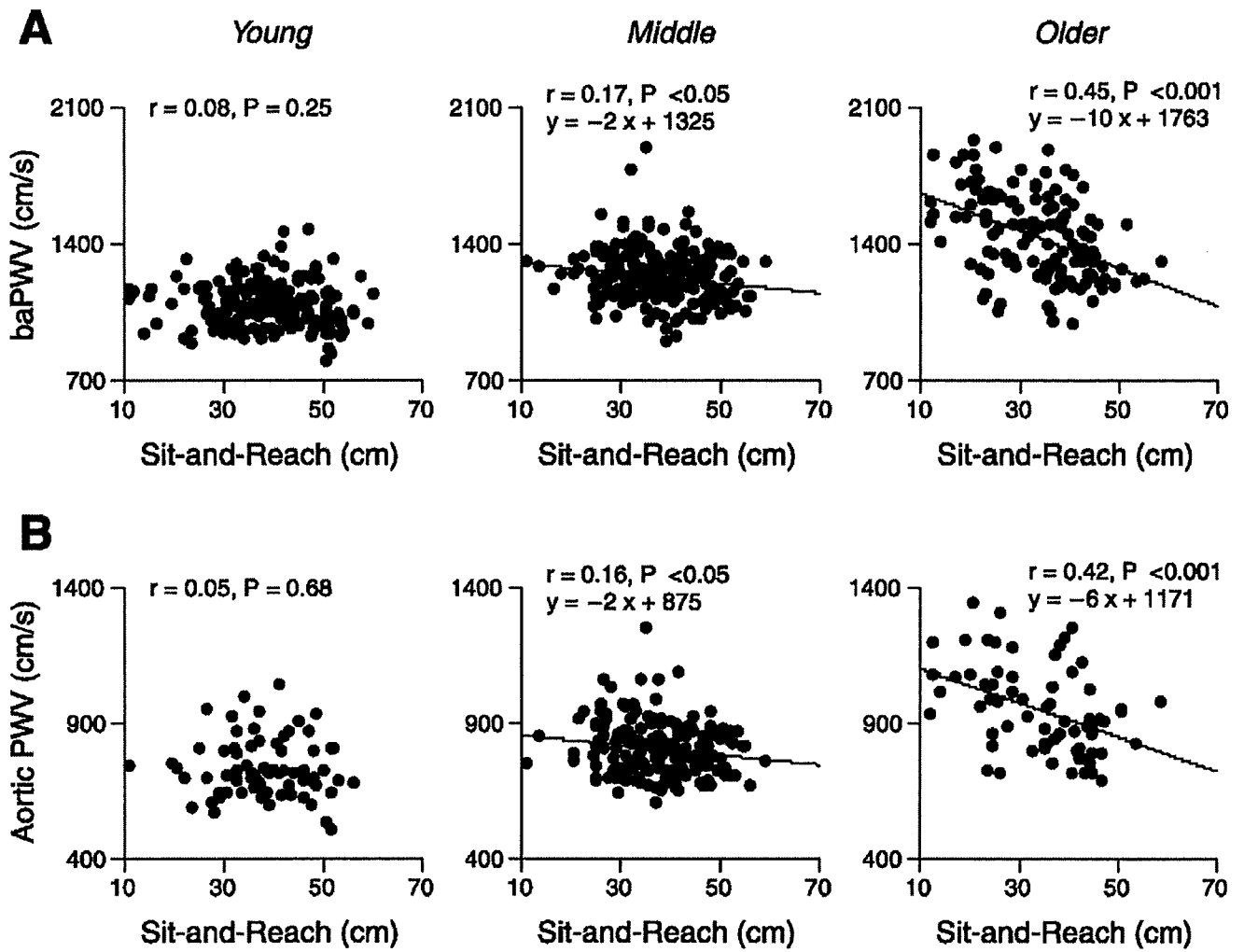


Fig 1. Relationships between sit-and-reach and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV; A) or aortic PWV (B) in each age category. The baPWV and aortic PWV correlated with sit-and-reach in middle-aged (middle) and older (right) subjects. In both baPWV and aortic PWV, slope of the relationship was steeper in older subjects than in middle-aged subjects ($P < 0.001$).

体力・身体組成とメタボリックシンドロームリスクに関する研究

分担研究者 樋口満 早稲田大学スポーツ科学学術院 教授

研究協力者 曹振波 河野寛 青山友子 早稲田大学スポーツ科学学術院

浅香明子 石島寿道 早稲田大学スポーツ科学研究科

本研究は、肥満度、心肺体力、および筋力と、メタボリックシンドロームのリスク、およびその危険因子との関係を検討することを目的とした。20～69歳の日本人（男性114人、女性109人）を対象に、心肺体力の指標として最大酸素摂取量を、筋力の指標として握力を測定した。また、肥満度の指標として、BMI、腹囲、内臓脂肪面積を評価した。メタボリックシンドロームリスクは、IDFおよびNCEP ATPⅢの両診断基準にもとづいて得点化したMS-scoreとした。重回帰分析において年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整した結果、心肺体力は、男性においてのみ肥満度や筋力とは独立したトリグリセリド（TG）の予測因子であることが認められた。一方、筋力は、女性においてのみ肥満度や心肺体力とは独立した空腹時血糖（FPG）の予測因子であることが認められた。さらに筋力は、女性において肥満度や心肺体力とは独立してIDF MS-scoreと関連があることが示された。本研究の結果から、筋力の高い女性ではメタボリックシンドロームや糖尿病のリスクが低い可能性が示唆された。

A. 研究目的

メタボリックシンドロームは、循環器系疾患の危険因子が個人に集積した状態であり、早期死亡のリスクを高めることが報告されている。また、肥満、特に内臓脂肪の蓄積がメタボリックシンドロームと密接に関係している可能性が示唆されている一方、心肺体力はメタボリックシンドロームの独立した強い予測因子であることが報告されている。したがって、高い水準の心肺体力を保持していることがメタボリックシンドロームを回避するために重要であると考えられる。最近の研究では、筋力もメタボリックシンドロームの予測因子である可能性が示唆さ

れている。しかしながら、筋力が肥満度や心肺体力と独立してメタボリックシンドロームと関係しているかは不明である。

そこで本研究では、肥満度、心肺体力、および筋力とメタボリックシンドロームのリスクおよびその危険因子との関係を検討した。

B. 研究方法

1. 対象者

2007年9月～2009年9月の期間に、当研究室における体力測定及び血液検査に参加した282人を被験者とした。そのうち、糖尿病や薬剤による治療を受けていない20～69歳の男性

114人、及び女性109人の計223人を分析の対象とした。本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院「人間を対象とした研究倫理委員会」の承認を受け、ヘルシンキ宣言の精神に則って行われた。被験者には、事前に測定目的と内容を説明し、書面により同意を得た後に、後述する測定を行った。

2. 身体計測

身長、体重、体脂肪率、および腹囲(WC)を早朝空腹状態で測定した。体脂肪率はインピーダンス法(部位測定インナースキャンBC600:タニタ、東京)によって測定した。WCは非伸縮性のメジャーを用いて、臍位置にて0.1cm単位で計測した。また、MRI装置を用いて撮影した臍位置の横断像より、内臓脂肪(VF)面積をもとめた。

3. 血圧測定

血圧は、早朝空腹状態のまま椅座位で5分程度安静にした後、自動血圧計(HEM-759P:オムロン、京都)によって測定した。被験者の上腕部にカフを巻きつけ、収縮期血圧(SBP)および拡張期血圧(DBP)を座位で2回測定し、低い値をそれぞれの血圧とした。

4. 血液分析

早朝空腹状態において、肘静脈から採血を行い、中性脂肪(TG)、HDLコレステロール(HDL-C)、および空腹時血糖(FPG)を分析した。血液分析は(株)SRL(東京)に委託して行った。

5. メタボリックシンドロームリスクの評価

メタボリックシンドロームリスクは、IDF(国際糖尿病連合)およびNCEP-ATPⅢ(米国コレステロール教育プログラム)によるメタボリックシンドローム判定基準にもとづいて、WC、

TG、HDL-C、SBP・DBP、FPGからメタボリックシンドローム risk score (MS-score)をもとめた。両診断基準においてWCは、アジア人に適用した判定基準(男性: ≥ 90 cm、女性: ≥ 80 cm)を用いた。さらに、WCを除いて計算したMS-scoreをMS-score^{wc}とした。

6. 心肺体力の測定

心肺体力(CRF)の指標として体重あたりの最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)を用いた。 $\dot{V}O_2\max$ は、自転車エルゴメータを用いた漸増負荷法によって測定した。ペダル回転数を60回転に設定し、心拍数110~120拍/分程度で5分間のウォーミングアップを行わせ、その後、疲労困憊に至るまで1分毎に15Wずつ負荷を増加した。運動中に、各運動負荷ステージの心拍数(HR)と主観的運動強度(RPE)を求めた。運動中の呼気ガスは、呼吸代謝測定装置(VO2000: Medical Graphics Corporation, Minnesota USA)を用いて分析した。運動負荷開始前には、分析器による自動ガス校正を被験者ごとに行った。2008年8月以降は、呼吸代謝測定システム(エアロモニタAE300: ミナト医科学、大阪)を用いて分析した。分析器の校正は、測定前に既知濃度の標準ガスを用いて行った。 $\dot{V}O_2\max$ の判定基準は、1) 酸素摂取量のレベリングオフがみられること、2) 年齢から推定される最大心拍数($220 - \text{年齢} \pm 5$ 拍/分)に到達していること、3) 呼吸交換比が1.0以上であること、4) RPEが19もしくは20であること、この4指標のうち2つ以上を満たすこととした。

7. 筋力の測定

本研究では、握力(HGS)を筋力の指標とした。測定は、握力計を用いて左右2回ずつ行い、それぞれの高い方の値を合計した。

8. 統計処理

各測定項目の値は、平均値±標準偏差で示した。男女間の身体的特性の差を検定するために、対応のないT検定を行った。各測定値の正規分布を、K-S検定によって確認した。正規性が認められなかった項目について、相関分析において対数変換したTGとDBPを、標準化得点(z-score)に変換してMS-scoreに用いた。また、肥満度、心肺体力、および筋力とメタボリックシンドロームとの関係を検討するために、目的変数にMS-scoreまたはメタボリックシンドローム危険因子(TG、HDL-C、SBP、DBP、FPG)を、説明変数に肥満度の指標(BMI、WC、またはVF)、心肺体力、および筋力を投入して、強制投入法による重回帰分析を行った。すべての重回帰モデルにおいて、年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整を行った。なお、説明変数を投入する際は、変動インフレーション因子を判断基準として多重回帰モデルに多重共線性がみられないことを確認した。いずれの場合も統計的有意水準は5%未満とした。

C. 研究結果

男女ごとの身体的特性をTable 1に示した。男女間で年齢に有意な差は認められなかったものの、BMI、WC、およびVFはすべて男性が女性より高かった。心肺体力および筋力は女性より男性で高値を示した。また、メタボリックシンドローム危険因子は、HDL-Cを除いて女性より男性で高く、MS-scoreも、女性より男性で高値を示した。喫煙者およびアルコール摂取量が20g/日を超える者の割合は、女性より男性で高かった。

Table 2に因子間の相関関係を示した。心肺体力($\dot{V}O_2\max$)は、男性においてFPG以外のメタボリックシンドローム危険因子と有意な相関が認められ、女性においてHDL-C以外のメタボリックシンドローム危険因子と有意な負の相関が認められた。筋力(HGS)は、男性においてはどのメタボリックシンドローム危険因子とも有意な相関関係はみられなかったが、女性ではFPGおよびIDF MS-scoreとの間に有意な負の相関関係が認められた。

Table 3に肥満度、心肺体力、および筋力とメタボリックシンドローム危険因子との関係を示した。年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整したところ、BMI modelでは、心肺体力は、男性においてのみBMIや筋力とは独立したTGの予測因子であることが示された。一方、筋力は、女性においてのみBMIや心肺体力とは独立したFPGの予測因子であることが示された。WC modelにおいても同様に、心肺体力は男性においてTGと、筋力は女性においてFPGと有意な関係性が認められた。さらに、VF modelにおいても、心肺体力は男性においてTGと、筋力は女性においてFPGと有意な相関関係がみられた。また、女性では筋力($\beta = -0.26$)およびVF($\beta = 0.24$)の β (標準化係数)が大きく異なる値ではなかったことから、それぞれ同じ程度FPGに寄与していることがわかった。一方、男性では心肺体力($\beta = -0.22$)よりVF($\beta = 0.49$)の β が大きいことから、VFは心肺体力よりもより強いTGの予測因子であることがわかった。

Table 4に肥満度、心肺体力、および筋力とMS-scoreとの関係を示した。年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整した結果、BMI

model では、心肺体力は女性においてのみ BMI や筋力とは独立した IDF および NCEP ATPIII MS-score の予測因子であることが示された。筋力もまた女性においてのみ BMI や心肺体力と独立した IDF MS-score の予測因子であることが認められた。

次に、WC model において、MS-score^{wc}を目的変数として、WC 以外のメタボリックシンドローム危険因子の集積に、体力要素と WC のどちらが強く寄与しているかを検討した。その結果、女性において筋力 ($\beta = -0.23$) と WC ($\beta = 0.40$) はそれぞれ独立して IDF MS-score^{wc}に関係していたが、 β の値が筋力より WC が大きいことから、WC の方がより強い予測因子であることがわかった。WC の代わりに VF を用いた場合も同様に、女性において筋力 ($\beta = -0.20$) と VF ($\beta = 0.47$) はそれぞれ独立して IDF MS-score^{wc}に関係していたが、VF の方がより強い予測因子であった。

D. 考察

本研究の結果から日本人における肥満度、心肺体力、および筋力とメタボリックシンドロームとの関係性は、男性と女性で異なる可能性が示唆された。本研究の重要な知見は、女性では筋力および VF は、それぞれ独立して、同じ程度 FPG に関係していることである。一方、男性では心肺体力は VF とは独立して TG と関係していることが認められたが、VF は心肺体力よりもより強い TG の予測因子であった。

女性で IDF MS-score においてのみ筋力との関係が認められた理由は、NCEP ATPIII の診断基準に比べて IDF はより低い FPG で高血糖と判定することが関係していると考えられる。

E. 結論

本研究の結果から、男性において心肺体力は肥満度や筋力とは独立した TG の予測因子であるが、心肺体力よりも肥満度がより強い TG の予測因子であることが示唆された。また、女性において筋力は肥満度や心肺体力とは独立した FPG の予測因子であり、筋力と肥満度は FPG に同じ程度寄与している可能性が示唆された。さらに、女性では筋力は肥満度や心肺体力とは独立した IDF メタボリックシンドロームリスクの予測因子である可能性が示唆された。

女性は筋力を高めるような身体活動を生活に取り入れることで、メタボリックシンドロームや糖尿病のリスクが軽減される可能性が示唆される。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Gando Y, Kawano H, Yamamoto K, Sanada K, Tanimoto M, Oh T, Ohmori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M. Age and cardiorespiratory fitness are associated with arterial stiffening and left ventricular remodeling. *J Hum Hypertens.* 2010 Mar;24(3):197-206.
- 2) Cao ZB, Miyatake N, Higuchi M, Miyachi M, Tabata I. Predicting VO₂max with an objectively measured physical activity in Japanese men. *Eur J Appl Physiol.* 2010 Feb 10. [Epub ahead of print]
- 3) Cao ZB, Miyatake N, Higuchi M, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Predicting VO₂max with an objectively measured physical

activity in Japanese women. *Med Sci Sports Exerc.* 2010 Jan;42(1):179-86.

4) Asaka M, Usui C, Ohta M, Takai Y, Fukunaga T, Higuchi M. Elderly oarsmen have larger trunk and thigh muscles and greater strength than age-matched untrained men. *Eur J Appl Physiol.* 2009 Dec 29. [Epub ahead of print]

5) Kawano H, Fujimoto K, Higuchi M, Miyachi M. Effect of combined resistance and aerobic training on reactive hyperemia in men. *J Physiol Sci.* 2009 Nov;59(6):457-64.

6) Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, Tanimoto M, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M. Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009 Oct;297(4):H1314-8.

7) 曹振波、宮武伸行、樋口満、田畑泉. 3分間歩行テストによる最大酸素摂取量推定式の開発に関する研究. *体力科学.* 2009 Oct;58(5): 527-35.

8) Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Suzuki K, Yamamoto K, Kawano H, Usui C, Higuchi M. Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls. *J Sports Sci.* 2009 Aug;27(10):1027-34.

9) 青山友子, 浅香明子, 石島寿道, 河野寛, 薄井澄誉子, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. 中高年者における心肺体力とメタボリックシンドローム危険因子との関係ー“健康づくりのための運動基準2006”を用いた検討ー. *体力科学.* 2009 Jun;58(3):341-52

2. 学会発表

1) 丸藤祐子, 山元健太, 村上晴香, 川上諒子, 谷本道哉, 塙智史, 田中憲子, 田畑泉, 樋口満, 宮地元彦. 3次元加速度計を用いた身体活動量および心肺体力と動脈硬化との関係. 第64回日本体力医学会, 2009. 9. 20. 新潟

2) 青山友子, 浅香明子, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. メタボリックシンドローム及びその危険因子と心肺体力・筋力との関係. 第64回日本体力医学会, 2009. 9. 20. 新潟

3) 曹振波, 樋口満, 田畑泉. 身体活動量及び最大酸素摂取量とインスリン抵抗性との関連性. 第64回日本体力医学会, 2009. 9. 19. 新潟

4) 田中あゆみ, 齋藤義信, 小川芳弘, 高橋健, 樋口満, 小堀悦孝. 中高年者におけるメタボリックシンドローム危険因子と心肺体力・筋力との関係. 第64回日本体力医学会, 2009. 9. 19. 新潟

5) 青山友子, 樋口満. メタボリック・シンドローム危険因子と最大酸素摂取量基準値の関係. 第64回日本体力医学会 (シンポジウム), 2009. 9. 19. 新潟

6) 浅香明子, 河野寛, 樋口満. 男性における体幹骨格筋断面積の加齢変化. 第64回日本体力医学会, 2009. 9. 18. 新潟

7) Mikami E, Fuku N, Kawahara T, Takahashi H, Ohiwa N, Nishigaki Y, Higuchi M, Tanaka M. Mitochondrial haplogroups associated with elite Japanese athlete status. 14th International Conference Biochemistry of Exercise. 2009. 6. 3. Guelph, Canada

8) Sanada K, Miyachi M, Yamamoto K, Higuchi M, Tabata I. Reference values and