

平成22年 6月 18日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19300233
 研究課題名（和文） 高齢者の生活機能向上に資する簡易筋力トレーニングプログラムの開発
 研究課題名（英文） Home-based exercise training program for improving activity of daily living in the elderly individuals
 研究代表者
 福永哲夫（FUKUNAGA TETSUO）
 鹿屋体育大学
 研究者番号：40065222

研究成果の概要（和文）：高齢者を対象に、3ヶ月間の家庭で簡便に行える筋力トレーニングの効果を検証し、その結果に基づいて運動プログラムを開発した。トレーニング動作として、椅子の座り立ち動作、踵の上げ下ろし動作、上体起こし動作など日常生活動作を用いた。被験者には各動作を毎日2～3セット（16回/セット）実施させた。3ヶ月間の筋力トレーニングは、筋肉量、筋力および日常生活遂行能力を増加させ、質問紙による Quality of Life (QOL) 指標を改善させた。また、トレーニングの効果は、トレーニング実施前の体重当たりの筋力レベルによって異なることが明らかとなった。以上の結果から、日常生活動作を用いた家庭で簡便に行える筋力トレーニングは、実施者の筋力レベルを調べた上で、効果が期待できる場合には毎日2～3セット（16回/セット）のトレーニング量でトレーニングを実施すれば、QOLの改善につながる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study were to examine the effect of resistance training employing daily physical actions and to design the exercise training program for the elderly individuals. The subjects performed the training exercise, such as sitting onto and standing from a chair, calf raise and sit-up actions, for 3 months (every day, 2-3 sets/day, 16 times/set). The 3-month exercise training increased the muscle thickness, muscle strength and the ability to perform activities of daily living, and improved scores of index of QOL. The effect of the present resistance training affected the level of muscle strength per body weight before intervention. These findings indicate that the present resistance training program is useful for the elderly individuals with lower force-generating capacity to improve QOL.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	6,300,000	1,890,000	8,190,000
2008年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2009年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：Quality of life、ホーム貯筋プログラム、自体重負荷

1. 研究開始当初の背景

骨格筋量および筋力は加齢にとともに低下する。その低下の度合いは、上肢よりも下肢筋群のほうが大きい。高齢者の日常生活遂行能力は下肢筋群と関連があることから、高齢者の下肢筋群の骨格筋量および筋力の低下を防ぐことは、自立した生活を営むために重要である。

高齢者の骨格筋量および筋力の加齢による低下を防ぐ方策として、トレーニング器具を用いた筋力トレーニングが有効である。しかしながら、この方法は設備の費用や怪我の発生率が高い。近年、自体重負荷を用いた筋力トレーニングの効果を検討した報告がなされてきた。この方法は、誰にでも容易に実施できるという利点を持っているが、トレーニング効果に一樣の見解が得られていない。自体重負荷を用いたトレーニングの効果の要因を明らかにすることができれば、高齢者のような体力レベルの低い者がどこでも容易に行える運動プログラムを開発することができる。

2. 研究の目的

高齢者を対象に、貯筋トレーニングが骨格筋量、筋力および Quality of Life (QOL) に及ぼす影響を明らかにし、その結果に基づいて家庭で簡便に実施可能なトレーニングプログラムを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

① 被験者

対象者は特別な疾患のない健康な高齢者とした。サンプルの収集にあたっては、自治体からの協力を得て広報し参加を呼びかけた。教室開始前にプロジェクト参加に関するインフォームド・コンセントを実施した。その際、参加者には、毎週の貯筋トレーニング教室に参加する介入群と、前後の測定にのみ参加するコントロール群とを選択してもらった。これらの手順により合計 138 名(男性 42 名, 女性 96 名)が参加し、そのうち 110 名を運動介入群とし、28 名をコントロール群とした。

② 実験プロトコル

被験者は 3 ヶ月間の貯筋トレーニングを行った。トレーニング開始および終了後に、超音波法による筋肉の厚さ(筋厚)、静的筋力測定装置で膝関節伸展および足関節底屈動作による最大随意関節トルクを測定した。なお、測定当日に被験者の体調を考慮して、6 名の被験者は実施しなかったため、解析デー

表1 被験者特性

	介入群(n=110)		コントロール群(n=28)		
	n	%	n	%	
<時期>	前期	63	57.3	20	71.4
	後期	47	42.7	8	28.6
<地域>	始良町	36	32.7	15	53.6
	鹿屋市	74	67.3	13	46.4
<性別>	男性	32	29.1	10	35.7
	女性	78	70.9	18	64.3
<年代>	60歳未満	7	6.4	3	10.7
	60歳以上65歳未満	21	19.1	3	10.7
	65歳以上70歳未満	52	47.3	10	35.7
	70歳以上75歳未満	23	20.9	12	42.9
	75歳以上	7	6.4	0	0.0
平均年齢(平均±標準偏差)	66.8±4.9		66.8±5.8		

タ人数は 132 名であった。日常生活動作能力(ADL)の指標として、椅子の座り立ちテスト、5m 最大歩行テスト、上体起こしテストを行った。また、QOL の指標として、SF-36v2 (Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Version 2)、主観的幸福感(改訂 Philadelphia Geriatric Center Morale Scale)、生活満足度(Life Satisfaction Index-A)を調査した。図 1 に研究デザインを示す。

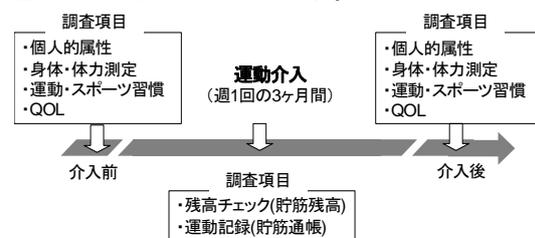


図 1 研究デザイン

③ 貯筋トレーニング

被験者には、図 2 に示した貯筋トレーニングプログラムを毎日自宅で 2~3 セット(16 回/set) 行うように指示した。また、各被験者の毎日のトレーニング量を事前に渡したノートに記録させた。週に 1 回運動教室を開催した。そのときに、検者が被験者の 1 週間のトレーニング量を確認し、記録した。

4. 研究成果

① 貯筋トレーニングによる身体組成の変化

3 ヶ月間の貯筋トレーニングは、体重(55.7 ± 8.1 kg → 55.1 ± 22.9 kg, t = 2.28, p<0.05) および体脂肪率(28.3 ± 7.0 kg → 27.6 ± 7.1 kg t = 3.56, p<0.05)を減少させた。腹部(0.9 ± 0.2 cm → 1.0 ± 0.2 cm, t = -11.48, p<0.05) および大腿前部(3.9 ± 0.7 cm → 4.0 ± 5.3 cm, t = -2.75, p<0.05)の筋厚は 3 ヶ月間のトレーニングによって増加した。コントロール群では、いずれも有意な変化は認められなかった。

② 貯筋トレーニングによる QOL の変化

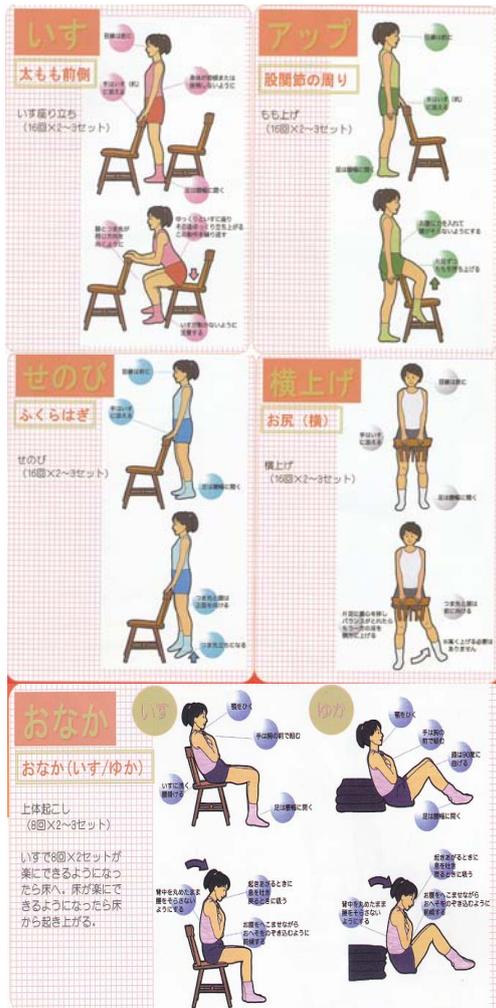


図2 貯筋トレーニングプログラム

日常生活動作(ADL)の因子では、介入別に測定前後で比較した結果を表2に示す。コントロール群では、介入前後で有意な差を認められなかった。一方、介入群では、全ての因子で平均値が増加し、「手段的自立」では介入前の4.89から介入後の4.96へ、「社会的役割」では介入前の3.77から介入後の3.89へ、「ADL総合」では介入前の12.41から介入後の12.66と有意に向上した。

表2. 日常生活動作能力(ADL)の介入前後比較(因子別)

下位尺度	測定時期	介入群			t値	コントロール群			t値
		n	mean	S.D.		n	mean	S.D.	
手段的自立	前	110	4.89	0.41	-2.03 *	28	4.96	0.19	-1.00 n.s.
	後	110	4.96	0.19		28	5.00	0.00	
知的能動性	前	110	3.75	0.51	-1.62 n.s.	28	3.79	0.50	1.36 n.s.
	後	110	3.81	0.48		28	3.68	0.72	
社会的役割	前	110	3.77	0.60	-2.79 **	28	3.79	0.69	0.00 n.s.
	後	110	3.89	0.37		28	3.79	0.50	
ADL総合	前	110	12.41	1.07	-3.41 ***	28	12.54	1.07	0.57 n.s.
	後	110	12.66	0.65		28	12.46	1.04	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

次に項目による比較において、介入群では「バスや電車を使って一人で外出できますか」の項目で、「はい」と回答した者の割合

が介入前の98.2%から介入後の100.0%に増加し、「自分で食事の用意ができますか」の項目で、介入前の93.6%から介入後の97.3%に増加し、「友達の家を訪ねることがありますか」の項目で介入前の89.1%から介入後の95.5%に増加した。

SF-36v2の介入別に測定前後で比較した結果を表3に示す。コントロール群では測定前後で有意な変化は認められなかった。一方、介入群では、トータルスコアである「身体的健康感」で介入前の49.96から介入後の48.24へと有意に低下した。身体的健康感が低下した原因は、「日常役割機能(身体)」で介入前の90.87から介入後の87.92と低下傾向にあったことが最も影響したと考えられる。また、身体的健康感を規定する項目の低下(「仕事や普段の活動をする時間を減らしましたか」「仕事や普段の活動が思ったほど、できなかったですか」「仕事や普段の活動をするのが難しかったですか」)が身体的健康感の低下に影響したと考えられる。「心の健康」という因子では、介入前の78.98から介入後の83.19へと有意に増加し、トータルスコアである「精神的健康感」も介入前の52.92から介入後の56.60へと有意な増加が認められた。項目ごとに検討した結果、「どうにもならないくらい気分が落ち込んでいましたか」「落ち込んで憂鬱な気分でしたか」「疲れ果てていましたか」「疲れを感じましたか」といった項目は有意に向上し、このことが精神的健康感の増加に影響を与えたと考えられる。

生活満足度の因子では、介入別に測定前後で比較した結果を表4に示す。コントロール群では、「目標達成」を除く全ての因子において平均値が低下したが、統計的には有意な差は認められなかった。一方、介入群では、全ての因子の平均値が増加し、「興味・関心」では介入前の3.96から介入後の4.41に、「目標達成」では介入前の1.42から介入後の1.60に、「自己概念」では介入前の1.51から介入後の1.80に、「LSI-A総合」では、介入前の10.74から介入後の11.90へと有意に改善された。また、項目ごとに比較した結果においても、コントロール群では変化はみられなかった。一方、介入群では、「自分の人生はやり方によっては今よりもっと良くなったと思う」の項目において、介入前の0.17から介入後の0.33へと、「今が自分の人生の中で最も退屈な時間であると思う」の項目において、介入前の0.85から介入後の0.96へと有意に向上していることが認められた。

下位尺度得点	介入群 n=108				コントロール群 n=28			
	介入	mean	S.D.	t 値	mean	S.D.	t 値	
身体機能	前	89.35	11.13	-0.50 n.s.	86.07	13.50	-0.23 n.s.	
	後	89.86	10.69		86.61	13.48		
日常生活機能(身体)	前	80.87	12.79	1.79 n.s.	86.85	14.05	-0.08 n.s.	
	後	87.92	17.45		87.07	16.13		
体の痛み	前	75.12	22.80	-0.21 n.s.	68.11	23.85	-1.68 n.s.	
	後	75.64	21.83		76.75	25.28		
全体的健康感	前	67.27	15.47	-1.68 n.s.	65.21	14.73	0.75 n.s.	
	後	69.51	15.12		63.71	15.18		
活力	前	75.08	15.99	-1.32 n.s.	70.11	18.02	0.07 n.s.	
	後	77.28	15.53		69.89	14.83		
社会生活機能	前	87.50	18.95	-0.53 n.s.	86.61	16.29	0.00 n.s.	
	後	88.54	18.42		86.61	16.29		
日常生活機能(精神)	前	91.75	12.92	0.36 n.s.	90.78	14.76	1.04 n.s.	
	後	91.20	15.62		87.50	15.14		
心の健康	前	78.98	16.10	-2.43 *	79.64	17.58	0.83 n.s.	
	後	83.19	13.95		76.96	15.77		
身体的健康感	前	49.96	6.38	2.24 *	47.46	8.59	-0.37 n.s.	
	後	48.24	8.35		48.02	8.65		
精神的健康感	前	52.92	6.18	-5.27 ***	51.63	7.59	-1.13 n.s.	
	後	56.60	7.75		53.32	7.39		

*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

主観的幸福感(PGC モラル・スケール)の因子では、介入別に介入前後で比較した結果を表4に示す。コントロール群では、介入前後で統計的には有意な差は認められなかった。一方、介入群では、全ての因子の平均値が増加し、「心理的動揺」では介入前の4.43から介入後の4.69に、「孤独感・不満足感」では介入前の4.69から介入後の4.85、「PGC総合」では、介入前の12.85から介入後の13.39へと有意に改善された。また、項目ごとに比較した結果で、介入群・コントロール群共に変化はみられなかった。一方、介入群では、「自分の人生はやり方によっては今よりもっと良くなったと思う」の項目で介入前の0.17から介入後の0.33へと、「今が自分の人生の中で最も退屈な時間であると思う」の項目で介入前の0.85から介入後の0.96へと有意に向上した。このことから、運動介入が主観的幸福感を向上させるが示唆された。

下位尺度	測定時期	介入群				コントロール群			
		n	mean	S.D.	t 値	n	mean	S.D.	t 値
心理的動揺	前	110	4.43	1.49	-2.30 *	28	4.36	1.42	-1.62 n.s.
	後	110	4.69	1.37		28	4.75	1.17	
老いに対する態度	前	110	3.73	1.11	-1.07 n.s.	28	3.50	1.23	0.16 n.s.
	後	110	3.85	1.12		28	3.46	1.17	
孤独感・不満足感	前	110	4.69	1.04	-2.04 *	28	4.75	1.38	1.00 n.s.
	後	110	4.85	1.02		28	4.61	1.26	
PGC総合	前	110	12.85	2.77	-2.52 **	28	12.61	3.19	-0.51 n.s.
	後	110	13.39	2.74		28	12.82	2.82	

*p<0.05

③貯筋トレーニングによる筋力の変化

膝関節伸展トルク(図3)および足関節底屈トルク(図4)は、3ヶ月間のトレーニングプログラムによって有意に増加した。つまり、3ヶ月間の貯筋トレーニングは下肢筋群の筋力を増加させることを示している。しかしながら、図3および4からも読み取れるように、筋力の改善の程度には個人差が観察できる。そこで、トレーニング前の体重当たりの関節トルクとトレーニング前後の関節トルクの変化率との関係を検討した(図5)。その結果、両変数間の相関関係は有意であった。これは、トレーニング前の体重当たりの関節トルクレベルが貯筋トレーニングの効果に影響することを示している。さらに、両変数間の関係は、傾きの異なる2本の回帰式で表すことができた。言い換えると、トレーニング前の体重当たりの筋力がある閾値を下回った場合に、貯筋トレーニングの効果が大き

くなることを意味している。

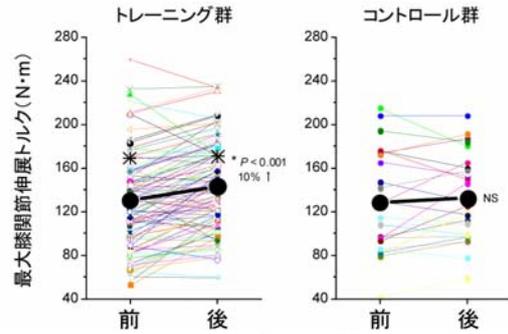


図3 トレーニング前後の膝関節伸展トルク

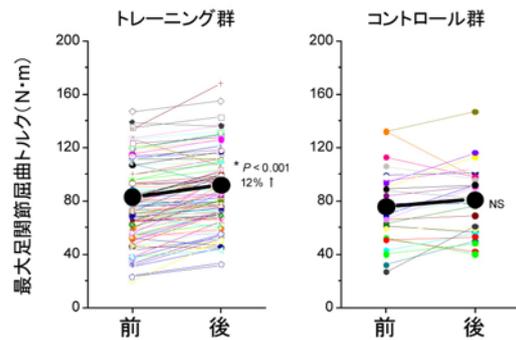


図4 トレーニング前後の足関節底屈トルク

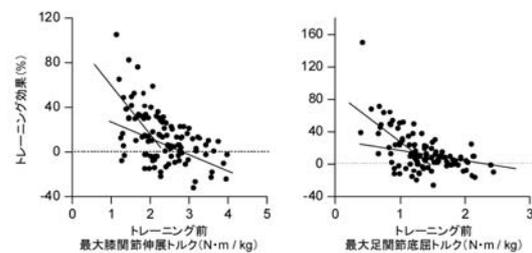


図5 トレーニング前の体重当たりの関節トルクとその変化率との関係

④貯筋トレーニングによる日常生活動作遂行能力の変化

3ヶ月間の貯筋トレーニングは、上体起こしの実施回数(12.5±7.0回→18.9±5.8回)、10回の椅子の座り立ちタイム(11.0±3.8秒→8.4±1.0秒)および5m最大歩行タイム(1.9±0.3秒→1.6±0.2秒)を有意に増加させる。10回の椅子の座り立ちタイムおよび5m最大歩行タイムはコントロール群でも有意に低下したが、その低下はトレーニング介入群よりも小さかった。

⑤貯筋プログラムの開発と効果のまとめ

3ヶ月間の貯筋トレーニングは、筋肉量、筋力および日常生活遂行能力を増加させ、QOL指標(質問紙によるADL、SF36-v2、主観的幸福感)を改善する。一方で、貯筋トレーニングの筋力に対する効果は、トレーニング実施前の筋力レベルによって異なる。

そこで、貯筋トレーニングを実施までの概要を図6にまとめた。まず、貯筋トレーニングの効果は実施者の体力レベルに影響することから、実施者の体力レベルを評価する必要がある。我々は、体重と下肢長と10回の椅子の座り立ちテストから簡便に筋力を評価する方法を開発した(Takai et al., 2009)。その方法を用いて実施者の筋力レベルを判断し、貯筋トレーニングが適用できるか否かを判断する。適用可能であると判断された場合に、図2に示すような家庭で簡便に行える椅子の座り立ち動作、踵の上げ下ろし動作、上体起こし動作を、毎日2~3セット(16回/セット)実施させる。その結果、主観的健康度および客観的健康度の両方が改善され、QOLが向上することになる。

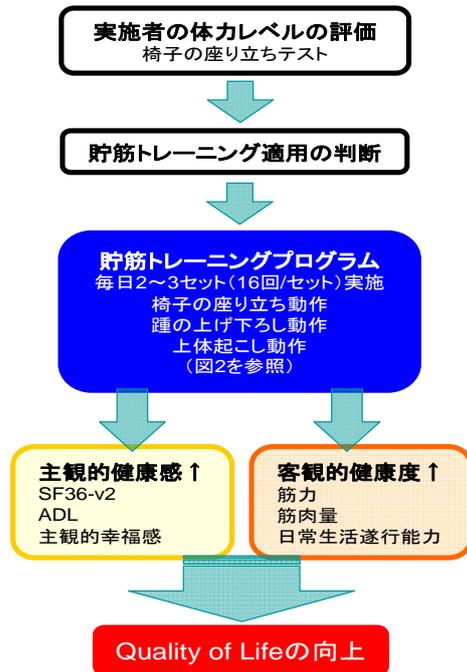


図6 貯筋トレーニングプログラムの概要

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計20件)

1. Akagi, R., Takai, Y., Wakahara, T., Kato, E., Ohta, M., Kanehisa, H., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Development of an equation to predict muscle volume of elbow flexors for men and women with a wide range of age. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 108, 689-694, 2010.

2. 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*, 108(6), 1239-45, 2010.

3. Kato, E., Kanehisa, H., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Changes in ankle joint stiffness by stretching: the role of tendon elongation of gastrocnemius muscle. *Eur. J. Sport Sci.*, 10, 111-119, 2010.

4. Mitsukawa, N., Sugisaki, N., Miyamoto, N., Yanai, T., Kanehisa, H., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Fatigue-induced changes in synergistic muscle force do not match tendon elongation. *J. Biomech.*, in press.

5. Miyamoto, N., Mitsukawa, N., Sugisaki, N., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Joint angle dependence of inter-muscle difference in postactivation potentiation. *Muscle Nerve*, 41, 519-523, 2010.

6. Miyamoto, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Effect of postactivation potentiation on the maximal voluntary isokinetic concentric torque in humans. *J. Strength Cond. Res.*, in press.

7. Ushiyama J, Wakahara T, Masani K, Kouzaki M, Muraoka T, Fukunaga T, Kanehisa H. Passive knee movement-induced modulation of the soleus H-reflex and alteration in the fascicle length of the medial gastrocnemius muscle in humans. *J Electromyogr Kinesiol* 20: 513-2, 2010.

8. Wakahara, T., Takeshita, K., Kato, E., Miyatani, M., Tanaka, N. I., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. Variability of limb muscle size in young men. *Am. J. Human Biol.*, 22, 55-59, 2010.

9. Akagi, R., Takai, Y., Kato, E., Fukuda, M., Wakahara, T., Ohta, M., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. Relationships between muscle strength and indices of muscle cross-sectional area determined during maximal voluntary contraction in middle-aged and elderly individuals. *J. Strength Cond. Res.*, 23, 1258-1262, 2009.

10. Akagi, R., Takai, Y., Ohta, M., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. Muscle volume compared to cross-sectional area is more appropriate for evaluating muscle strength in young and elderly individuals. *Age Aging*, 38, 564-569, 2009.

11. Mitsukawa, N., Sugisaki, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T., Kawakami, Y.

Fatigue-related changes in fascicle-tendon geometry over repeated contractions: difference between synergist muscles. *Muscle Nerve*, 40, 395-401, 2009.

12. Miyamoto, N., Fukunaga, T., Kawakami, Y. Evidence for inter-muscle difference in postactivation potentiation in the human triceps surae: A mechanomyographic study. *Muscle Nerve*, 39, 703-705, 2009.

13. Takai, Y., Ohta, M., Akagi, R., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength of the elderly. A novel approach. *J. Physiol. Anthropol.*, 28, 123-128, 2009.

14. Wakahara, T., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. Effects of knee joint angle on the fascicle behavior of the gastrocnemius muscle during eccentric plantar flexions. *J. Electromyogr Kinesiol.*, 19, 980-987, 2009.

15. Akagi, R., H. Kanehisa, Y. Kawakami and T. Fukunaga. Establishing a new index of muscle cross-sectional area and its relationship with isometric muscle strength. *J. Strength Cond. Res.*, 22, 82-87, 2008.

16. Ikegawa, S., K. Funato, N. Tsunoda, H. Kanehisa, T. Fukunaga and Y. Kawakami. Muscle force per cross-sectional area is inversely related with pennation angle in strength trained athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 22, 128-131, 2008.

17. Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. The relationship between passive ankle plantar flexion joint torque and gastrocnemius muscle and achilles tendon stiffness: implications for flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(5), 269-76, 2008.

18. Kubo, K., Y. Ishida, S. Suzuki, T. Kommuro, H. Shirasawa, N. Ishiguro, Y. Shukutani, N. Tsunoda, H. Kanehisa and T. Fukunaga. Effect of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. *Scand J Med Sci Sports*, 18, 31-39, 2008.

19. Sawai, S., Y. Takai, K. Saegusa, T.

Yoshioka and T. Fukunaga. Levels of muscular activity in different parts of the body during basic nursing actions. *Int J Sports Health Sci*, 6, 1-14, 2008.

20. Takai Y, Sawai S., Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Age and sex differences in the levels of muscular activities during daily physical actions. *Int J Sports Health Sci*, 6, 169-181, 2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福永 哲夫 (FUKUNAGA TETSUO)

鹿屋体育大学 学長

研究者番号：40065222

(2) 研究分担者

沢井 史穂 (SAWAI SHIHO)

女子美術大学 教授

研究者番号：10245631

(3) 連携研究者

川上 泰雄 (KAWAKAMI YASUO)

早稲田大学 教授

研究者番号：60234027

金久 博昭 (KANEHISA HIROAKI)

鹿屋体育大学 教授

研究者番号：50161188

神崎素樹 (KOUZAKI MOTOKI)

京都大学大学院 准教授

研究者番号：30313167

久保啓太郎 (KUBO KEITAROU)

東京大学 助教

研究者番号：70323459

田中(柳谷) 登志雄 (TANAKA TOSHIO)

順天堂大学 准教授

研究者番号：90384148