

うことは、動脈コンプライアンスを低下させることが示唆された。

以上を考え合わせると、有酸素性トレーニングによる内皮機能の改善や酸化ストレスを低下させる効果が、筋トレにより誘発される頸動脈コンプライアンス低下に代償的に働いたものと推測される。

本研究の結果から、介護や生活習慣病予防を目的とした運動を実践・指導する際に、筋トレのみを指導するよりも、有酸素性トレーニングと筋トレをバランスよく実施することが重要であると考えられる。

E. 結論

本研究の結果から、有酸素性トレーニングを同時に行なうことで、高強度筋トレに伴う頸動脈コンプライアンス低下を抑制することが可能であることが示された。介護や生活習慣病予防を目的とした運動を指導する際に、筋トレのみを指導するよりも、有酸素性トレーニングと筋トレをバランスよく実施することが重要であると考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

- Variations in carotid arterial compliance during the menstrual cycle. Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N: *Experimental Physiology*: 186: 103-110, 2006.
- Fluctuations in carotid arterial distensibility during the menstrual cycle do not influence cardiovagal baroreflex sensitivity. Hayashi K, Miyachi M, Seno N、

Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N: *Acta Physiologica*: 186(2): 103-110, 2006.

- Resistance Training and Arterial Compliance: Keeping the Benefits While Minimizing the Stiffening. kawano H, Tanaka H, Miyachi M: *Journal of Hypertension*: 24(9): 1753-1759, 2006

2. 学会発表

- Aging, and Blood Pressure Responses to Resistance Exercise. Kawano H, Higuchi M, Miyachi M: American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting: 2006.5.31: Denver, Colorado
- The Influence of Unilateral Lower Limb Suspension on Cardiorespiratory Response during Exercise. Sato K, Katayama K, Hotta N, Ishida K, Miyachi M, Masuda K, Akima H: American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting: 2006.6.1: Denver, Colorado
- Absence of Age-Related Increases in the Risk of Lifestyle-Related Diseases in Male Rowers. Sanada K, Miyachi M, Usui C, Miyatani M, Kawano H, Tabata I, Higuchi M: American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting: 2006.6.2: Denver, Colorado
- Resistance Training and Arterial Compliance: Keeping the Benefits While Minimizing the Stiffening. Miyachi M, Kawano H, Tanaka H: ACSM Conference on

Integrative Physiology of Exercise: : 16,

2006.9.28: Indianapolis

- 運動に対する生体ストレス応答と適応機構の解析-体力医学への応用- 自律神経・循環器応答、宮地元彦、山元健太: 第61回日本体力医学会大会: : 108, 2006.9.25: 神戸
- 筋発揮張力維持法的なレジスタンストレーニング実践者の動脈・血管系機能に関する横断的研究、谷本道哉、宮地元彦、真田樹義、河野寛: 第61回日本体力医学会: 2006.9.24: 神戸

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

中高年女性の身体組成に対するウォーキングと食品成分の併用効果

主任研究者 石見佳子¹、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

1. 栄養疫学プログラム生体指標プロジェクト）

閉経後5年以内の健常女性128名を対象に、ウォーキングと大豆イソフラボン摂取の併用が身体組成に及ぼす影響を検討した。前年度までの研究において、1年間の速歩（1回45分、週3回、時速6km/h：9 Met・時/週）と大豆イソフラボン（アグリコン換算47mg/d）の介入は、閉経後女性の身体組成および脚力を改善する可能性が示唆された。今年度は2年間の介入を終了して1年後の生活活動度と身体組成の変化について追跡調査を行った。すなわち、骨密度測定と血中及び尿中の骨代謝マーカー、イソフラボン、各種ホルモン濃度の測定を行ない、介入中止の影響を評価した。その結果、2年間の介入を中止して1年後のウォーキング介入群の生活活動度は、介入を中止しても非運動群に比べて有意に高く、全身、体幹部、下肢の体脂量も対象群に比べて有意に低かった。一方、介入中止1年後の大腿骨及び腰椎骨密度は、運動及びイソフラボン摂取の有無に関わらず低下した。以上の結果より、ウォーキングの介入効果は、脂質代謝については介入中止後も維持されるが、骨代謝は維持されにくい可能性が示唆された。

A. 目的

閉経後女性ではエストロゲン欠乏に起因する骨代謝および脂質代謝の異常が認められる。これらの疾病を予防するには運動の実施と食生活の改善が有効である可能性が示唆される。そこで本研究では、閉経後女性を対象に運動生理学および栄養学的視点から生活習慣病の発症の予防に有効な方法の確立を目指す。平成18年度はウォーキングと食品成分の身体組成に対する併用効果の追跡調査を行った。

B. 方法

方法：閉経後5年以内の健常女性128名を対象に、運動と食品成分の併用が身体組成及び脚力と握力に及ぼす影響を評価した。運動は中高年女性にとって負担の少ないウォー

キング種目を選択し、週3回（45分/回、6km/h）実施した。食品成分は骨に対して弱い女性ホルモン様作用を示す大豆イソフラボン（配糖体75mg/日：アグリコン換算47mg/日）を選択した。群分けは無作為割付とし、イソフラボンに関しては二重盲検法を採用した。群分けは1. 対照群、2. イソフラボン摂取群、3. 運動群、4. イソフラボン摂取＋運動群とし、試験は2年間実施し、その1年後に介入中止の影響を評価した。身体組成は二重エネルギー吸収法（DXA）を用いた。3日間の思い出し法による栄養調査、また生活活動度に関するアンケート調査を実施した。統計学的解析はSPSS（Ver. 14）を用いて、繰り返しのある分散分析法及び二元配置分散分析法を用いた。本研究の遂行に当たっては、本研究所所定の「人

を対象とする実験・調査等に関する倫理指針」に基づくことはもちろんのこと、関連法規を厳守して被験者の人権と安全性を最大限に尊重して実施した。

C. 結果

1. 被験者の試験開始時、1年、2年及び3年後の身長、体重、BMI、食事からのイソフラボン摂取量に有意な差は認められなかった。
2. 生活活動度調査において、一日の歩く時間は、試験開始時では全群間で有意な差は認められなかったが、ウォーキング介入1年目では介入群で有意に高値を示した。介入2年目では、介入群の歩く時間は減少したものの、非介入群に比べると有意に高値であった。一方、運動介入群の運動の介入を中止した1年後の歩く時間は、介入時に比べて減少したが、非運動群に比べて有意に高値を示した（図1）。
3. 週3回のウォーキング（1回45分、6km/h）により、全身、体幹部の脂肪重量は3ヶ月目より、四肢の脂肪重量は6ヶ月目より非運動群に比べて有意に低値を示した。2年間の運動の介入により、全身、体幹部及び下肢の脂肪量は対照群に比べて有意に低値を示し、介入中止1年後も有意に低値を示した。一方、非運動群の全身体脂肪量は、試験開始から6ヶ月では変化は認められなかったが、体幹部及び腕の脂肪重量は1年目より増加傾向を示した（図2）。
4. 大腿骨頸部骨密度はWard's三角部において併用群の1年目で最も高値を示したが、その後2年目で低下し、介入中止1年後では各群間で有意な差は認められなかった（図3）。

D. 考察

閉経後女性において、2年間のウォーキングは全身および四肢の脂肪重量を低下させ、さらに介入中止1年後もこれらの部位の脂肪

重量の増加が抑制されることが明らかになった。一方、大腿骨近位部の骨密度は2年間のウォーキングとイソフラボンの併用により低下が抑制されるが、介入中止1年後は減少することが明らかになった。運動量としては、ウォーキング介入群は6km/hの速歩を週3回（1回45分間）実施したことから、速歩の活動度を4Metsとすると、 $4 \text{ Mets} \times 3/4 \text{ 時} \times 3 = 9 \text{ Mets} \cdot \text{時/週}$ の運動を実施したこととなる。したがって、閉経後女性の脂質代謝及び骨代謝の維持には、 $9 \text{ Mets} \cdot \text{時/週}$ の実施が推奨される。これは2006年に策定された運動指針の推奨量である1週間に4Mets・時/週（4エクササイズ）の約2倍の運動量に相当する。なお、ウォーキング群の1年間の1日当りの平均歩数は約8,500歩であった。

介入中止1年後では、運動または運動とイソフラボンの併用が体脂肪及び骨密度に及ぼす影響が異なっていた。すなわち、体脂肪は運動刺激に対して閾値が低く、これに対して骨密度は運動刺激に対する閾値が高いため、体脂肪は維持されたが、骨密度は低下した可能性が示唆される。1週間に135分の歩行運動（時速6km以下と想定）が2年目にある程度維持されていれば、体脂肪の増加を抑える可能性が考えられる。また、3年目もその体脂肪抑制効果がある程度残っている可能性もある。

骨密度については、1年目の確実な歩行運動の実施により、対象群に比べてTotal Hip, Ward's, Femoral neckの低下率が低かった。しかし、その変化率は、体脂肪に比べ小さかった。また、体脂肪は半年で有意な変化が見られたことに対して、骨密度は1年間を経過してから変化が認められた。つまり、骨密度に対しては、より強い運動刺激を与えなければ変化が認められないことが明らかになった。したがって、2年目の運動強度が減少したために、骨に与えるメカニカルストレスは閾値以下となり、運動の影響が認められなかった可能性が考えられる。よって、2年目以後においては、運動群の骨密度の変化は対象群と同じ結果になったことが考えられる。

このように体脂肪と骨密度の運動刺激に対

する応答の閾値が異なることが今回の結果を導いたと推察される。

一方、継続した運動習慣により体脂肪が減少し、その結果、骨密度が低下した可能性も考えられる。ウォーキング群では運動の介入終了1年後も生活活動度が高く、体脂肪量も維持されたことから、運動習慣は介入後も維持されることが示唆された。

一方、大腿骨骨密度に関しては、イソフラボン単独では効果が弱く、運動との併用効果は介入後1年目で最も高かった。しかし、その後は序々に低下し、介入中止1年後では骨密度が低下したことから、運動と食品成分の併用は継続することが必要であると考えられた。

E. 結論

閉経期の女性では体脂肪率の上昇と大腿骨頸部骨密度の低下が認められたが、週3回のウォーキングと1日あたり75mgのイソフラボン配糖体（アグリコン換算47mg/日）を1年間摂取することにより、体脂肪の蓄積と大腿骨近位部の骨密度の低下が抑制される可能性が示唆された。運動の介入効果は体脂肪量については1年間は維持されるが、骨密度については維持されないことが示唆された。

F. 研究報告

1. 論文発表

Wu J, Oka J, Tabata I, Higuchi M, Toda T, Fuku N, Ezaki J, Sugiyama F, Uchiyama S,

Yamada K, Ishimi Y. Effects of isoflavone and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: 0 ne-year randomized placebo-controlled trial. J Bone Miner Res 21 : :780-9, 2006

2. 学会発表

1. 石見佳子、呉堅、岡純、田畑泉、戸田登志也、江崎潤子、大友拓弥、内山成人、山田和彦：閉経後女性における大豆イソフラボンと運動の併用効果：第60回日本・栄養食糧学会：2006.5.21：静岡

2. Ishimi Y, Oka J, Tabata I, Toda T, Uchiyama S, Yamada K, Wu J: Effects of isoflavone and exercise on bone mineral density and fat mass in postmenopausal Japanese women. 28th Annual Meeting of the American Society for Bone and Mineral Research: 2006.9.17: Philadelphia

3. Ishimi Y, Oka J, Tabata I, Toda T, Uchiyama S, Uehara M, Yamada K, Wu J: Effects of isoflavone and exercise on bone mineral density and fat mass in postmenopausal Japanese women. 7th International Soy Symposium: 2007.3.8: Bangkok

G. 知的所有権の取得状況

なし

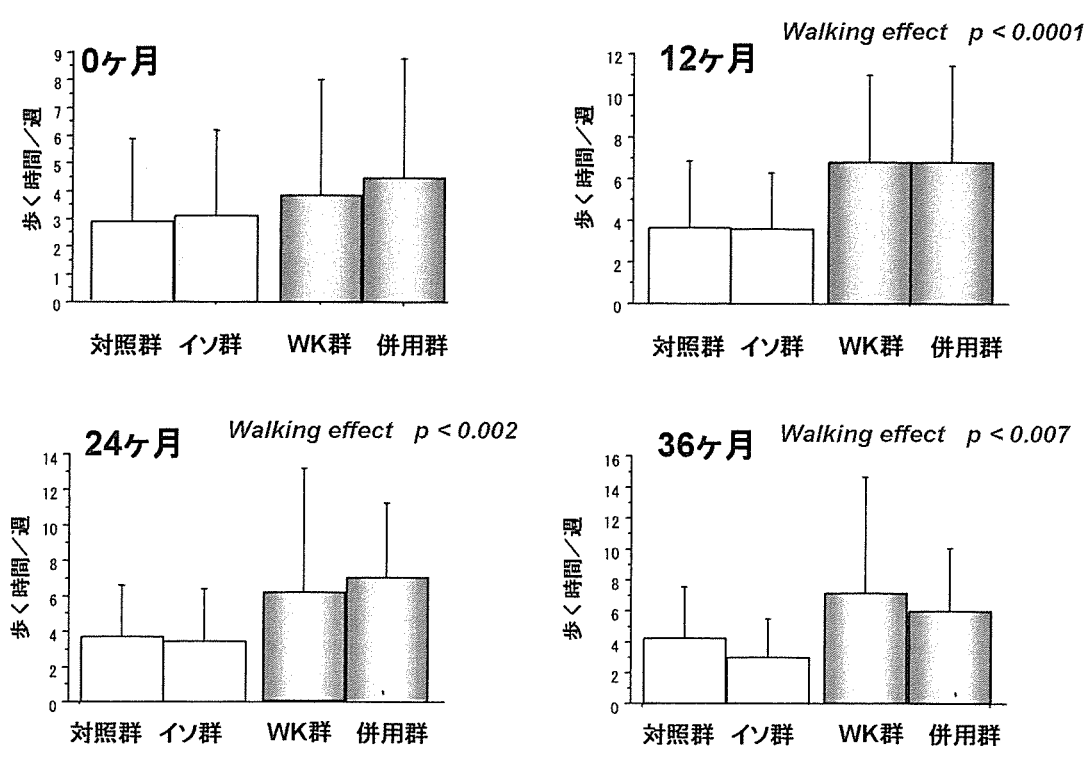


図1. 介入中止1年後（36ヶ月）の生活活動度(歩く時間/週)

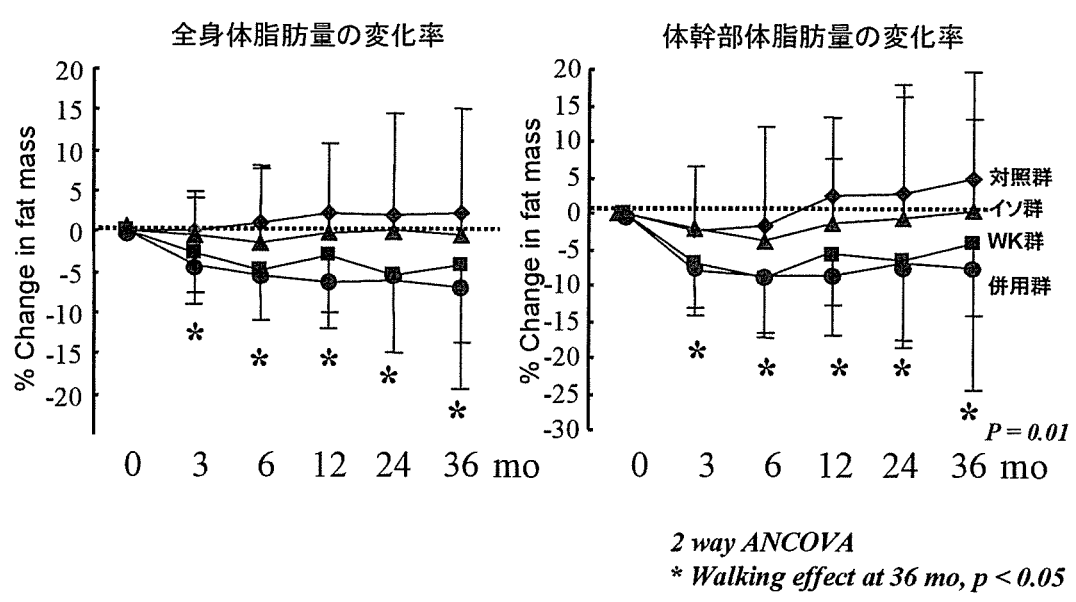


図2 介入中止1年後（36ヶ月）の全身脂肪量と体幹部脂肪量

○ Placebo
 □ Walking
 ● Isoflavone
 ■ Isoflavone + Walking

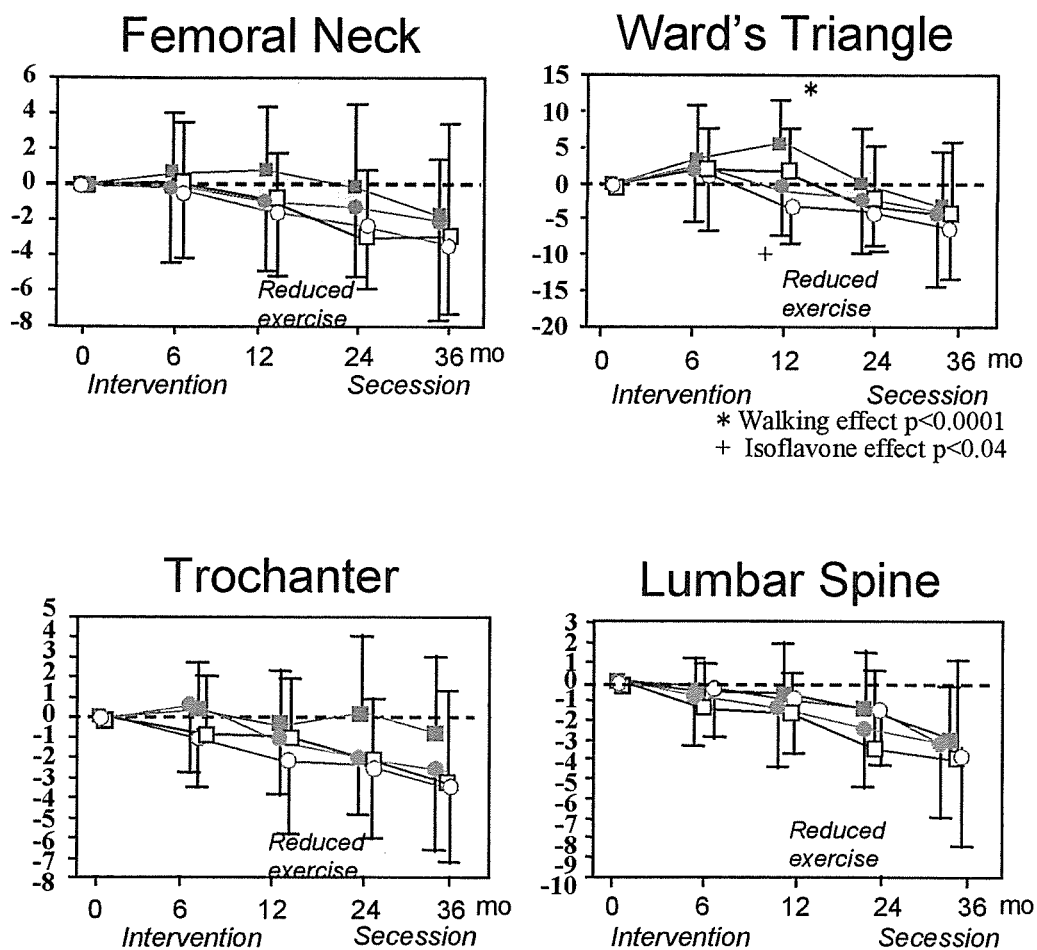


図3 介入中止1年後（36ヶ月）の大腿骨近位部及び腰椎骨密度の変化率

主任研究個別報告書

各性年齢別の身体活動量（エクササイズ）に関する研究

高田和子，高橋恵理，田畑泉（独立行政法人 国立健康・栄養研究所）

平成17年度に策定された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）が推奨する新しい尺度（メッツ・時/週）で示された生活習慣病発症予防のための身体活動量の国民の実際の実施量を明らかにすることを目的に、都市在住の2つの群（研究1：女子大学生を中心，研究2：20歳から80歳代の男女）を対象に加速時計を用いた身体活動計で3メッツ以上の強度の身体活動量を測定した。その結果、20歳代女性と50歳代女性のみが平均値で、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で推奨されている身体活動量23メッツ・時/週を越えていた。今後、すべての性・年齢でほとんどすべてのひとがこの基準値を上回る身体活動を行うこと期待される。

A. 研究目的

平成17年度に策定された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）が推奨する新しい尺度（メッツ・時/週）で示された生活習慣病発症予防のための身体活動量の国民の実際の実施量を明らかにすること。

B. 研究方法

1. 研究1

被験者は健康な大学生中心の20歳代成人女性43名（平均年齢23.2±2.2歳）であった。特別な運動習慣はもっていなかった。

加速時計によるエネルギー消費量の測定

エネルギー消費量の測定は加速度計（Accelerometer; AC）法を用いることにより行った。加速度計法は一般に知られている万歩計と同じくらいの大きさの加速度

計を腰部に装着するだけで、日々の活動量を測定することができる装置である。加速度計（Lifecorder, 株式会社スズケン）に、性別、年齢、身長、体重、を入力するとBMRを算出し、それに運動量や微小運動量および食事誘発性耐熱生産を加算してエネルギー消費量を測定する。BMRは昭和44年（1979）算定時の体表面積当り基礎代謝基準値¹³⁾に藤本・渡辺¹⁶⁾の式から求めた体表面積を乗じて1分間毎に加算する。運動量は、歩行時の上下運動による衝撃を加速度計が4分毎に0~9まで10段階の強度レベルで感知し、2分間で最も頻度の多かった強度を記憶する。そして、その強度レベルごとに設定された運動係数に体重を乗じて2分間の運動量に換算し、2分毎にエネルギー消費量を加算する。加速度計は最大200日分の記録が可能で、コンピュータに出力することで、データ解析することができる。装着は9日間行い、そのうちの7日間を調査した。入浴、

睡眠および水泳などにより水中に入る時以外は常に腰に加速度計を装着させ、入浴及び睡眠によりはずした時間、着け忘れなどの装着していない時間を各自に記録用紙を配布し毎日記録するよう指示した。

研究2.

身体活動計の装着等は研究1と同様であった。20歳代から80歳代の男女5名から42名を被験者とした。

C. 研究結果

研究1. 被験者の身体的特性をTable 1に示す。身長体重とも平成16年度国民健康・栄養調査の同年代女性の値と差がなく、一般的な若年女性と考えられる。最大酸素摂取量の値も一般的な値であった。

一方、平均歩数は同年代女性の値（平成16年度国民健康・栄養調査 6948±3897歩）に比べて明らかに多かった。身体活動量は23.1±9.6メッツ・時/週（エクササイズ/週）であり、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で示された23エクササイズとほぼ等しかった。

図に見られるように歩数とエクササイズに相関関係が見られ、相関係数は0.63とそれほど高くなく、歩数が必ずしも身体活動量（エクササイズ）の指標にはならないことも推測された。

研究2. 歩数は男性では、50歳代から低下し、70歳から80歳まで低下した。しかし、これらの歩数は平成16年度国民健康・栄養調査の歩数（50歳代男性：7979歩、60歳代男性：7434歩、70歳代男性：5386歩）に比べると多い。女性についても平成16年度国民健康・栄養調査の値（50歳代女性：7070歩、60歳代女性：6421歩、70歳代女性：3917歩）よりも多い。

身体活動量計により計測された身体活動量は男性の40歳代と50歳代で平均値としては23メッツ・時/週をクリアしている。しかし、これについてもほぼ半分が23

メッツ・時/週に達していないことを示している。その他の性・年齢については平均値で身体活動の基準値をクリアしているものは無かった。

D. 考察

研究1. 本研究の被験者の歩数は平成16年度の国民健康・栄養調査の結果に比べて、明らかに高い値であった。これは、これらの被験者が都市に在住し通学等で歩数が多いためだと推測される。身体活動量については、健康づくりのための健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～及び運動指針2006（エクササイズガイド2006）で推奨されている23エクササイズ/週とほぼ同じ値であった。しかし、これはこれらの被験者の半分が健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～以下の身体活動量であることも示している。今後のこれらの女性の生活習慣病の発症を予防するには、さらなる歩数の増加を目指すような施策が必要である。

歩数と身体活動量の関係（図1）から23エクササイズは1日あたりの歩数としては10192歩（約10000歩）であることが示された。

研究2. 本研究の対象者の歩数は国民の歩数の代表的直近値（平成16年度国民・健康栄養調査）の値に比べて多かった。これは、本研究の被験者が都市在住で歩数が多いからであると考えられる。

歩数と身体活動量の関係を見ると（図2）、23エクササイズに相当する歩数は11239歩であった。この値は研究1よりも多い値であった。これは、本研究の被験者の年齢が高く、高い強度の歩行運動が相対的に高いことにより、必要な歩数が多くなったと考えられる。

男性で、50歳代と60歳代の歩数はそれほど差がないが身体活動量は60歳代から急激に低下する。これは、

それらの年代で高い強度の身体活動が低下することによると推測される。女性では、20歳代をのぞくと歩数は多いにもかかわらず23メッツ・時/週を平均値で越えている群はなかった。今後は、女性についても身体活動量増加の施策が期待される。

E. 結論

研究1. 都市在住の女子大学生を中心とした20歳代女性の身体活動量は 23.1 ± 9.6 メッツ・時/週である。また、平均歩数は 10058 ± 2107 歩である。これらの値は、生活習慣病発症予防に必要な身体活動量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）で推奨されている値（身体活動：23メッツ・時/週，歩数8000歩から10000歩）に比べるとほぼ同程度の値となっていた。

研究2. サンプル数は少ないが、初めて各・性年齢別に歩数とメッツ・時/週で示される身体活動量の関

係が示された。これによると、平均値で23メッツ・時/週を超えているのは50歳代男性と20歳代女性のみであった。

F. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表

1. 高橋恵理、薄井澄誉子、樋口満、田畑泉：若年女性の身体組成と基礎代謝量：第53回 日本栄養改善学会学術総会：2006. 10. 26:

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

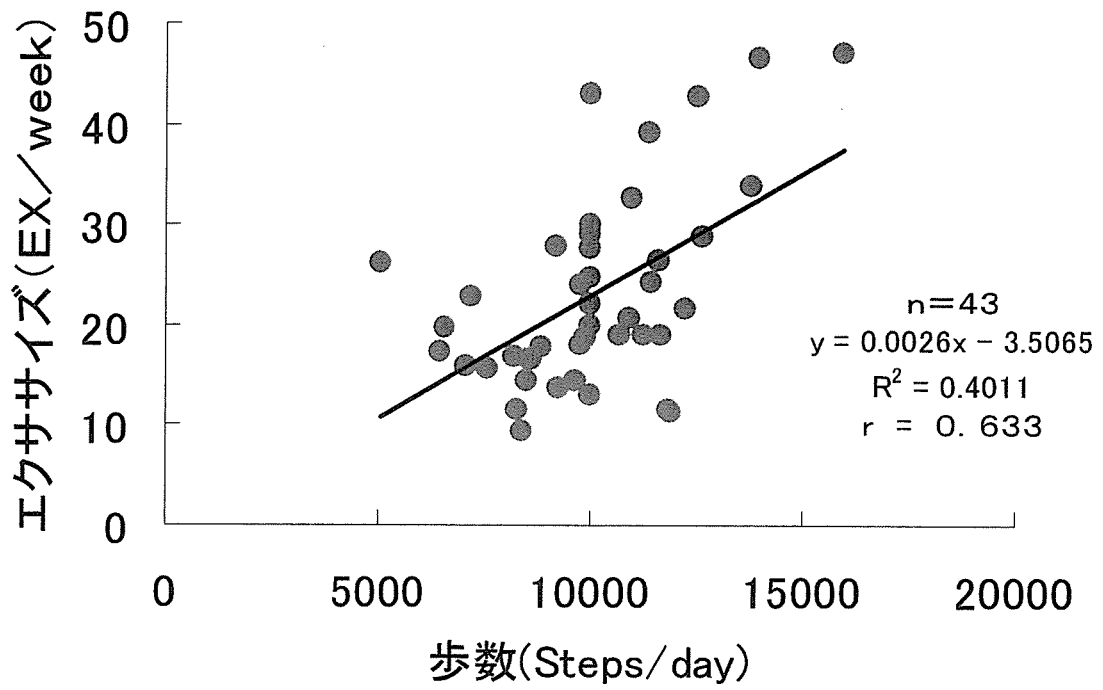
研究 1.

Table1 若年成人女性の身体的特徴

		2004-2006年		
		n=43		
		Mean		SD
年齢	(yr)	23.2	±	2.2
身長	(cm)	158.4	±	5.3
体重	(kg)	50.7	±	6.4
BMI	(kg/m ²)	20.2	±	2.2
LBM	(kg)	38.4	±	4.0
体脂肪率	(%)	25.1	±	4.2
最高酸素摂取量	(ml/kg/min)	33.9	±	4.8
身体活動量	(メッツ・時/週)	23.1	±	9.6
平均歩数	(歩/日)	10058	±	2107

平均値±標準偏差 BMI:body mass index ,LBM:除脂肪量

研究1 図1



研究 2

表 2.

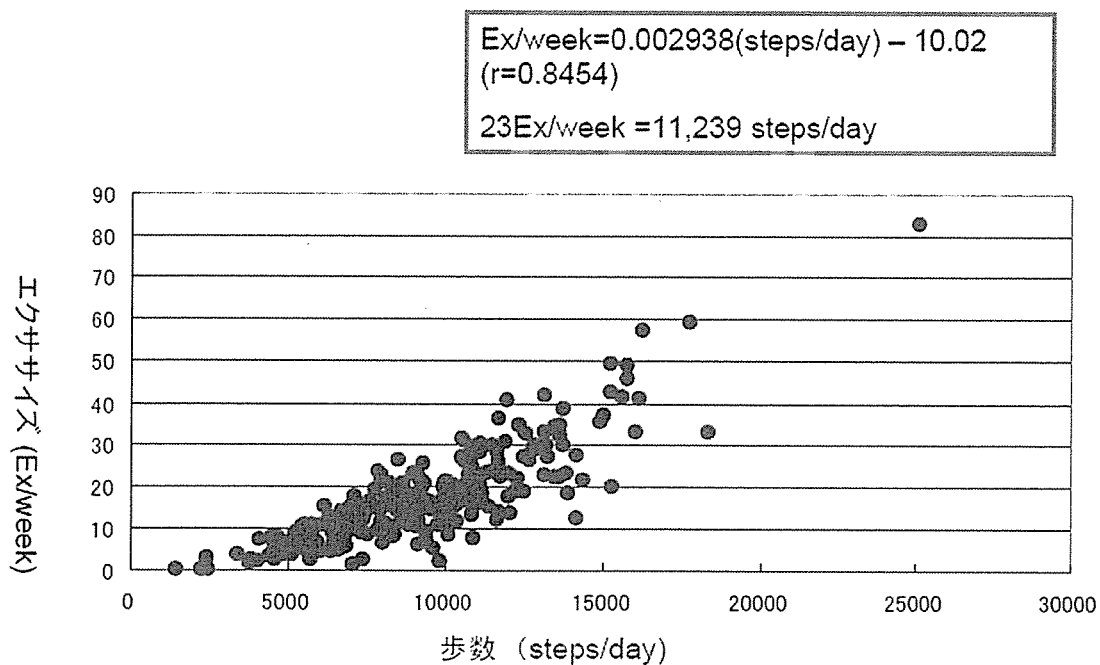
性・年代別のライフコーダで測定した 歩数とエクササイズ数

年代	男性			女性		
	n	歩数 (steps/day)	エクササイズ (Ex/week)	n	歩数 (steps/day)	エクササイズ (Ex/week)
20	23	9,522±3,438	21±12	28	11,165±3,278	26±13
30	6	11,113±2,357	19±6	12	9,100±2,250	17±8
40	5	11,650±2,017	22±10	33	9,827±2,496	17±9
50	4	9,651±3,336	24±10	31	10,004±3,830	18±14
60	16	9,269±3,285	15±9	42	8,245±2,972	15±10
70	12	7,865±2,603	12±8	16	7,092±2,106	10±7
80	3	7,853±4,292	9±10	3	4,461±2,470	4±3
計	69	9,403±3,316	18±11	165	9,269±3,317	17±12

研究 2

図 2.

歩数とエクササイズ数の関係



高齢ローイング愛好者のローイング運動とその他の身体活動

分担研究者 樋口 満 早稲田大学スポーツ科学学術院 教授

研究要旨

定期的にローイング（ボート漕ぎ）をしている高齢者のローイング練習の回数は、男女とも週に2回、1回の練習時間は1～2時間であった。また、ローイング練習以外の運動については、男性で週に約3回、女性で週に2回であり、1回の練習時間も約1時間となっており、一般の高齢者よりも高い頻度で長時間の運動をしていた。また、1日当たりの平均歩数も9千歩を上回っていた。最大酸素摂取量は一般高齢者よりも男性で約17%、女性では約70%高くなっていた。以上の結果から、ローイング・トレーニングをしている高齢者は、ローイング以外でも非常に活発な日常生活を送っており、心肺フィットネスレベルも高いことが明らかになった。

A. 研究目的

高齢者の体力の維持・増進に適切な運動として、生活習慣病予防の観点から有酸素運動が推奨されている。健康な成人体力を維持向上させるために適正な運動の質と量（アメリカスポーツ医学会）の見解の中でもウォーキングやランニング、水泳など様々な持久的ゲームなどといった、大筋群を使い、継続して行うことの出来る有酸素運動が推奨されている。有酸素運動の手段として現在では特別な道具を必要とせず手軽に行うことの出来るという点からもウォーキング、ランニングが最も推奨されており、一般的であるといえる。しかし、ウォーキングやランニングに比べて場所を選び、用具が非常に高価であるなど、限られた人にしか実行

できず、一般には浸透し辛いという現実もあるが、運動強度と練習時間を調節することによってボート（ローイング運動）も高齢者が実施可能な運動であると言えるであろう。

ローイング運動は座位で行いパワー発揮の際の衝撃小さいため、肥満者や膝などに障害を持つ人でも安全に行うことが出来、リズムカルな下肢の進展運動を含み、全身の骨格筋の多くが動員される有酸素運動であるため、筋量・筋力の維持・増進に効果的であると考えられている。

日本国内でも近年、仕事の定年を迎えた高齢者たちが集まり定期的にローイング運動を行う人たちが増えており、国内でも市民レガッタ（ボートレース）に併

設でのマスターズレガッタの開催なども増えており、高齢者の人たちがローイング運動をするための環境が少しずつ整い始めていると同時に、ローイング運動をする目的も出来始めている。また、高齢者のボート世界大会である世界マスターズレガッタへの参加も増えている。

競技レベルのボート選手は1日で見ると非常に多くのエネルギーを消費しているといえるが、練習以外の時間の大半を疲労回復のための休息时间とするため、練習以外の部分の身体活動が非常に少なくなる。そのため、練習以外の身体活動は一般の人より極端に少なくなることも稀ではない。

一方、高齢者でローイング運動をする人は競技レベルのローイング運動をする人と異なり、それぞれに適した強度で運動しているため、極端に疲労し、他の身体活動に対してまで影響があるということはないと思われる。しかし、健康増進のために生涯スポーツとしてボート（ローイング運動）を選んだ高齢者のローイング運動時以外の身体活動はどのようになっているのか明らかでない。

そこで、本研究では加速度計法と行動時間記録（生活時間調査）法を併用しローイング運動を日常的にする人の行動を記録すると共に、各種文献より一般高齢者の1日の消費エネルギーを調べ、ローイング運動を日常的にする人のローイング運動をしている時間以外の活動と一般高齢者のエネルギー消費活動を比較することとした。

B. 研究方法

対象者

三菱ボートクラブ所属または、東京外国語大学ボー

ト部OBで日常的にローイング運動をする男女合計40名（男性32名、女性8名）、平均年齢 67.6 ± 4.3 歳（男性 67.8 ± 4.4 歳、女性 67.1 ± 4.3 歳）。

体格、身体組成の測定

被験者には身長計測と、InBody720(株式会社BIOS PACE社製)による体重、体組成の測定などを行った。

身体活動量の推定

1日のエネルギー消費量を測定するために、対象者には1週間連続でライフコーダを着用してもらい、同時にタイムシートとして1日の行動記録をつけてもらった。ライフコーダについては基本的に入浴時、着替え時、水に濡れる可能性のある場合を除き、常時着用してもらった。また、取り外した時間は記録してもらった。ライフコーダのセンサーがきちんと反応するように、腰部密着させて装着させた。出来るだけ装着を義務付けたが、付け忘れたり、やむを得ずはずさなくてはならなかったりした時間は用紙に記入してもらい、そこはMETsによる推定法で計算した。その計算の際、未装着時はMETsで計算するが、その時間はライフコーダのデータにも基礎代謝分のエネルギーが含まれているため、その基礎代謝分は差し引いた。

最大酸素摂取量の測定

ローイングエルゴメーター（コンセプトII Model C）での漸進負荷法によって最大酸素摂取量の測定をした。測定に当たり、エルゴメーターのモニターに表示される発揮パワー（単位：W）を各ステップの負荷の目標値とするように被験者に指示した。安静の後、2分間の運動と15秒の安静を1セットとし100W前後（被験者の性別、体力レベルに合わせて前後させた）の負荷から25Wずつ増加した。各セットの運動中の心拍数を心電計でモニタリングし、各セットの安静時に運動

直後の主観的運動強度を記録した。これらの値と呼吸交換計（R値）の値を総合的に見て、次セットは運動を2分間続けられないと判断した時点で時間を短縮し最大努力での運動を行うように指示した。運動中の呼気ガスをMINATO AE300S（ミナト医科学株式会社製）よって分析し、運動中の酸素摂取量の最大値を最大酸素摂取量（ V_{O_2max} ）とした。

C. 研究結果

今回調査に協力していただいた被験者の身長は、男性 171.2 ± 6.2 cm（平均±標準偏差）、女性 155.8 ± 4.6 cmであり、体重は男性 69.4 ± 8.5 kg、女性 52.9 ± 7.4 kgであった。被験者のBMIは男性 23.7 ± 2.4 kg/m²、女性 21.7 ± 2.3 kg/m²であり、体脂肪率は男性 18.8 ± 5.3 %、女性 23.3 ± 7.9 %であった。

V_{O_2max} の絶対値の被験者平均は男性 2.39 ± 0.46 L/min、女性 1.69 ± 0.20 L/minであり、体重1kgあたりの相対的な平均 V_{O_2max} は男性 34.5 ± 6.7 ml/kg/min、女性 32.6 ± 5.7 ml/kg/minであった。

被験者のローイング運動以外での平均消費エネルギーは男性 273 ± 98 kcal、女性 290 ± 137 kcalであった。被験者のローイング運動以外での平均活動時間は男性 91 ± 21 分、女性 102 ± 36 分であった。また、被験者の1日の平均歩行数は男性平均 9024 ± 2311 歩、女性平均 9784 ± 3772 歩であった。

1週間のうち何日程度運動しているかというアンケート調査の結果、被験者の平均運動日数は男性で2.9日、女性で2.0日（ローイング運動はこの日数に含まない。）であり、その運動時間の平均は被験者の男性で55分、女性で58分であった。

D. 考察

今回の実験では、ローイング運動をする高齢者と一般高齢者のローイング運動以外の部分での身体活動の比較をしたが、ローイング運動を日常定期に行う高齢者は、ローイング運動以外でも1週間に平均3日程度の運動をしていた。これは一般の高齢者に比べて高い頻度である。ローイング運動をしている被験者は1週間に平均2日程度のローイング運動（エルゴメーター含む）をしているので、これを加えると平均5日程度の運動をしていることになる。また、その運動時間も一般高齢者の平均が40分に満たないのに対し、ローイング運動をする高齢者は60分ほどの運動をしていた。これは、厚生労働省による健康維持・増進に必要な身体活動・運動量で推奨されている「普通歩行程度の強度運動を1日約60分行う」と比べてみても質、量ともに大きく超えている。

身体活動量の基準として上げられている歩数で見ると1時間の歩行運動の中で6000歩、1日の生活を通じてさらに2000～4000歩、合計8000～10000歩を目標にしたいとされているが、すでにローイング運動をする高齢者の平均は目標値を達成しており平均9000歩ほどを歩いていた。さらにローイング運動をする高齢女性は平均10000歩近くを歩いていた。これは一般高齢者の平均7000歩の1.3倍に相当する。

ローイング運動をする高齢者では高い V_{O_2max} が認められた。山地(1992)によると体重あたりの値で60～69歳の男性平均 29.4 ml/kg/min、女性平均 19.2 ml/kg/minとされているが、ローイング運動をする高齢者では、男性で約17パーセント高い 34.5 ml/kg/min、女性で70パーセントも高い 32.6 ml/kg/minという結果だった。また、この結果は、「健康づくりのための運動基準20

06」による健康づくりのための最大酸素摂取量基準値の同年齢層の男性 (33 ml/kg/min) 、女性 (28ml/kg/min) の値を超えている。この値はローイング運動を定期的に行っていることも原因と考えられるが、加えて日常的に運動をする習慣が付いている人が多いということも原因として上げられると思われる。

ローイング愛好高齢者のBMIが一般高齢者とあまり変わらないことから、身長に対して体重が極端に重かったり、軽かったりすることがないというのがわかる。加えて、今回は被験者の体脂肪率の平均が男性で19%、女性で23%と、一般成人男性の平均15~20%、一般女性の平均20~25%という値の範囲内である。一般的には加齢とともに筋量は落ちていくため、体重は変わらなくとも体脂肪率は増えていくものである。しかし、ローイング運動をする高齢者は体脂肪率が極端に高いわけではないことから、ローイング運動が筋量を保ち、脂肪量の増加を防いでいることも再確認されたといえるだろう。

さらにYoshigaら(2002)によって、ローイング運動には冠動脈疾患のリスクファクターを減らす効果があることも報告されている。また、ローイング運動はパワー発揮の際の衝撃が小さいため肥満者や膝に障害を持つ人でも行うことが出来、艇やエルゴメーターのシートに体重が支えられているため、重大な損傷もおきにくい(Secher 1983)。

以上の結果、ローイング運動は高齢者の有酸素性能力や身体各部の筋力の低下を予防する効果があり、健康増進やリハビリテーションなどにも効果があることがわかる。

E. 結論

ローイング運動をする高齢者は、ローイング運動以外でも非常に活発な日常生活を送り、結果として一般高齢者に比べ非常に心肺フィットネスレベルも高いことが明らかになった。

F. 研究発表

1. 論文発表

- ①Sanada K, Kuchiki T, Miyachi M, McGrath K, Higuchi M, Ebashi H: Effects of age on ventilator y threshold and peak oxygen uptake normalised for regional skeletal muscle mass in Japanese men and women aged 20-80 years. *Eur J Appl Physiol.* 99(5):475-483, 2007.
- ②Wu J, Oka J, Tabata I, Higuchi M, Toda T, Fuku N, Ezaki J, Sugiyama F, Uchiyama S, Yamada K, Ishimi Y: Effects of isoflavone and exercise on BMD and fat mass in postmenopausal Japanese women: a 1-year randomized placebo-controlled trial. *J Bone Miner Res.* 21(5):780-789, 2006.
- ③Wu J, Oka J, Higuchi M, Tabata I, Toda T, Fujiooka M, Fuku N, Teramoto T, Okuhira T, Ueno T, Uchiyama S, Urata K, Yamada K, Ishimi Y: Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: a randomized placebo-controlled trial. *Metabolism.* 55(4):423-433, 2006.
- ④樋口満、薄井澄誉子：特集○メタボリックシンドロームの予防と治療—生活習慣と運動療法—■メタボリックシンドロームの病態 ■メタボリックシンドロームにおける高脂血症. *臨床スポーツ医学*24(3):277-282, 2007.

⑤樋口満、緑川泰史、坂本静男、金子香織：◇特集◇
スポーツにおける減量と体重調節 スポーツ選手の
体重調節—増量の生理と運動・食事摂取— 体育の
科学 57(3):192-199, 2007.

2. 学会発表

- ① Sonou T, Morifuji M, Sanbongi C, Higuchi M: Dietary whey protein enhances liver glycogen restoration after exercise in rats. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., May 31, 2006.
- ② Kawano H, Higuchi M, Miyachi M: Aging, and blood pressure responses to resistance exercise. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., May 31, 2006.
- ③ Okutsu M, Suzuki K, Ishijima T, Higuchi M: Exercise and/or stress hormones-induced expression of CC-chemokine receptor 2 on monocytes. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., June 1, 2006.
- ④ Sanada K, Miyachi M, Usui C, Miyatani M, Kawano H, Tabata I, Higuchi M: Absence of age-related increases in the risk of lifestyle-related diseases in male rowers. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., June 2, 2006.
- ⑤ Miyatani M, Miyachi M, Usui C, Kawano H, Ishikawa-Takata K, Higuchi M, Tabata I:

The relationship between physical activity, cardiovascular fitness, muscle strength and age-related change in body composition. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., June 2, 2006.

- ⑥ Nakatani A, hashimoto M, Higashida K, Higuchi M: Effect of diacylglycerol high fat diet on fat metabolism in rat skeletal muscle. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting, Denver, U.S.A., June 3, 2006.
- ⑦ Usui C, Miyatani M, Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Higuchi M: Regularly performed swimming exercise does not induce increase of basal metabolic rate associated with soft lean tissue mass in postmenopausal women. 11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, July 6, 2006.
- ⑧ Sanada K, Miyachi M, McGrath KF, Usui C, Higuchi M: Associations between regional muscle mass, muscle function, and bone mineral density in postmenopausal women. 11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, July 7, 2006.
- ⑨ Yashiro K, Sanada K, Usui C, Tabata I, Higuchi M: Abdominal skeletal muscle and adipose tissue cross-sectional area measured by magnetic resonance imaging in

older female swimmer. 11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, July 7, 2006.

- ⑩ Suzuki K, Oh T, Peake J, Kaneko K, Ishijima T, Ogawa K, Terada O, Mitsuda H, Sato K, Ishii C, Muraoka I, Higuchi M: Effects of carbohydrate and fluid intake on leucocyte and cytokine responses to endurance exercise in the heat. 11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, July 8, 2006.
- ⑪ 石島寿道、福永哲夫、坂本静男、樋口満：長時間最大下運動時の V02drift におけるトレーニングの影響。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.
- ⑫ 真田樹義、宮地元彦、田畑泉、鈴木克彦、樋口満：中高年男性を対象としたメタボリックシンドロームの発症と体力および身体組成との関係。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.
- ⑬ 高橋恵理、薄井澄誉子、樋口満：若年女性の基礎代謝量に及ぼすスポーツ活動と身体組成の影響。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.
- ⑭ 高田英宣、藤本恵理、樋口満、藤生訓尚、田畑泉：高強度間欠的水泳運動トレーニングと大豆イソフラボン摂取の併用が骨格筋グリコーゲン濃度に及ぼす影響。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.

⑮ 小池直美、大家千枝子、樋口満、木村典代：運動環境の違いによるスポーツ選手の血中カロテノイド濃度と抗酸化能について。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.

⑯ 呉泰雄、樋口満、彼末一之、薄井澄誉子、石島寿道、村岡功、坂本静男、光田博充、石井千広、鈴木克彦：暑熱環境下における 90 分間運動中の自由なハイポトニック飲料摂取が血漿量の変化に及ぼす影響。第 61 回日本体力医学会大会、神戸、9 月 24-26 日、2006.

⑰ 金子香織、薄井澄誉子、樋口満：聴覚障害者（デフ）スポーツ選手の身体活動量と栄養・食事摂取状況や食意識。第 53 回日本栄養改善学会学術総会、つくば、10 月 25-27 日、2006.

⑱ 高橋恵理、薄井澄誉子、樋口満、田畑泉：若年成人女性の身体組成と基礎代謝量。第 53 回日本栄養改善学会学術総会、つくば、10 月 25-27 日、2006.

G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし