

200926001B

厚生労働科学研究費補助金

循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業

健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究

(H19・循環器等(生習)・一般・001)

平成19年度～21年度 総合研究報告書

研究代表者 田畑 泉

平成22(2010)年 4月

厚生労働科学研究費補助金
循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業

健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究

(H19・循環器等（生習）・一般・001)

平成 19 年度～21 年度 総合研究報告書

研究代表者 田畑 泉

平成 22 (2010) 年 4 月

総合研究報告書目次

目 次

I. 総合研究報告		
健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究	-----	1
田畑 泉		
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	29
III. 研究成果の刊行物・別刷	-----	53

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）

総合研究報告書

健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究

研究代表者 田畑泉（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 健康増進プログラムリーダー）

研究分担者 樋口満（早稲田大学スポーツ科学学術院 教授）

津下一代（あいち健康の森健康科学総合センター副センター長）

竹中晃二（早稲田大学人間科学学術院 教授）

福永哲夫（鹿屋体育大学 学長）

沼田健之（岡山県南部健康づくりセンター 所長）

宮武伸行（岡山県南部健康づくりセンター 係長）

呉泰雄（松本大学人間健康学部スポーツ健康学科 講師）

本研究の目的は、2006年策定の健康づくりのための運動基準2006-身体活動・運動・体力-（以下運動基準）と健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）の妥当性の検証と、その普及啓発及び、次の運動基準とエクササイズガイド策定に必要な科学的エビデンスの獲得であった。

本研究の結果より。①男性において最大酸素摂取量は、健康づくりのための運動基準2006-身体活動・運動・体力-において示された生活習慣病発症予防に必要な値である基準値に比べると、ほぼ同程度の値となった。しかし従来の値と比べると、男性では低い傾向にあり、最大酸素摂取量と言う観点から、男性は持久量の向上を目指すべきであることが明らかとなった。また女性では、従来の値よりも50歳代60歳代ではやや高い値であり、これはこの年代の体力がやや向上している可能性を示すものである。いずれにしても、生活習慣病予防に必要な体力（最大酸素摂取量）である基準値を上回っている国民は少ないので、生活習慣病発症予防という観点から最大酸素摂取量を向上させるべきである。健康づくりのための運動基準2006-身体活動・運動・体力-の最大酸素摂取量の基準値は男性では妥当であるが、女性ではやや高いことが示唆された。②健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で最大酸素摂取量の簡易な推定法として示された3分間歩行について、歩行距離に体組成等を加えることによりより高い精度で推定できることが明らかとなった。③最大酸素摂取量はメタボリックシンドローム関係の指標と関係が深い。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。④最大酸素摂取量は加速度計を内蔵した活動量計により強度別の身体活動実施時間、体組成等から予測式を用いて高い精度で推定可能である。⑤システマティックレビューの結果より20才未満において、女性のがん発症を除いて生活習慣病発症予防に必要な身体活動量・体力を示すことはできない。一方、骨折発症と自立度低下を予防する身体活動量については、基準値策定が可能であることが示唆された。⑥椅子の座り立ちテストに代わる新しい筋力の簡易測定法を考案すべきである。⑦新しい運動習慣を持つための最も身近に感じられる運動・身体活動を性・年齢毎に特定して普及することが大切である。また運動獲得後の一時停止の対応にも性や年齢を加味しなければならない。ということが明らかとなった。

A. 研究目的

本研究の目的は、①2006年策定の健康づくりのための運動基準2006-身体活動・運動・体力-と健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）のバリデーション、特に生活習慣病発症予防という観点で基準値が示された持久力の指標である最大酸素摂取量の国民の直近値の測定を行うこと及び、エクササイズガイド2006の普及啓発の方法論の研究を行うことと②運動基準2006とエクササイズガイド2006

の策定時において重要と認識されながら、掲載することのできなかつた科学的エビデンスの獲得であった。

B. 研究方法

20歳から69歳の健康な日本人男女を対象に漸増負荷法により最大酸素摂取量（ml/kg/min）を測定した。これらの対象者について、加速度計により測定・算出された歩数、3メッツ以上の強度の身体活動量（エクササイズ（Ex））や

多くの生活習慣病やメタボリックシンドローム関連の血液指標や身体指標を測定した。疫学研究に関する倫理指針（平成 14 年文部科学省・厚生労働省告示第 2 号）に則り、研究機関における倫理委員会の承認を得る。また、個々の対象者への事前の説明を十分に行い、同意を得るとともに、インフォームドコンセント（書面）を提出していただいた。また得られたデータが対象者個人の健康管理に役立てることが出来るように事後の結果説明あるいは保健指導を行う。また、既存のデータの使用も含めて、個人情報の保護等について、最大限の倫理的な配慮を払った。

20 才未満及び 70 歳以上を対象に生活習慣病発症に必要な身体活動量、運動量、体力と言う観点で Pub Med を用いてシステマティックレビューを行った。

C. 研究結果

①男性 623 名、女性 610 名について最大酸素摂取量を測定した。最大酸素摂取量その他の測定結果を表 1 から 4 に示す。また健康づくりのための運動基準 2006～身体活動・運動・体力～で定められた最大酸素摂取量の基準値と範囲に対して、本研究の値がどのような値であるかについて表 5 と表 6、さらに図 1 から図 4 に示す。

②男性において最大酸素摂取量は肥満度や筋力とは独立した血中中性脂肪濃度の予測因子であること、女性において筋力は肥満度や心肺体力とは独立した空腹時血糖濃度の予測因子であることなどの最大酸素摂取量とメタボリックシンドローム関連項目との関連が示唆された。また過去の運動歴も、最大酸素摂取量への影響が推察されたことから、生活習慣病予防の発症を抑制する目標として、最大酸素摂取量の基準値を定め、その基準値を目標にする重要性が示唆さ

れた。

③女性の最大酸素摂取量を年齢、歩数、体組成等から予測式を作成したところ図 5（歩数）、図 6（異なる強度の身体活動量）にあるように高い精度で推定可能であることが明らかとなった。VO_{2max} を従属変数とし、1 日の歩数、年齢および BMI を独立変数に用いて重回帰分析の結果においては、R は 0.71(P < 0.001)、SEE は 5.3 ml・kg⁻¹・min⁻¹であった。さらに高い強度（6 メッツ以上）の身体活動時間（分）を入れて推定したところ R²=0.821 という非常に高い精度で推定できることが示された。また男性においても図 7、図 8 のように年齢、体組成、歩数、高い強度の身体活動時間で、最大酸素摂取量の値を推定できることが明らかとなった。

④システマティックレビューの結果より、ガンの発症に関して、他のガンよりも発症の時期が早い女性の乳ガンにおいてのみ後ろ向き研究により、当該疾病の発症予防に必要な 20 歳未満の身体活動量・運動量が示されることは有意義であると考えられる。他の疾病よりも比較的近々の身体活動量・運動量が発症に関係する糖尿病の発症と、20 才未満の身体活動量・運動量との関係が見られなかった。肥満症の発症と 20 才未満の身体活動量・運動量との関係が見られなかった。一方、体重・体脂肪率の増加との量・反応関係を検討した論文は見いだせたことは、20 才未満で発症する小児肥満対策や生活習慣の継続を考えると、中高年において発症する肥満症予防という観点からも有効であると考えられる。また、不活動時間（TV 視聴時間あるいは TV＋ゲーム・PC）との関係を検討した論文が多数あった。

ガンの発症をアウトカムとして、70 才以上の身体活動・運動量を策定することはできないが、

65才以上の男性に関しては、前立腺ガンの発症においてのみコホート研究により、当該疾病の発症予防に必要な身体活動・運動量が示される可能性が示された。また、65歳以上の対象における高血圧・脳卒中発症予防のための論文はなかった。骨折発症と自立度低下を予防する身体活動量は、16～18メッツ・時/週程度であり、運動基準2005より、やや少ない量の身体活動の目標量と考えられた。骨粗鬆症予防、自立度低下予防には、体力が高いことが有効であることは示された。

⑤エクササイズガイド2006で簡易な筋力測定法として採用されている10回の椅子の座り立ちに要する時間と、本研究で対象とした膝関節伸展筋力との間には有意な相関関係は認められなかった。一方、椅子の座り立ちパワー指標は、それらの変数と有意な正の相関関係を示し、その関係は身体の大きさの影響を除去しても有意なものであった。

⑥男性115名、女性119名の一般市民を対象とした調査結果により、男性では、初期ステージ者（動機づけが低い者）において、どの年代層においてもスモールチェンジ行動、すなわち彼らが行動実践の敷居が低く、継続が容易であると判断する内容として「歩く」が抽出された。一方、男性後期ステージ者（動機づけが高い者）でしかも若年層では「筋力トレーニング」など強度の高い内容が抽出された。一方、女性においては、初期ステージ者の50代までは「歩く」ことがスモールチェンジとして認識されていたが、60代以上では「体操」が、また後期ステージ者の若年者では「階段利用」があげられ、その他の年齢層では「歩く」が上位に位置づけられた。これらの内容を積極的に推奨していくこ

とで、行動面において運動の開始・継続が強化されると思われる。続いて、一度、運動習慣を持った者がその習慣を失う過程を明らかにするために、その前駆状態と考えられるスリップ・ラプス（一時的停止）に関する研究により、スリップ・ラプスに陥りやすい状況に対して行う予防の対処行動が男女によって異なることが明らかとなった。

表1 被験者の身体組成 (男性)

	All	20s	30s	40s	50s	60s
N	623	130	128	124	119	122
年齢(yr)	44.0±14.4	24.7±2.8	34.2±2.7	44.2±3.0	54.8±2.9	64.1±2.8
身長(m)	170.0±6.1	171.0±5.9	172.0±5.6	171.4±5.9	169.8±5.3	165.8±5.6
体重(kg)	66.7±9.4	64.6±10.5	68.3±9.7	69.0±9.5	67.0±8.0	64.6±7.9
BMI(kg/m ²)	23.1±2.9	22.0±3.1	23.0±2.8	23.5±3.0	23.3±2.6	23.6±2.8
体脂肪率(%)	18.8±5.8	16.0±6.2	19.3±6.0	19.5±5.7	19.2±5.5	19.8±4.9
腹囲(cm)	81.7±8.4	75.8±8.0	81.0±7.7	83.1±8.3	84.2±7.7	84.9±7.1

Mean±SD

表2 体力測定結果 (男性)

	All	20s	30s	40s	50s	60s
N	623	130	128	124	119	122
VO _{2max} (ml/kg/min)	36.0±8.4	42.1±8.4	39.2±7.2	35.7±7.2	33.1±6.7	29.2±6.1
3分間歩行(m)	372±51	387±61	382±51	369±45	369±41	355±47
脚伸展パワー(W/kg)	25.9±10.9	32.5±12.1	28.7±9.8	25.5±9.6	23.8±10.1	18.4±7.0
イスの座り立ち(秒/10回)	10.0±2.2	9.2±1.6	9.5±1.4	10.1±2.2	10.1±2.1	11.2±2.8
垂直跳び(cm)	43.2±9.7	50.7±9.2	46.0±7.6	43.1±8.8	41.4±7.7	34.0±6.8
握力(右)(kg)	46.0±7.0	46.3±6.6	47.5±7.9	48.2±6.4	45.2±6.4	42.7±6.3
握力(左)(kg)	43.5±6.7	43.4±6.5	45.3±7.4	45.4±7.0	42.9±5.7	40.4±5.5

Mean±SD

表3 被験者の身体組成 (女性)

	All	20s	30s	40s	50s	60s
N	610	126	122	125	124	113
年齢(yr)	43.8±14.1	24.2±2.9	34.8±3.0	44.3±2.8	53.9±2.7	63.8±3.0
身長(m)	157.8±5.7	160.2±5.7	159.8±4.8	158.9±5.1	156.6±5.0	153.4±5.1
体重(kg)	52.7±7.3	51.9±6.4	52.6±7.1	53.9±7.9	53.2±7.4	51.5±7.3
BMI(kg/m ²)	21.1±2.8	20.2±2.3	20.6±2.7	21.4±3.2	21.7±2.7	21.9±2.9
体脂肪率(%)	25.7±7.2	24.2±6.8	23.8±7.7	26.1±6.4	26.9±6.9	27.6±7.8
腹囲(cm)	76.2±8.7	71.7±6.9	73.6±7.4	76.2±8.6	78.6±8.4	81.2±8.7

Mean±SD

表4 体力測定結果（女性）

	All	20s	30s	40s	50s	60s
N	610	126	122	125	124	113
VO ₂ max(ml/kg/min)	28.8±6.2	33.3±6.4	30.6±5.6	28.4±5.5	26.9±5.0	24.7±4.7
3分間歩行(m)	342±37	349±44	344±36	343±31	344±33	330±37
脚伸展パワー(W/kg)	17.6±8.3	20.7±9.7	19.0±9.0	17.5±7.1	15.7±7.0	14.7±7.0
イスの座り立ち(秒/10回)	10.3±2.3	9.7±2.3	10.5±2.4	10.0±2.0	10.4±1.9	11.1±2.6
垂直跳び(cm)	29.7±8.1	36.4±8.6	32.0±7.7	30.5±5.6	25.2±6.0	24.2±5.6
握力(右)(kg)	28.8±4.9	29.7±4.8	28.9±4.4	31.1±4.8	28.8±4.7	25.4±4.0
握力(左)(kg)	26.8±4.9	27.2±5.4	27.1±5.4	29.0±4.9	26.8±4.2	23.5±3.9

Mean±SD

男性 人	VO ₂ max(ml/kg/min)			
	範囲より高い	範囲より低い	基準値に達している	基準値に達していない
20代	37	17	73	57
30代	25	14	66	62
40代	13	27	49	75
50代	4	16	50	67
60代	5	32	30	92
合計	84	106	268	353
%	範囲より高い	範囲より低い	基準値に達している	基準値に達していない
20代	28	13	56	44
30代	20	11	52	48
40代	10	22	40	60
50代	3	14	43	57
60代	4	26	25	75
合計	14	17	43	57

表5. 本研究で測定された男性の最大酸素摂取量の値と健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~の最大酸素摂取量の基準値と範囲との関係

女性 人	VO2max(ml/kg/min)			
	範囲より高い	範囲より低い	基準値に達している	基準値に達していない
20代	25	18	56	64
30代	22	33	45	76
40代	24	45	32	91
50代	25	56	38	86
60代	11	78	15	97
合計	107	230	186	414
%	範囲より高い	範囲より低い	基準値に達している	基準値に達していない
20代	20	15	47	53
30代	18	27	37	63
40代	20	37	26	74
50代	20	45	31	69
60代	10	70	13	87
合計	18	38	31	69

表 6. 本研究で測定された女性の最大酸素摂取量の値と健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~の最大酸素摂取量の基準値と範囲との関係

表 7. 健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~で示された最大酸素摂取量の基準値と範囲

最大酸素摂取量の基準値(ml/kg/min)

	20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代
男性	40	38	37	34	33
女性	33	32	31	29	28

最大酸素摂取量の範囲(ml/kg/min)

	20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代
男性	33-47	31-45	30-45	26-45	25-41
女性	27-38	27-36	26-33	26-32	26-30

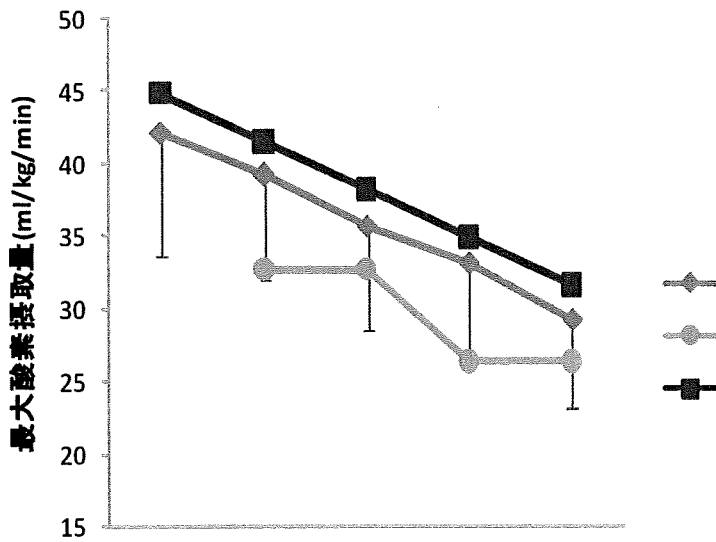


図1. 男性の最大酸素摂取量と1970年代に測定された最大酸素摂取量の値及び、張らの最高酸素摂取量との比較

1970年代に測定された最大酸素摂取量の回帰式(山地啓司, 最大酸素摂取量の科学, 杏林書院, 1992)

張らの最高酸素摂取量の回帰式 (Zhang J-G et al, Eur J Appl Physiol 90 : 76-72, 2003)

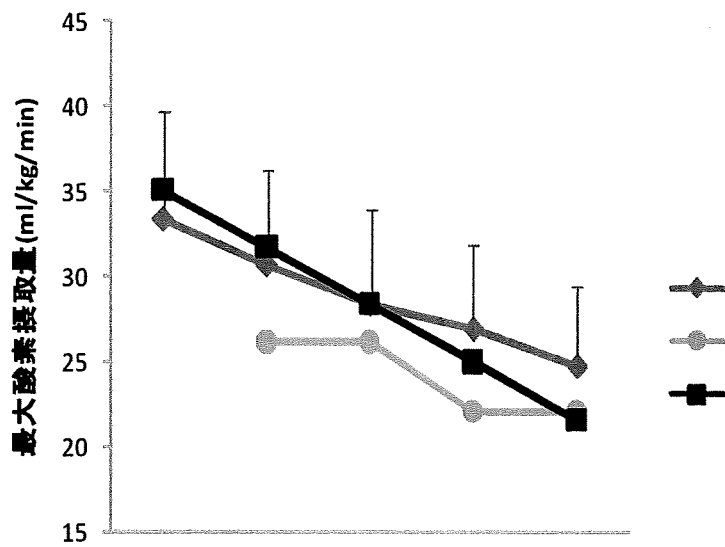


図2. 女性の最大酸素摂取量と1970年代に測定された最大酸素摂取量の値及び、張らの最高酸素摂取量との比較

1970年代に測定された最大酸素摂取量の回帰式(山地啓司, 最大酸素摂取量の科学, 杏林書院, 1992)
 張らの最高酸素摂取量の回帰式 (Zhang J-G et al, Eur J Appl Physiol 90 : 76-72, 2003)

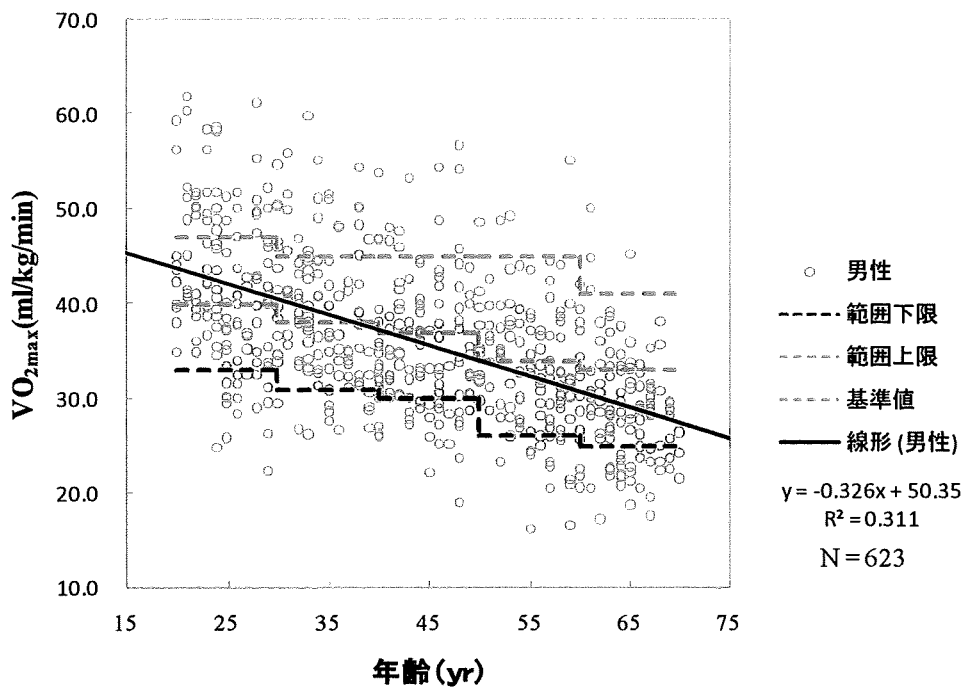


図3. 男性の最大酸素摂取量の値と健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~で示された最大酸素摂取量の基準値及び範囲（下限値と上限値）との関係

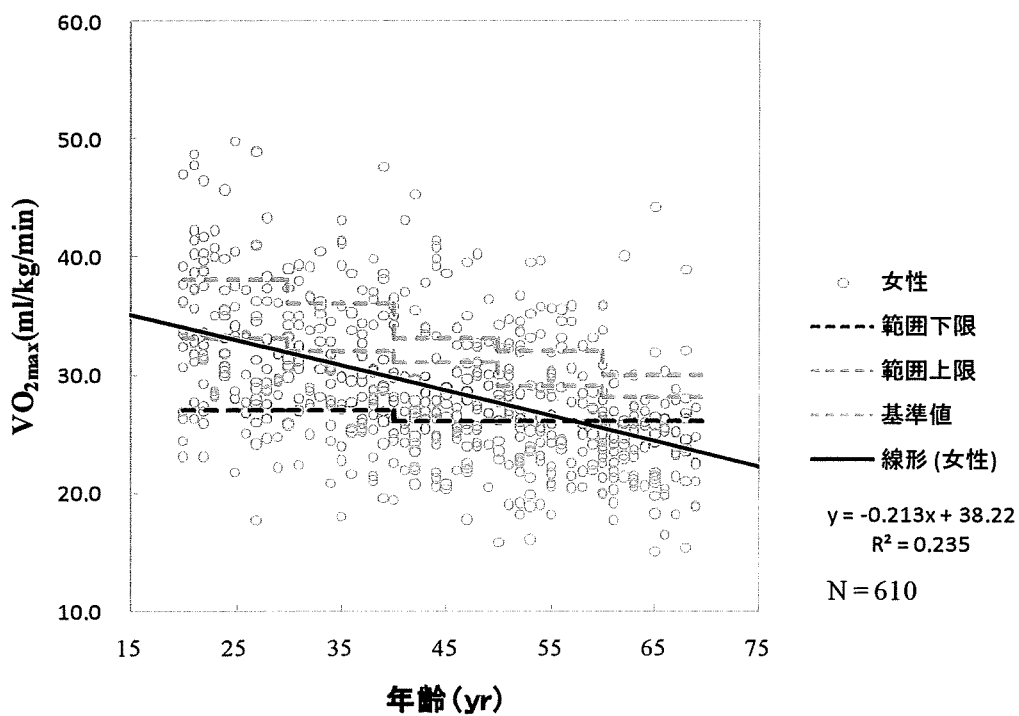


図4. 女性の最大酸素摂取量の値と健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~で示された最大酸素摂取量の基準値及び範囲（下限値と上限値）との関係.

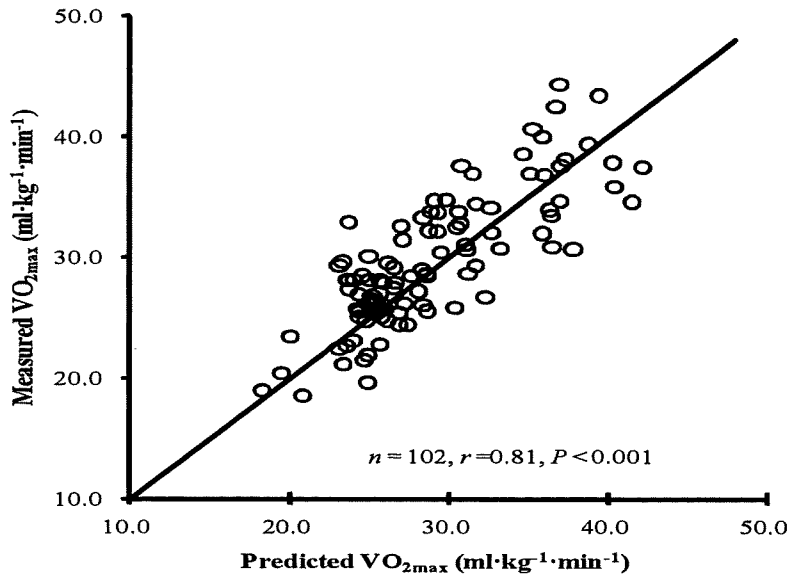


図5. 日本人女性を対象に1日の歩数、年齢およびBMIにより最大酸素摂取量の値を推測した式の妥当性

$$VO_{2max} = 49.859 - (0.263 \times \text{年齢}) - (0.641 \times \text{BMI}) + (0.734 \times 10^{-3} \times \text{一日の歩数})$$

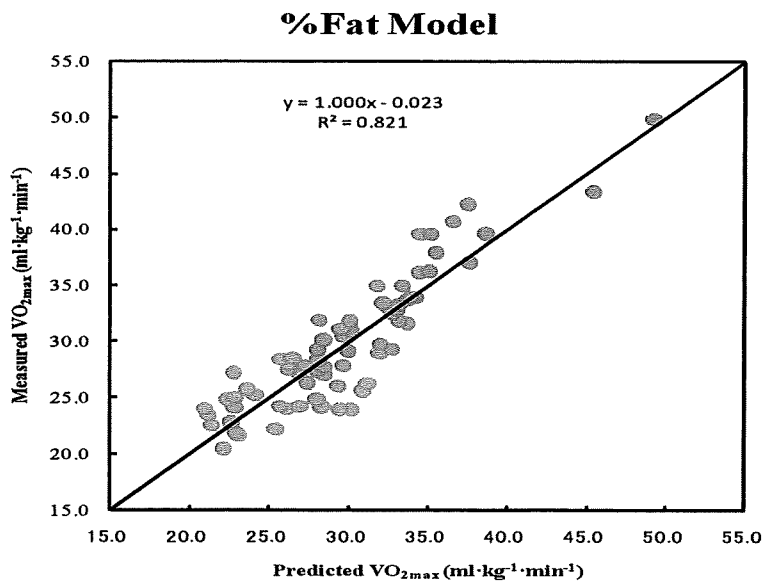


図6. 日本人女性を対象として、年齢、体組成、1日の歩数さらに高い強度の身体活動時間から

$$VO_{2max} = 47.652 - (0.191 \times \text{年齢}) - (0.455 \times \text{体脂肪率}) + (0.331 \times 10^{-3} \times \text{一日の歩数}) \\ + (0.338 \times \text{一日の6メッツ以上の運動時間})$$

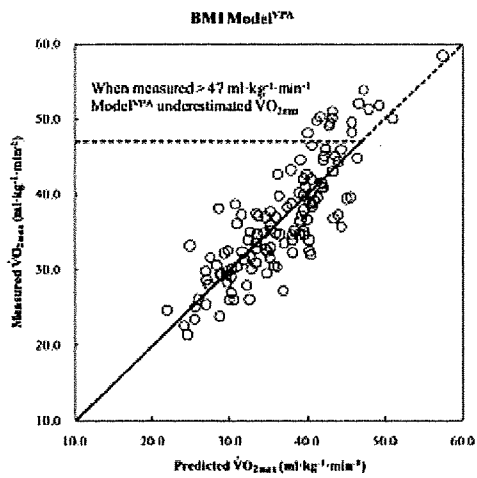


図7. 日本人男性を対象として年齢, BMI, 高い強度の身体活動, 腹部周径で推定した場合の妥当性 ($R^2=0.846$)

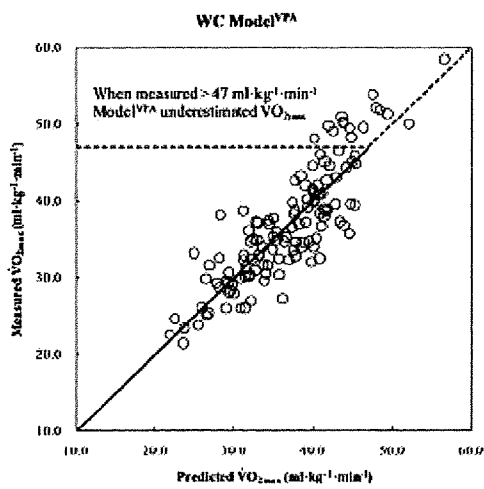


図8. 日本人男性を対象として年齢, 体脂肪率, 高い強度の身体活動, 腹部周径で推定した場合の妥当性 ($R^2=0.862$)

D. 考察

①男性において最大酸素摂取量は、健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~において示された生活習慣病発症予防に必要な値である基準値に比べると、ほぼ同程度の値となった。しかし従来の値と比べると、男性では低い傾向にあり、最大酸素摂取量と言う観点から、男性は持久量の向上を目指すべきであることが明らかとなった(図1)。また女性では、従来の値よりも50歳代60歳代ではやや高い値であり、これはこの年代の体力がやや向上している可能性を示すものである。実際に歩数等もこれらの年代では増加が見られており身体活動量の増加により最大酸素摂取量を向上させることが女性の生活習慣病予防に有効であることが示唆された。一方、女性の場合、多くの被験者の最大酸素摂取量が基準値よりは低いことが明らかとなった。本被験者は運動習慣はないが、どちらかという体力の高いものが多いと推測される。それでも、健康づくりのための運動基準 2006~身体活動・運動・体力~で示された基準値よりも多くの場合低いということは、今後、達成可能性という観点からこれらの年度の女性の最大酸素摂取量の基準値を改定する必要があることが示唆された。最大酸素摂取量は、従来、競技力の指標として日本人の値が最初に報告されたのが女性では (Atomi Y & M Miyashita. Maximal aerobic power of Japanese active and sedentary adult females of different ages (20 to 62 years). Med Sci Sports 6(4) :223-225, 1974)、男性では小林ら (小林寛道. 日本人のエアロビックパワー~加齢による体力推移とトレーニングの影響~. 杏林書院 1982) であり 1970年代に測定されたものが本邦の基準となっている。しかしそれから30年が経過し、その値が、

生活習慣病発症予防という観点で大規模に測定したものはなかった。1993年に最大酸素摂取量ではなく、当該負荷プロトコルで得られた酸素摂取量の最高値として定義される最高酸素摂取量を測定した張らの結果 (Zhang J-G et al, T Ohta, K Ishkawa-Takata, I Tabata, M Miyashita. Effects of daily activity recorded by pedometer on VO₂-peak, ventilatory threshold and leg extension power in 30-69 yr Japanese without exercise habit. Eur J Appl Physiol 90 : 76-72, 2003.) に比べると明らかに本研究の最大酸素摂取量の値は高い。これは1993年から2009年に書いて最大酸素摂取量の値が高くなったのではなく、張らの測定したのは、一般的に最大酸素摂取量よりも低い値となる最高酸素摂取量であったからと推察される。本研究のように各性年齢別で100名を越える被験者について各地で同一のプロトコルにより測定された最大酸素摂取量は、今後、生活習慣病の発症予防という観点からその重要性が高まる最大酸素摂取量の標準値となると考えられる。

②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内臓脂肪量は、それぞれ独立して、同じ程度空腹時血糖値に関係していることである。一方、男性では心肺体力は内臓脂肪量とは独立して毛血漿中性脂肪濃度と関係していることが認められた。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。

③最大酸素摂取量を歩数、エクササイズ、体組

成等から予測式を作成したところ高い精度で推定可能であることが明らかとなった。歩数単独よりも3メッツ以上の中強度と6メッツ以上の高強度の身体活動の実施時間で予測するよりも高い精度を得られた。従来トレーニングでは最大酸素摂取量の向上には強度の閾値があると言われていたが日住生活に於ける身体活動でも最大酸素摂取量との関係があることが示唆され、今後加速度計を用いた活動量による測定から、最大酸素摂取量を推定できることが明らかになった。これは、測定が困難な場合が多い、疫学研究において活動量計を使うことにより、評価項目に最大酸素摂取量を入れることが可能であることが明らかになった。

④システマティックレビューの結果より、20歳未満及び70歳以上の生活習慣病発症予防という観点から必要な身体活動量、運動量、体力を定めることが難しい。20才未満では生活習慣病の発症まで時間があることや、20歳未満時の身体活動量・運動量と20歳以降のそれとの相関が低いことによると推測される。また70歳以上では、多くが生活習慣病に罹患しており、生活習慣病に罹患していない高齢者においてそのような基準値を定めることの意味についても考える必要があると思われる。一方、骨折発症と自立度低下を予防する身体活動量については、基準値策定が可能であることが示唆された。

⑤本研究の結果より、椅子の座り立ちテストを用いて膝関節伸展筋機能を評価のためには、椅子の座り立ちに要する時間よりも身体の高さを考慮した椅子の座り立ちパワー指標のほうが適していることを示している。本研究で算出した椅子の座り立ちパワー指標は、誰にでも簡便に計測することができるため、筋力レベルを評価するための有効な方法であると考えられる。

⑥新しい運動習慣を持つための最も身近に感じられる運動・身体活動として初期では男女ともウォーキングであり、その後は性・年齢別で異なっていた。運動獲得後のスリップ・ラプスを調べたRPM適用に関する先行研究の結果と一致し、またそれ以上の知見も得られた。本研究から得られた測定方法や知見が運動指導現場への適用が期待される。

E. 結論

①男性において最大酸素摂取量は、健康づくりのための運動基準2006~身体活動・運動・体力~において示された生活習慣病発症予防に必要な値である基準値に比べると、ほぼ同程度の値となった。しかし従来の値と比べると、男性では低い傾向にあり、最大酸素摂取量と言う観点から、男性は持久量の向上を目指すべきであることが明らかとなった。また女性では、従来の値よりも50歳代60歳代ではやや高い値であり、これはこの年代の体力がやや向上している可能性を示すものである。いずれにしても、生活習慣病予防に必要な体力（最大酸素摂取量）である基準値を上回っている国民は少ないので、生活習慣病発症予防という観点から最大酸素摂取量を向上させるべきである。

②最大酸素摂取量はメタボリックシンドローム関係の指標と関係が深い。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。

③最大酸素摂取量は加速度計を内蔵した活動量計により強度別の身体活動実施時間、体組成等から予測式を用いて高い精度で推定可能である。

④システマティックレビューの結果より20才未満において、女性のがん発症を除いて生活習

慣病発症予防に必要な身体活動量・体力を示すことはできない。高齢者についてもむずかしい。一方、骨折発症と自立度低下を予防する身体活動量については、基準値策定が可能であることが示唆された。

⑤椅子の座り立ちテストに代わる新しい筋力の簡易測定法を考案すべきである。

⑥新しい運動習慣を持つための最も身近に感じられる運動・身体活動を性・年齢毎に特定して普及することが大切である。また運動獲得後の一時停止の対応にも性や年齢を加味しなければならない。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes.* 2007; 31(12): 1786-1797.
- 2) AA Ganpule, S Tanaka, K Ishikawa-Takata, I Tabata. Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutri.* 2007; 61(11): 1256-1261.
- 3) Midorikawa T, Tanaka S, Kaneko K, Koizumi K, Ishikawa-Takata K, Futami J, Tabata I. Evaluation of Low-Intensity Physical Activity by Triaxial Accelerometry. *Obesity.* 2007; 15(12): 3031-3038.
- 4) Usui C, Gando Y, Sanada K, Oka J, Miyachi M, Tabata I, Higuchi M. Relationship between blood adpocytokines

and resting energy expenditure in young and elderly women. *J Nutri Sci Vitaminol.* 2007; 53(6): 529-535.

5) Hiroshi Kawano, Michiya Tanimoto, Kenta Yamamoto, Kiyoshi Sanada, Yuko Gando, Izumi Tabata, Mitsuru Higuchi, Motohiko Miyachi. Resistance training in men is associated with increased arterial stiffness and blood pressure but does not adversely affect endothelial function as measured by arterial reactivity to the cold pressor test. *Exp Physiol.* 2007; 93(2): 296-302.

6) 高橋恵理, 樋口満, 細川優, 田畑泉. 若年成人女性の基礎代謝量と身体組成. *栄養学雑誌.* 2007; 65(5); 241-247.

7) 高橋恵理, 薄井澄誉子, 田畑泉, 樋口満. 若年女性の基礎代謝量は除脂肪量から簡便に高い精度で推定できる—スポーツ選手と運動習慣のない女性を対象とした研究—. *トレーニング科学.* 2008; 20(1): 25-31.

8) Kiyoshi Sanada, Tsutomu Kuchiki, Motohiko Miyachi, Kelly McGrath, Mitsuru Higuchi, Hiroshi Ebashi. Effects of age on ventilatory threshold and peak oxygen uptake normalised for regional skeletal muscle mass in Japanese men and women aged 20-80 years. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 99: 475-483.

9) 田中晶子, 宮武伸行, 国橋由美子, 西河英隆, 斉藤剛, 佐野紀子, 宮田美里, 宮地元彦, 沼田健之. 岡山県南部健康づくりセンター肥満予防, 改善教室参加者の体重と腹囲の変化とその相互関係. *臨床栄養.* 2008; 112(3): 329-333.

10) 沼田健之, 西河英隆, 宮武伸行. 岡山県南

部健康づくりセンター —メタボリックシンドローム予防,改善の取り組み—. 臨床スポーツ医学. 2007; 24(4): 466-470.

11) 宮武伸行, 松本純子, 西河英隆, 国橋由美子, 藤井昌史, 宮地元彦, 高橋佳子, 沼田健之. メタボリックシンドロームと生活習慣との関連. 保健の科学. 2007; 49(5): 355-359.

12) Nobuyuki MIYATAKE, Sumiko MATSUMOTO, Motohiko MIYACHI, Masafumi FUJII and Takeyuki NUMATA. Relationship between Changes in Body Weight and Waist Circumference in Japanese. *Environ. Health Prev. Med.* 2007; 12: 220-223.

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

14) Nobuyuki Miyatake, Sumiko Matsumoto, Masafumi Fujii, Takeyuki Numata. Reducing waist circumference by at least 3 cm is recommended for improving metabolic syndrome in obese Japanese men. *Diabetes Res Clin Pract.* 2008; 79(2): 191-195.

15) Miyatake N, Saito T, Wada J, Nishikawa H, Matsumoto S, Miyachi M, Fujii M, Makino H, Numata T. Linkage between oxygen uptake at ventilatory threshold and muscle strength in subjects with and without metabolic syndrome. *Acta Med Okayama.* 2007; 61(5): 255-9.

16) Miyatake N, Wada J, Matsumoto S,

Nishikawa H, Makino H, Numata T.

Re-evaluation of waist circumference in metabolic syndrome: a comparison between Japanese men and women. *Acta Med Okayama.* 2007; 61(3): 167-9.

17) Miyatake N, Wada J, Saito T, Nishikawa H, Matsumoto S, Miyachi M, Makino H, Numata T. Comparison of muscle strength between Japanese men with and without metabolic syndrome. *Acta Med Okayama.* 2007; 61(2): 99-102.

18) Nobuyuki Miyatake, Motohiko Miyachi, Hidetaka Nishikawa, Takeshi Saito, Takeyuki Numata. Comparison of Whole Body Reaction Time between Japanese Men with and without Metabolic Syndrome. *International Journal of Sport and Health Science.* 2007; 5: 122-124.

19) Ikegawa S, Funato K, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. Muscle force per cross-sectional area is inversely related with pennation angle in strength trained athletes. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(1): 128-31.

20) Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Establishing a new index of muscle cross-sectional area and its relationship with isometric muscle strength. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(1): 82-7.

21) Tanaka NI, Yamada M, Tanaka Y, Fukunaga T, Nishijima T, Kanehisa H. Difference in abdominal muscularity at the umbilicus level between young and middle-aged men. *J Physiol Anthropol.* 2007; 26(5): 527-32.

- 22) Kubo K, Ishida Y, Komuro T, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Age-related differences in the force generation capabilities and tendon extensibilities of knee extensors and plantar flexors in men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007; 62(11): 1252-8.
- 23) Muraoka T, Omuro K, Wakahara T, Muramatsu T, Kanehisa H, Fukunaga T, Kanosue K. Effects of muscle cooling on the stiffness of the human gastrocnemius muscle in vivo. *Cells Tissues Organs.* 2008; 187(2): 152-60.
- 24) Kubo K, Morimoto M, Komuro T, Yata H, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(10): 1801-10.
- 25) Tanaka NI, Miyatani M, Masuo Y, Fukunaga T, Kanehisa H. Applicability of a segmental bioelectrical impedance analysis for predicting the whole body skeletal muscle volume. *J Appl Physiol.* 2007; 103(5): 1688-95.
- 26) Ro A, Kageyama N, Fukunaga T. Significance of the soleal vein for the pathogenesis of deep vein thrombosis leading to acute massive pulmonary thromboembolism. *Masui.* 2007; 56(7): 801-7.
- 27) Masani K, Vette AH, Kouzaki M, Kanehisa H, Fukunaga T, Popovic MR. Larger center of pressure minus center of gravity in the elderly induces larger body acceleration during quiet standing. *Neurosci Lett.* 2007; 422(3): 202-6.
- 28) Oda T, Himeno R, C Hay D, Chino K, Kurihara T, Nagayoshi T, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. In vivo behavior of muscle fascicles and tendinous tissues in human tibialis anterior muscle during twitch contraction. *J Biomech.* 2007; 40(14): 3114-20.
- 29) Kubo K, Ishida Y, Suzuki S, Komuro T, Shirasawa H, Ishiguro N, Shukutani Y, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. *Scand J Med Sci Sports.* 2008; 18(1): 31-9.
- 30) Kubo K, Morimoto M, Komuro T, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Age-related differences in the properties of the plantar flexor muscles and tendons. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(3): 541-7.
- 31) Yoshitake Y, Kouzaki M, Fukuoka H, Fukunaga T, Shinohara M. Modulation of muscle activity and force fluctuations in the plantarflexors after bedrest depends on knee position. *Muscle Nerve.* 2007; 35(6): 745-55.
- 32) Kouzaki M, Masani K, Akima H, Shirasawa H, Fukuoka H, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of 20-day bed rest with and without strength training on postural sway during quiet standing. *Acta Physiol (Oxf).* 2007; 189(3): 279-92.
- 33) Wakahara T, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Fascicle behavior of medial gastrocnemius muscle in extended and flexed knee positions. *J Biomech.* 2007; 40(10): 2291-8.