

高齢者の運動療法に関する基礎的研究

分担研究者 松原 充隆 名古屋市総合リハビリテーションセンター 企画研究局参事

移動能力を中心とした簡易の評価方法を検討した。今回は、基礎体力としてエルゴメーターにより無酸素性運動閾値を求めるほかに、握力、長座位体前屈、閉眼片足立ち、レッグパワー、重心動揺、総合運動能(椅子から立ち上がり 6m先の椅子に腰掛け、戻ってきて元の椅子に座るまでに要する時間)、歩行速度の測定を行った。その結果、自立度のレベルによって、基礎体力、総合運動能、歩行速度には有意な差がみられた。また、6ヶ月の運動指導後では、基礎体力、総合運動能、の改善がみとめられた。

A. 研究目的

高齢者の運動療法に関して前年度は運動習慣の有る対象者とない対象者では、有酸素運動能や下肢の筋力に明らかに運動習慣のある対象者が優れていることが確認できた。高齢者の自立に関して重要な要素は移動能力と考えられ、今年度はその移動能力に関して歩行速度、基礎体力としての乳酸閾値(LT)、また日常生活の総合的な運動能力として統合運動能を測定、検討した。

B. 研究方法

対象:本研究に協力の同意が得られた28例である。年齢は63歳から83歳で男性24例女性4例である。また、今回の調査では運動指導は週2回を原則とし、2週間以上運動ができなかった対象者は除外した。

方法:今回は移動能力中心に簡易の評価法を考慮することも目的とした。

(1) 基礎体力(乳酸閾値)の検討

エルゴメーター(フクダ電子社製)による1分間15wattのramp負荷により測定した。肘静脈

にカテーテルを留置し30秒ごとに運動終了まで採血をし、酵素法で血中乳酸を測定した。

また同時に呼吸代謝(チェスト社製 セントーラII)、ECG、血圧も同時に測定した。その血中乳酸値の結果から乳酸閾値(LT)をした。また、呼吸代謝測定によるガス分析から無酸素運動閾値(AT)を計算し、その値も参考にした。

(2) 体力測定

握力、柔軟性として長座位体前屈、平衡機能として閉眼片足立ち、また下肢の筋力として昨年度はバイオデックスによる測定を行ったが、膝関節痛を誘発することも考え本年度は下肢全体の筋力(伸展運動)としてレッグパワーを測定した。

(3) 平衡機能

NEC三栄製の重心動揺計で測定した。そのうち今回は閉眼閉脚のX、Y軸の重心移動距離と重心移動面積で検討した。

(4) 移動能力の評価

移動能力の評価として今年度は、日常生活の動作で基本的な立つ、座る、歩く、回るの動

作を取り入れた評価を考案した。椅子に腰掛けた状態から6mはなれた椅子に腰掛け再度もとの椅子に戻る時間を測定するものである。さらに、中間位置(3m地点)に椅子を置きその周りを1周し戻りには逆回転で1周させた。この時間を統合運動能として検討した。

(5) 歩行速度

Vine社により開発された歩行速度測定装置(Speed meter)を使用し、20mの歩行を科し、その結果からmax speed、平均speed、歩行開始から1mまでのlap timeの計測ができるようソフトを開発した。

(倫理面への配慮)

対象者には、研究の目的、方法、利益、危険性等の説明を行い、研究への協力の同意を得た。データの解析にあたっては、個人名が同定できないように、ID番号で処理した。データは施設内で管理した。

C. 研究結果

(1) 基礎体力(乳酸閾値)

採血が完結できた対象者 28 例を高年齢者自立度のJ1、J2、Aの3群で比較すると、有酸素運動能を表す乳酸閾値は平均でJ1(n=17):70.3watt、J2(n=8):49.4watt、A(n=3):42.5wattでJ1とJ2で危険率1%以下でJ1が高値であった。Aは例数が少なく検定はできなかった(図1)。

6ヶ月の運動指導の乳酸閾値に対する影響は協力の得られた11例のうちLTが改善傾向を示したものは7例で変化が見られなかったものは4例であった。その内訳はJ1クラスで6例中3例、J2クラスは3例中2例、Aクラスでは2例中2例であった。まだ検討例数が少ないが、自立度の低いクラスAやJ2は運動指導方法にもよるが有酸素運動能

が改善する可能性がよりあると考えられた(表1)。

(2) 運動能力(統合運動能)

統合運動能と下肢筋力(レッグパワー)との関連性は寄与率0.305と有意な関係がみられた(図2)。同様に長座位体前屈との関連も寄与率0.42と有意な関係がみられた(図3)。平衡機能のY軸移動距離と移動面積は統合運動能との関連は両者ともほぼ寄与率0.138でわずかながら関係の傾向が見られた(図4)。敏捷性は歩行速度測定時の1mlap timeで統合運動能と検討した。寄与率は0.518で有意な相関をしめした(図5)。Max speedと統合運動能との関連の寄与率は0.752と高い相関をしめした(平均speedも同様)(図5)。

高齢者自立度と統合運動能の関係は、J1:16.45±0.8sec、J2:27.25±2.05sec、

A:34.53±1.21secでJ1群とJ2群には有意差が見られた(p<0.01)。Aは例数が少ないため今回は検定しなかった(図6)。

また、6ヶ月間の運動指導の統合運動能への影響を調査してみると、J1群4例中2例が改善、J2群3例中2例、A群4例中3例のtimeが改善した(表2)。

しかし、クラスが改善できたものはA2からA1、A1からJ2が2例で12例中3例のみであった。これは乳酸閾値の運動指導による変化と類似していた。

(3) 歩行速度

歩行速度と高齢者自立度を検討すると、1mのlap time(敏捷性)ではJ1群が1.72secとJ2群の2.8secより優位に速かった(p<0.01)。A群は参考までに3.08secであった(図7)。Max speedでは、J1群は2.9m/secでJ2群の2.3m/secより優位に速かった(p<0.0

5)。ちなみに A 群は 1.9m/sec であった(図 7)。

6 ヶ月の運動指導による歩行速度への影響は、Max speed は 7 例中 6 例で速くなり、平均 speed でも 7 例中 5 例が速くなり、1m Rap time では 7 例中 6 例が速くなっていた(表3)。

この歩行速度と下肢筋力関係は、Max speed との関係は寄与率 0.312 と関連性が見られたが、しかし、1m の Rap time と下肢筋力との関係は全く見られなかった(図8)。次に柔軟性(体前屈)との関連では、Max speed が寄与率 0.2 に対し 1m の Rap time は寄与率 0.344 と有意な関連がみられた(図 8)。

D. 考察

高齢者の運動に関して従来より、維持療法が中心のように考えられてきた。しかし、近年高齢化社会を向かえたが現在の高齢者は過去よりその体力や運動能力は高いように思われる。しかし、一方では加齢に伴う疾患や症状が多く見られるようになってきた。このような状況のなかで運動をすることが難しい場合や、時にはどこでどのような運動をすればよいのかわからなく、徐々に虚弱化し、いわゆる老年症候群的な疾患が多くなってきている。

今回の研究に先立ちリハビリテーションセンター内にスポーツセンター職員の体育指導師、理学療法士、検査技師と医師で新たなワーキンググループの組織を立ち上げた(運動療法科)。この組織によりメディカルチェック(医師と検査技師)、運動処方(医師、体育指導師、理学療法士)、評価(医師、検査技師、体育指導師)が有機的に行えるようになった。それにより、従来リハビリテーションに加え、運動機能改善

に多くのスポーツ科学に基づいた方法を取り入れた。

今回の研究では、高齢者自立度からのアプローチを優先させ、その要素の中で重要と思われる移動に焦点をあてた。また、どの施設でも簡便にさらに特別な器具も必要がなく、しかも日常生活の中で頻度の高い動作(起立、歩行、方向転換、座る)の組み合わせの中で考案した。この評価法は下肢筋力、柔軟性、平衡機能、敏捷性などの組み合わせであると考えられる。この評価法は歩行速度測定より簡便でしかも下肢筋力、歩行速度に柔軟性や敏捷性の統合運動能と考えられ、今後運動指導の簡便な追跡評価法として使用できる可能性がある。

対象者を高齢者自立度から J1、J2、A1A2(ランク A は例数が少なく A として参考にした)に分類し検討した。基礎体力(体力、持久力)では J1 と J2 では乳酸閾値の明らかな差があり、さらに参考ではあるが A 群はさらに低値を示した。今回検討ができなかったが、運動後(Max)の乳酸代謝が高齢者では是正されにくく(体力医学会発表)運動処方、特に筋力トレーニングなどの無酸素運動を処方する上で、特に高齢障害者では十分な注意が必要と考えられ今後の課題と思われる。歩行速度においても J1、J2、A の順に低下しており、1m の Lap time(敏捷性)も同様であった。これは下肢筋力低下の問題ばかりでなく、柔軟性や敏捷性の低下が関与しているものと考えられる。日常生活動作に関連する統合運動能も J1、J2、A(参考値)の順に能力は低下する傾向にあった。この動作は歩行速度及び 1m lap time(敏捷性)に大きく関連するが、その他下肢筋力や柔軟性の関連もあり、わずかだが平衡機能の関与も考えられた。このように高齢者の自立度

からみた移動能力は、そのランク通りに低下しており、これには、下肢筋力や柔軟性や敏捷性などの関与が大きく、今後の運動指導においてこれらの要素に重点をおかなければならない。

今回は運動指導の効果(影響)については例数が少なく、十分には検討できないが、6ヶ月間の運動指導により体力や運動能力が改善するものや、さらには自立度のランクが改善したのも12例中3例みられたことは、今後多くの施設で検討する余地がある。

今回の検討では J1 群より自立度の低い J2 や A 群に改善しやすいような傾向がみられ今後の多数例での検討課題である。

3. その他
なし

E. 結論

この評価法は歩行速度測定より簡便でしかも下肢筋力、歩行速度に柔軟性や敏捷性の統合運動能と考えられ、今後運動指導の簡便な追跡評価法として使用できる可能性がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 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

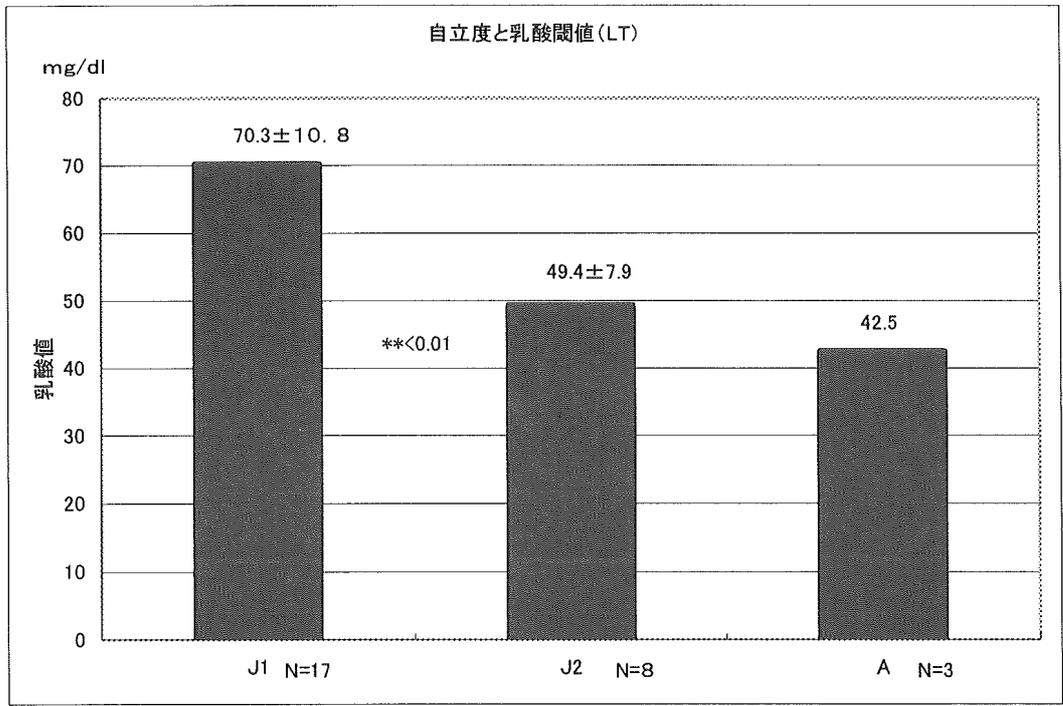


図1 高齢者自立度と乳酸閾値 (LT)

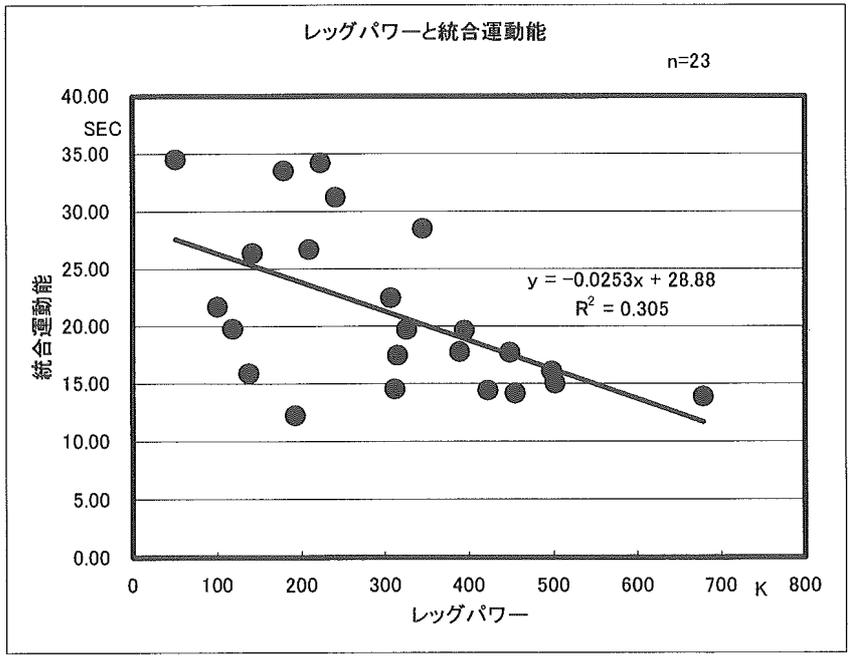


図2 統合運動能と下肢筋力

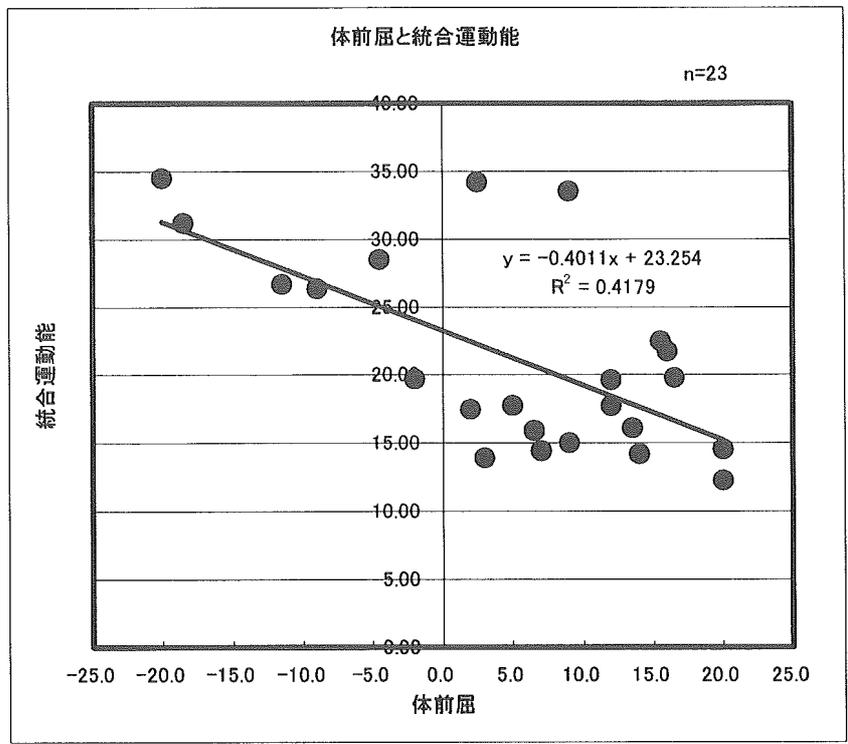


図3 統合運動能と体前屈（柔軟性）

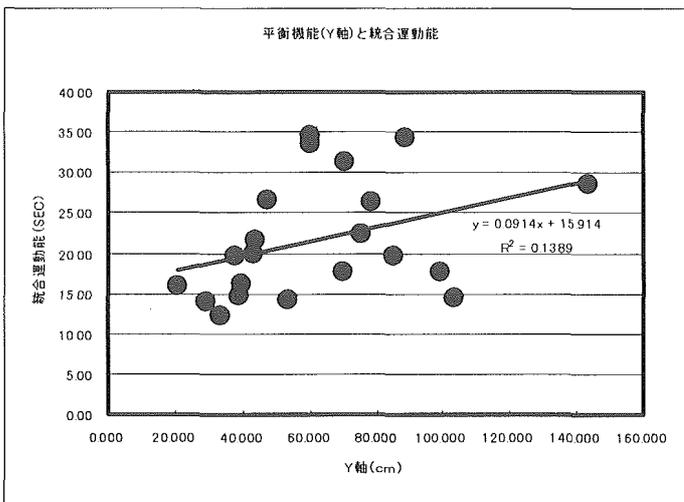
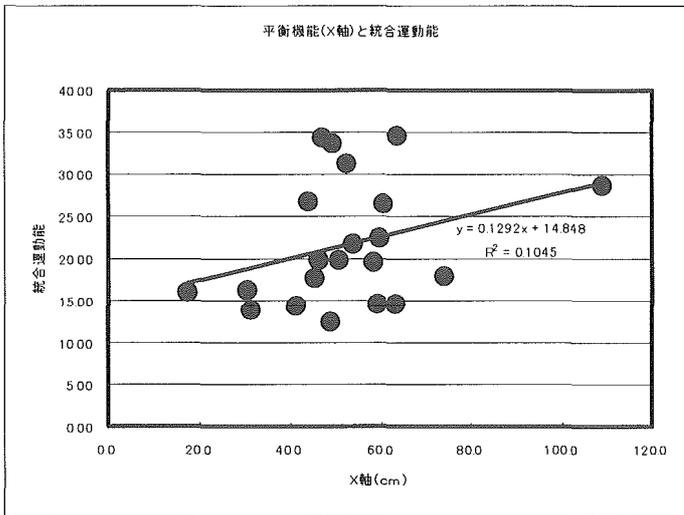
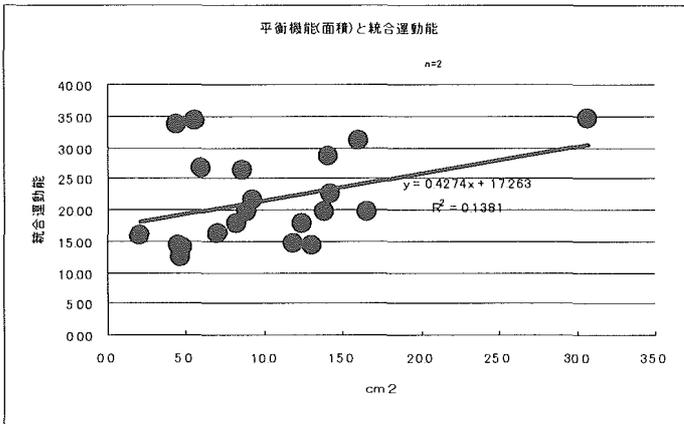


図4 統合運動能と平衡機能

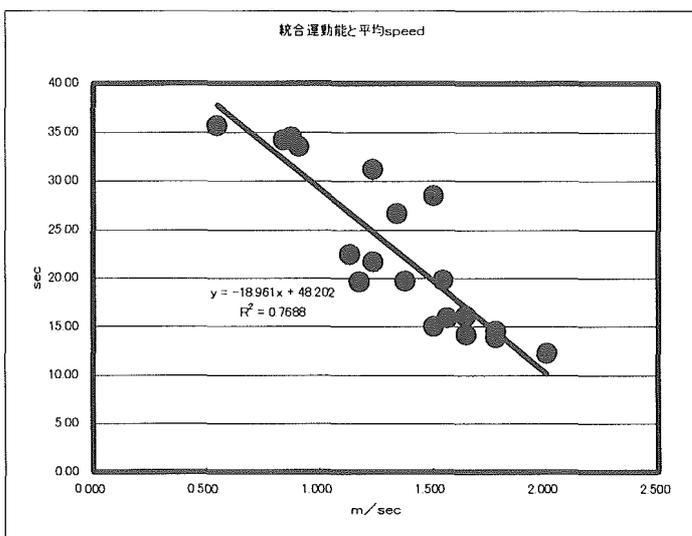
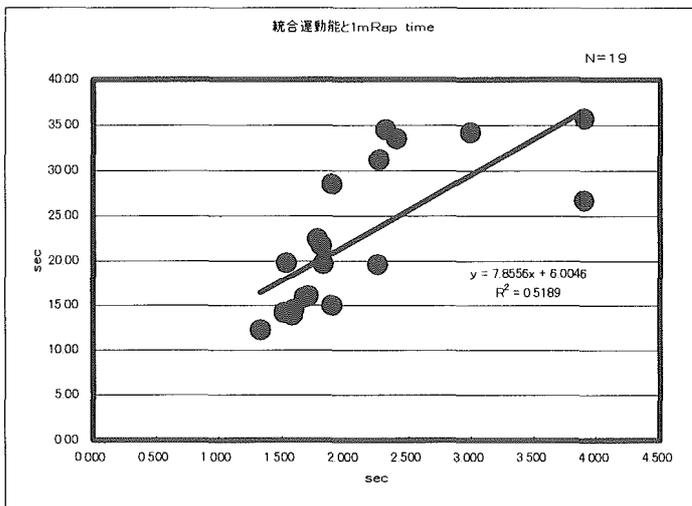
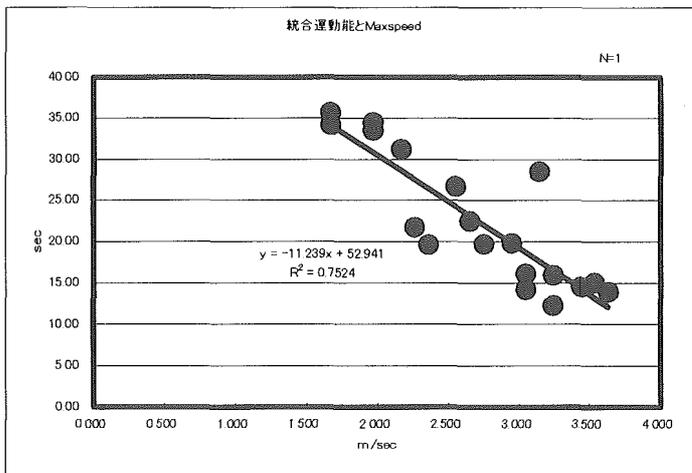


図5 統合運動能と歩行速度の関係

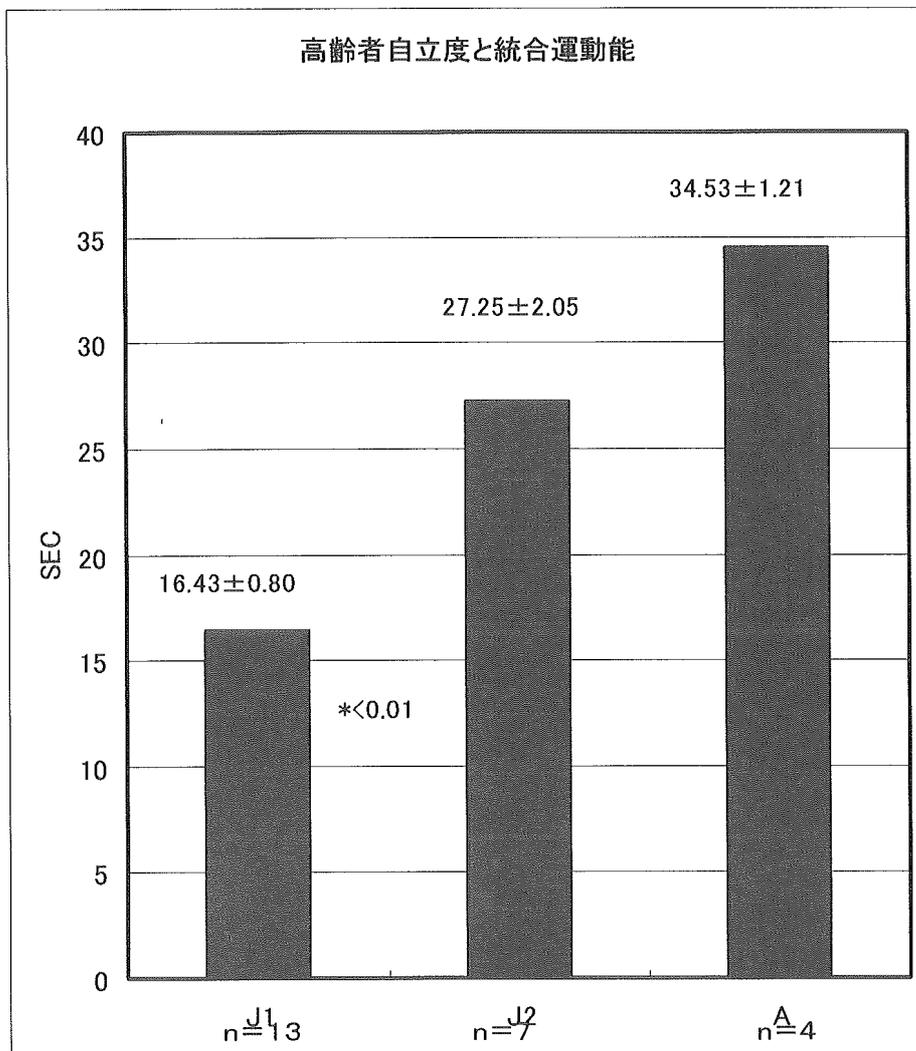


図6 高齢者自立度と統合運動能

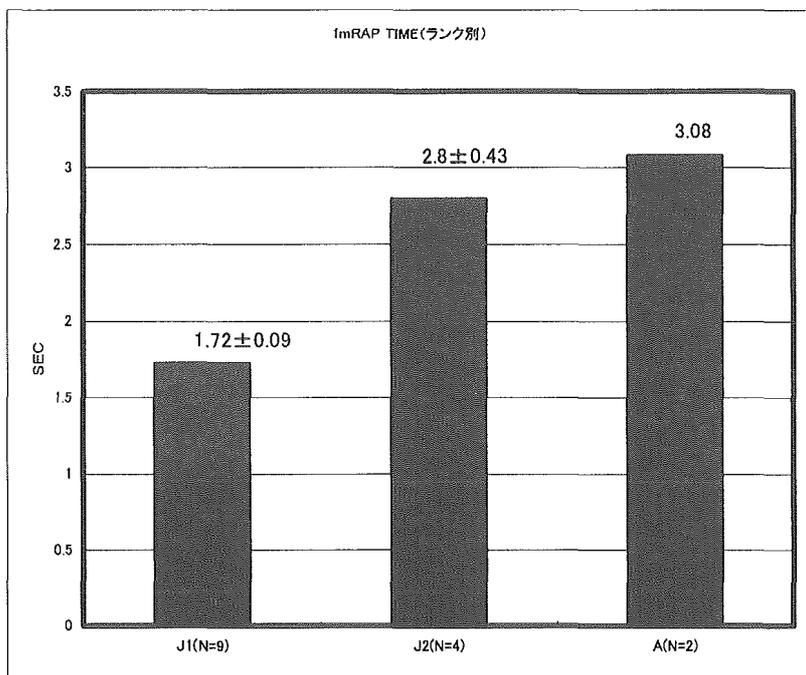
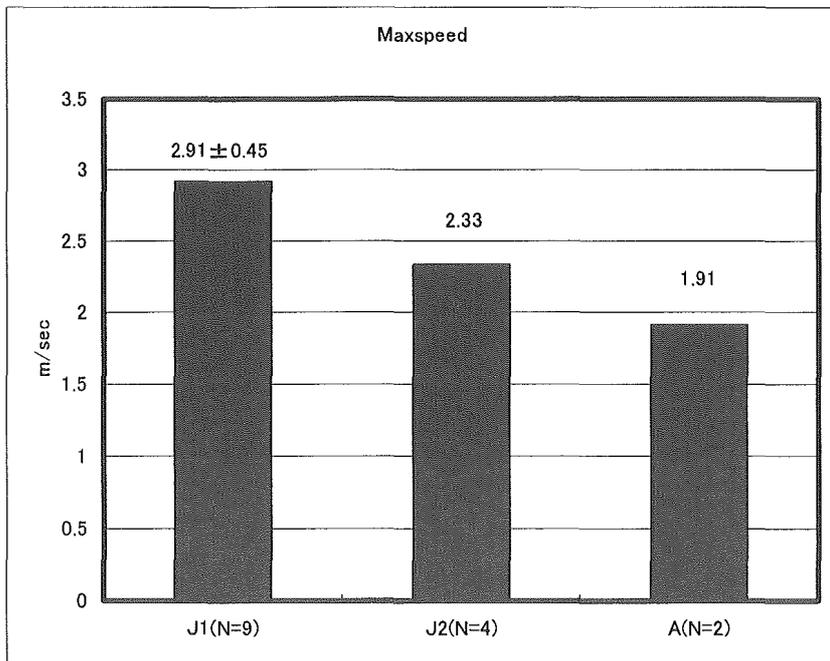


図7 高齢者自立度と歩行速度

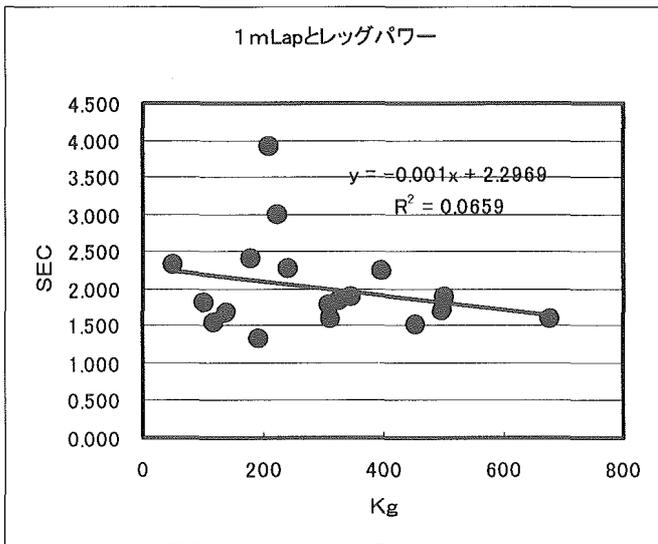
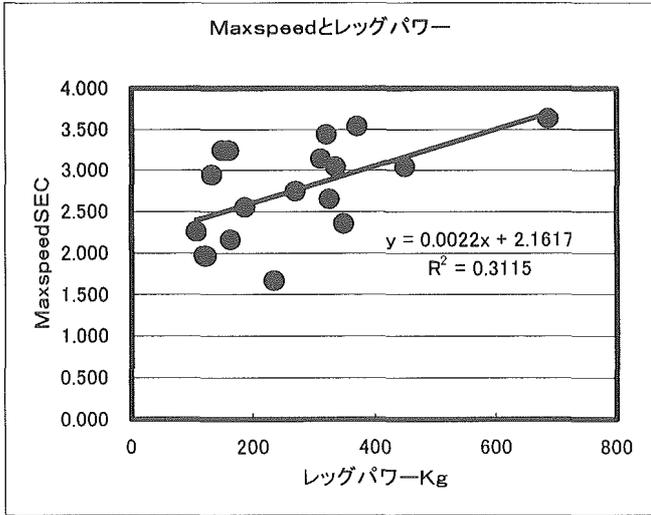


図8 歩行速度と下肢筋力との相関

表1 運動指導による乳酸閾値の変化

	1回目	2回目
J1	60	67.5
J2	50	60
A2	45	52.5
J1	60	67.5
J1	67.5	67.5
J1	52.5	52.5
J2	45	45
J1	60	67.5
J2	45	52.5
J1	90	97.5

表2 運動指導による統合運動能の変化

統合運動能			
	1回目	2回目	
J1	19.63	22.46	J1
J2	29.5	28.50	J2
J1	21.72	19.79	J1
J2	33.52	34.19	J2
J2	26.36	26.69	J2
A2	35.13	31.21	A1
J1	14.42	17.72	J1
A1	34.5	32.00	J2
A2	35.5	36.00	A2
A1	26.3	22.10	J2
J2	24.8	22.10	J2
J1	14.45	14.32	J1

表3 運動指導による歩行速度の変化

	Maxspeed(m/S)		平均 Speed		LAP1m TIME	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
J1	2.653	3.046	1.478	1.87	1.958	1.608
J1	3.046	3.439	1.646	1.779	1.708	1.548
J2	1.965	1.67	0.91	0.842	2.4	2.992
J1	2.554	3.635	1.287	1.758	1.948	1.674
J1	2.26	2.948	1.235	1.546	1.808	1.532
J1	2.358	2.653	1.175	1.133	2.25	1.776
A1	2.162	2.456	0.929	1.048	2.806	2.464

虚弱高齢者を対象とした運動及び栄養指導に関する介入研究

分担研究者 長屋 政博 国立療養所中部病院リハビリテーション科医長

転倒に起因して寝たきりに陥る可能性のある大腿骨頸部骨折を予防する目的で、過去1年以内に転倒経験もしくはふらついて転倒しそうになった経験のある歩行可能な虚弱高齢者に対し、8週間にわたる運動機能の評価および運動指導からなるプログラムを行った。このプログラムでは、最初の週と第7週に大腿四頭筋筋力、大腿四頭筋における反応時間、握力、10m歩行時間、重心動揺からなる運動機能の評価を行った。第2週から第6週にわたる運動指導は、ストレッチング訓練、下肢筋力の強化、歩き方の練習、自宅でもできる体操の指導、裸足でタオルを巻取る親指の練習、バランス訓練、片足立ち、ボール訓練、棒体操などである。すべてのプログラムを終了できた高齢者34名(男性7名、女性27名)が対象で、この運動プログラムにより、premotor time(PMT)、motor time(MT) および10m歩行時間は有意に短縮した。大腿四頭筋や握力、静的重心動揺は、有意な変化はみられなかった。毎週1回施行する運動療法は、反応時間、10m歩行時間、動的重心動揺に改善をもたらした。運動プログラムの長期効果を検討するために6ヶ月後再度運動機能の評価を行ったところ、10名の運動機能の再評価ができた。10名のうち、運動プログラムの終了後6ヶ月間自宅ではほぼ毎日運動を継続できたのが6名で、残りの4名は以前と同じように運動をすることはできなかった。6ヶ月後は、運動プログラム終了後改善がみられた大腿四頭筋筋力、PMT、10m歩行時間の項目は、訓練前と変わらない状態になった。つまり、虚弱高齢者では、8週の運動プログラムによって獲得された運動機能は、長期間保持されなかった。しかしながら、少数例ながら6割の高齢者では毎日の運動習慣が獲得され、8週にわたる運動プログラム終了後6ヶ月も、運動機能を保持していることにより、虚弱高齢者に対して8週の運動プログラムは一定の効果がみとめられた。

A. 研究目的

高齢者の自立および身体機能の維持、向上は、高齢化社会の中で、非常に重要な問題である。人間として質の高い生活を実現するには、身体運動を生み出す諸機能を一定水準以上保持していることが必要であり、そのためには高齢者では体力を保

持・向上させる運動または身体活動を継続かつ習慣化することが重要である。身体諸機能は、加齢とともに低下する。この加齢変化に疾患による運動障害や運動不足からくる廃用性症候群が加わることで機能低下をますます加速させ、これが下肢の運動能力を低下させ、歩くことや、階段を昇ることなど日常生活

活動(ADL)の障害になる。高齢者においては立位能力・歩行能力が低下し、転倒の危険性が高くなっている。65歳以上の高齢者の約1/3が1年間に1回あるいはそれ以上、転倒経験があるといわれていて、受傷すると日常生活動作に著しく障害をきたしやすい大腿骨頸部骨折の90%は転倒によって生じると報告されている。転倒の経験は身体的・精神的に悪影響を及ぼし、健やかな老後生活の妨げとなり、高齢者のQuality of life(QOL)を著しく低下させる要因となる。本研究では、病院に通院中で過去1年間に転倒歴もしくはふらつきがある虚弱高齢者に8週間にわたる運動指導を行い、運動機能や身体活動が改善するか、また長期効果として6ヶ月後に運動機能が保持できているか、運動習慣が保持できているか調査した。

B. 研究方法

過去1年以内に転倒経験もしくはふらつきがある歩行可能な虚弱高齢者34名(男性7名、女性27名、平均年齢 77.1 ± 7.1 歳)が、8週にわたる運動プログラムに参加した。このプログラムには、初日に運動機能評価を行い、週1回5週にわたる転倒予防を目的とした運動療法を施行し、7週目に運動機能の再評価を行、8週目に自宅で継続する運動を指導するコースである。運動指導の具体的内容は、ストレッチング訓練、下肢筋力の強化、歩き方の練習、自宅でもできる体操の指導、裸足でタオルを巻取ることによる足指の練習、バランス訓練、片足立ち、ボール訓練などである。下肢筋力強化としては、スクワット、重垂バンドやテラバンドを用いた練習、立位姿勢での踵上げおよびつま先立ちの練習などがある。スクワットは、両手を頭の後ろで組み、両足を肩幅よりやや広めに広げて立ち、膝が直角になるまで両膝を曲げてしゃがみ、元にもどす運動である。バランス訓練としては、継ぎ足歩行の練習、立位にてできるだけ大き

く側方・前方へのステップング、端坐位でできるかぎり離れた位置に手をついてもどる練習、四つ這い位で上下肢の挙上運動などを行う。またボールをつかった遊び、棒体操も取り入れている。運動指導は、理学療法士によって行われた。運動プログラムの効果は、初日と第7週後に行われる大腿四頭筋筋力、大腿四頭筋での反応時間、握力、10m歩行時間、重心動揺などの運動機能評価で判定した。大腿四頭筋筋力は、OG技研社製GT-30を用いて等尺性収縮をさせた時の膝伸展筋力を連続10回測定し、平均値を用いて比較検討した。重心動揺は、アニマ社製重心動揺計G5500を用いて、30秒の開眼および閉眼立位時の総軌跡長、外周面積等を測定した。大腿四頭筋での反応時間は、光刺激に対して、できるかぎり早く膝伸展を行った時の大腿直筋の表面筋電図を双極導出し、反応時間(premotor time:PMT, motor time:MT)を算出した。比較対照として、過去1年以内に転倒経験もしくはふらつきがある歩行可能な虚弱高齢者で、運動プログラムの参加を望まなかった7名で、初回時および7週後の運動機能評価を行った。また8週の運動プログラムを完了した高齢者で6ヶ月後運動評価を再評価できた10名で、運動指導の長期効果を検討した。

倫理面での配慮として、1)インフォームドコンセントに基づき、同意を得た場合に調査を行う。2)調査結果については秘密を厳守し、患者本人から要請があった場合にのみ直接本人に知らせる。3)患者のプライバシーを尊重し、いかなる個人情報も外部に漏れないように細心の配慮を行う。4)専門学会あるいは学会誌に発表する場合は患者個人の情報としてではなく、結果全体のまとめとして発表を行う。

C. 研究結果

1. 運動指導の短期的効果

過去1年以内に転倒経験もしくはふらつきの経験

がある歩行可能な高齢者 34 名(男性 7 名、女性 27 名、平均年齢 77.1 ± 7.1 歳)が、8週にわたる転倒予防を目的とした運動プログラムに参加した。運動プログラムの参加により、大腿四頭筋筋力は訓練前で、 13.3 ± 6.9 Kg で、訓練後は、 16.1 ± 7.8 Kg であり、有意に訓練後筋力は増強した(図 1)。訓練前の反応時間のうち PMT は、 254.7 ± 54.8 ms で、訓練後の PMT は、 226.0 ± 46.4 ms で、有意に短縮していた(図 2)。訓練前の MT は、 80.3 ± 38.2 ms で、訓練後の MT は、 64.2 ± 19.2 ms であった(図 3)。訓練前の 10m 歩行時間は、 13.3 ± 7.1 秒で、訓練後の 10m 歩行時間は、 13.5 ± 7.9 秒で変化はみられなかった(図 4)。訓練前の重心動揺計測による総軌跡長は、 56.4 ± 31.3 cm で、訓練後の総軌跡長は、 52.5 ± 26.3 cm であった(図 5)。訓練前の重心動揺計測による外周面積は、 3.2 ± 2.4 cm² で、訓練後の外周面積は、 2.9 ± 2.3 cm² であった(図 6)。

2. 運動指導の長期的効果

8 週間にわたる運動指導のプログラムを施行した高齢者で、6カ月後に運動機能の再評価とこれまでの運動習慣や生活に関するアンケートを調査した。34 名のうち、運動プログラム終了後 6 ヶ月後、再度運動評価を行えた 10 名が対象である。10 名のうち、運動プログラムの終了後自宅ではほぼ毎日運動を継続できたのが 6 名で、残りの 4 名は以前のように運動を継続することはできなかった。

大腿四頭筋筋力は訓練前で、 14.2 ± 4.7 Kg で、訓練後は、 18.2 ± 5.5 Kg であり、6 ヶ月後は 17.0 ± 8.4 Kg であり、大腿四頭筋筋力は訓練後有意に増強した($P < 0.01$)が、6 ヶ月後には訓練前と差がみられなかった(図 7)。しかしながら運動プログラム終了後、自宅で運動を継続できた高齢者では、6 ヶ月後も筋力の低下はみられない傾向があった。症例数が少ないので、今後検討の必要がある。反応時間の

うち PMT は、訓練前で 269.0 ± 75.0 ms で、訓練後の PMT は、 226.7 ± 60.0 ms で、6 ヶ月後は 247.0 ± 75.5 ms であり、PMT は訓練後有意に短縮した($P < 0.01$)が、6 ヶ月後には訓練前と差がみられなかった(図 8)。訓練前の MT は、 60.4 ± 18.8 ms で、訓練後の MT は、 63.1 ± 17.0 ms で、6 ヶ月後は 62.9 ± 20.4 ms であり、訓練前後および 6 ヶ月後で変化はみられなかった(図 9)。訓練前の 10m 歩行時間は、 11.3 ± 6.0 秒で、訓練後の 10m 歩行時間は、 8.9 ± 4.3 秒で 6 ヶ月後は 11.2 ± 8.1 秒であり、10m 歩行時間は訓練後有意に短縮した($P < 0.01$)が、6 ヶ月後には訓練前と差がみられなかった(図 10)。

訓練前の重心動揺計測による総軌跡長は、 39.3 ± 14.2 cm で、訓練後の総軌跡長は、 36.6 ± 11.2 cm で、6 ヶ月後は 41.0 ± 20.5 cm であり、総軌跡長は訓練前後および 6 ヶ月後で差がみられなかった(図 11)。訓練前の重心動揺計測による外周面積は、 2.3 ± 1.8 cm² で、訓練後の外周面積は、 1.8 ± 1.0 cm² で、6 ヶ月後は 2.0 ± 2.5 cm² であり、外周面積は訓練前後および 6 ヶ月後で差がみられなかった(図 12)。

E. 結論

過去1年以内に転倒経験もしくはふらつきの経験がある歩行可能な高齢者 34 名(男性 7 名、女性 27 名、平均年齢 77.1 ± 7.1 歳)が、8週にわたる転倒予防を目的とした運動プログラムに参加した。運動プログラムの参加により、大腿四頭筋筋力、PMT、MT で有意に改善がみられた。過去1年以内に転倒経験もしくはふらつきの経験がある歩行可能な高齢者は、日常的に低活動状態にあり、8 週にわたる運動プログラムにより運動機能は短期的に改善がみられた。運動プログラムは、虚弱高齢者に対して運動機能の改善をもたらすという、一定の効果はみられた。運動プログラムの長期効果に関して、6 ヶ月後は、運動プログラム終了後改善がみられた大腿四頭筋筋力、

PMT、10m歩行時間の項目は、訓練前と変化がなかった。つまり、虚弱高齢者では、8週の運動プログラムによって獲得された運動機能は、長期間保持されなかった。しかしながら、少数例ながら6割の高齢者では、毎日の運動習慣が獲得され、8週にわたる運動プログラム終了後6ヶ月にわたり運動機能を保持していることにより、虚弱高齢者に対して8週の運動プログラムは一定の効果がみとめられた。

F. 健康危険情報

本年度の研究では、健康危険情報は特に認められなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Nagaya M, et al. Reaction time in the submental muscles of normal elderly people. JAGS 50(5), 975-976, 2002.

2) 長屋政博、原田敦：廃用により増す易転倒性 Geriat. Med. 40(2): 228-232, 2002

3) 長屋政博：徘徊によるエネルギー消費はどのくらい？痴呆介護 3(1): 37-42, 2002

4) 長屋政博：転倒しないための工夫 Aging & Health 23: 15-17, 2002

H. 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

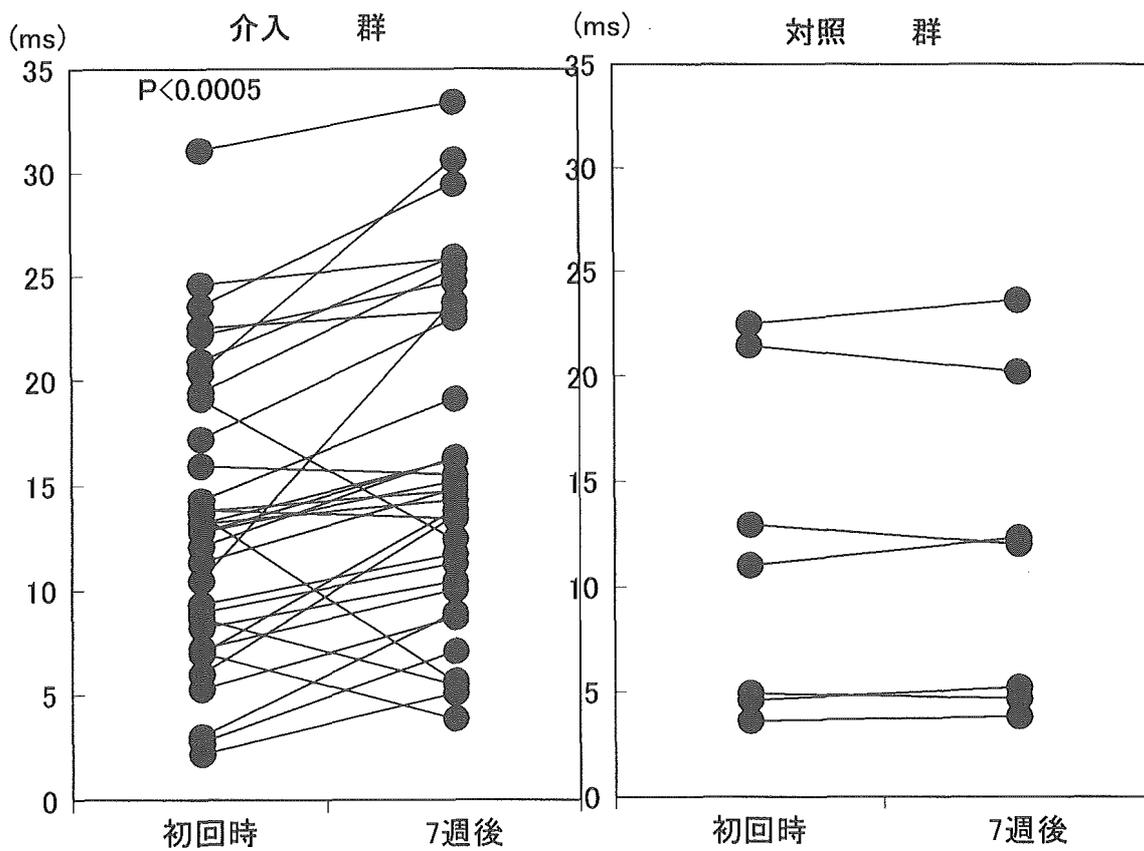


図1 運動プログラム前後における大腿四頭筋筋力の変化

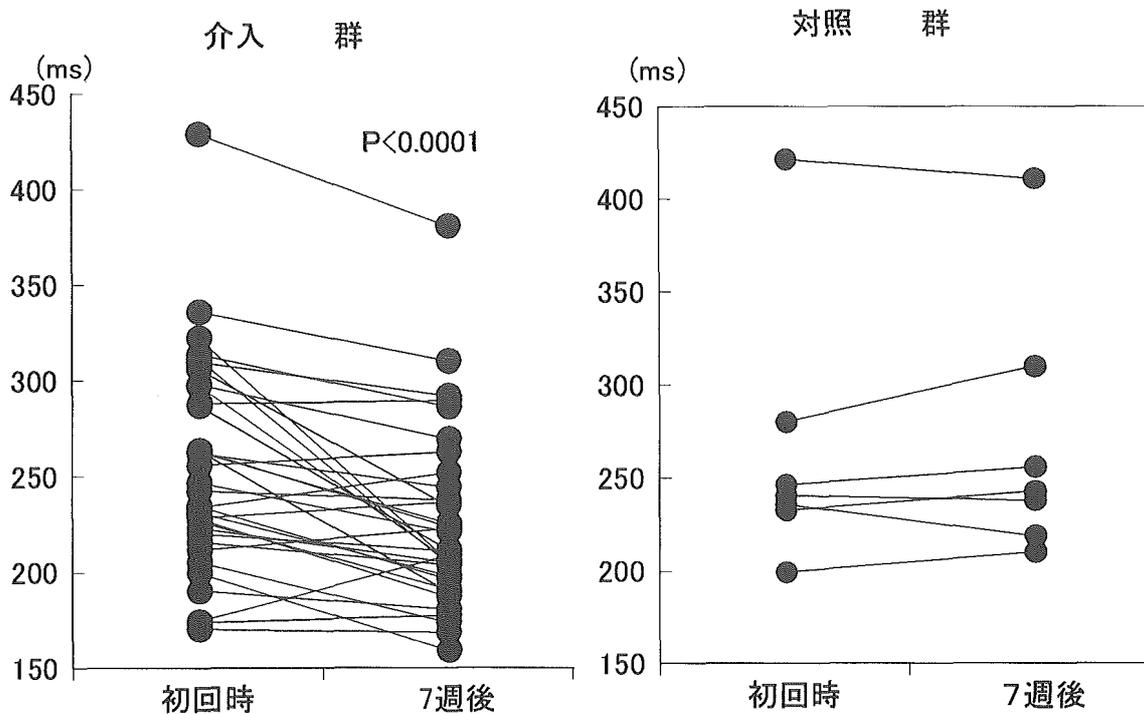


図2 運動プログラム前後の Premotor time の変化

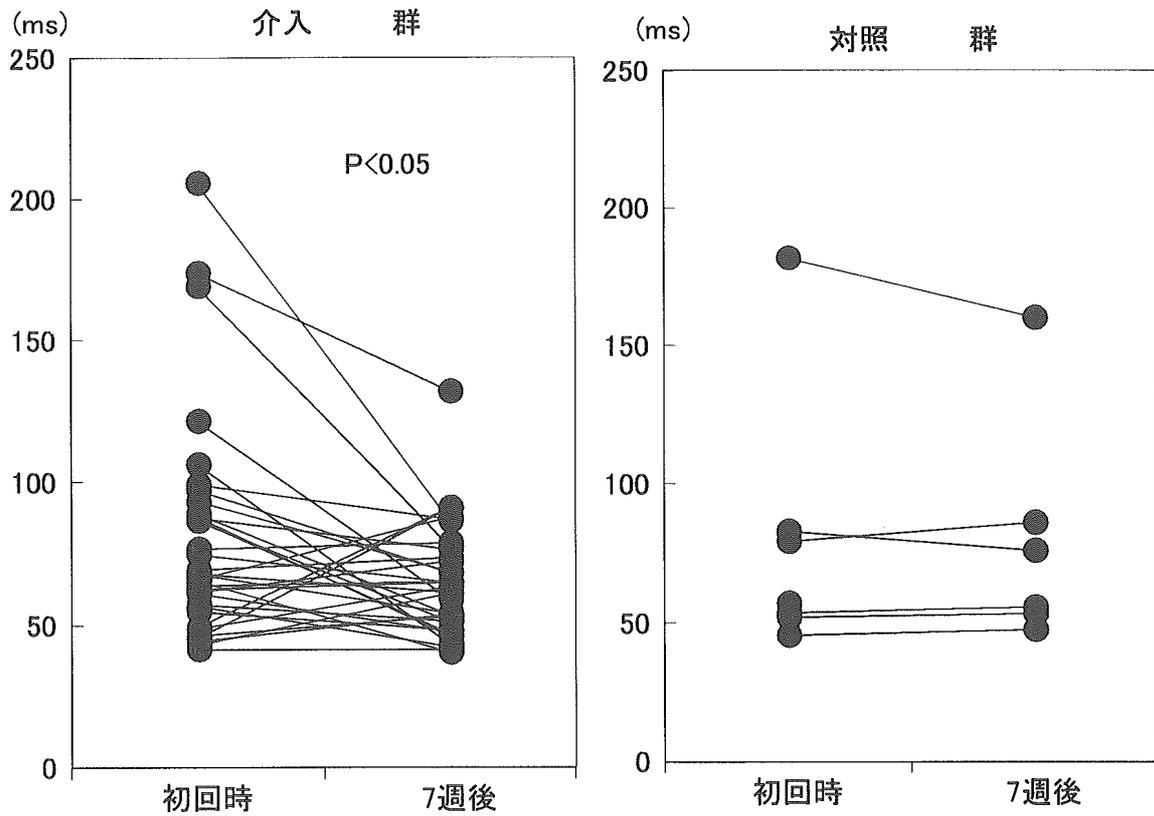


図3 運動プログラム前後の motor time の変化

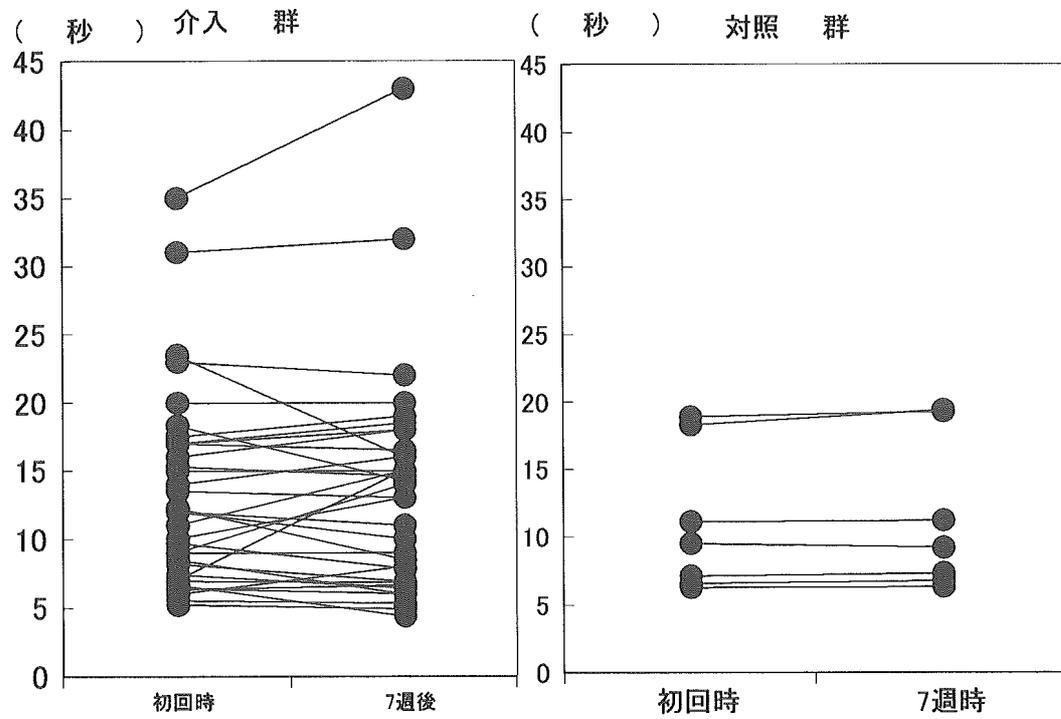


図4 運動プログラム前後の 10m 歩行時間の変化