

高齢者における食事のタイミングを考えた運動プログラムが 筋肉量・運動機能に及ぼす影響について

Effects of Exercise Program Considering the Timing of the Meal on the Muscle Mass and Motor Function in the Elderly

前田 敏 康

Toshiyasu MAEDA

(和歌山市立名草小学校)

本 山 貢

Mitsugi MOTOYAMA

(和歌山大学教育学部)

本 山 司

Tsukasa MOTOYAMA

(阪南市立尾崎中学校)

池 田 拓 人

Takuto IKEDA

(和歌山大学教育学部)

2016年10月3日受理

要 旨

本研究では、70歳以上の高齢者24名を対象に、6ヵ月間の食事プログラムを組み合わせた運動プログラムを実践し、筋肉量、運動機能にどのような影響・効果を及ぼすのかについて検討することを目的とした。その結果、積極的に運動に参加した群では、運動量を確保することによって体力が向上していた。また、大腿部の筋肉量を維持または増加が期待できることがわかった。さらに運動プログラムの実施により、対象者の離床時間が長くなり、また、運動するという共通の目的を持つことで、日頃からの会話や笑顔も増え、楽しみに感じる方が多く、生きがいが生まれていた。高齢者にとって運動を長期的、積極的に行なうことは重要なことであり、それによって大腿部の筋力を強化し、高齢化が進んでいく中でも、歩行能力を維持することにつながり、転倒による骨折や関節疾患などの怪我のリスクを軽減し、介護を必要としない生きがいのある元気で健康的な人生を全うできるのではないかと考えられる。

1. 序論

現在日本の社会は、高齢化に向けて日々急速に進展し、超高齢化社会も目前であると言われている。それに伴い、2000年4月にスタートした介護保険制度は、国民の多くが期待する保健・福祉・医療の充実を担うものであり、高齢化対策が深刻化する我が国の医療・福祉制度の改革として大きな期待であった。しかし、2006年に予想を大きく上回る要介護者の増加、特に軽度の要介護者の増加を背景に、介護保険制度は一部改訂され予防重視型のシステムへと転換した。その介護保険制度の大きな柱の一つとして、「運動器の機能向上」があげられた。その後、要介護認定率の抑制、特に要支援者の抑制をできなかったことや、介護給付費の高騰に歯止めがかかっていないことから、2015年には介護保険制度の見直しによって、要支援者の自立化を支援する「新しい総合事業」が提案され、2018年度から本格的に稼働することになった。

介護予防や自立支援において、最も期待されているのが運動器の機能向上を中心とした筋力トレーニングによる運動プログラムの実施である。高齢者の特徴をみると、特に体重の減少とともに下肢筋肉量が減少し、

自然に虚弱化するケースが多い。下肢の筋肉を維持できる高齢者のトレーニング効果は、筋力増加による転倒や骨折の予防だけでなく、日常生活活動(Activity of Daily Living: 以下ADL)を高めるためにも有効である。加齢に伴う筋の委縮は下肢筋肉に著しく、上肢の筋肉にはあまり変化は見られない。福永らは大腿四頭筋及び腹直筋は20歳代を100%としたときに、70歳代では約60~70%にまで委縮がみられ、上腕二頭筋などの上肢の筋肉は加齢による委縮はほとんど見られなかったと報告している。

本山ら²⁾は、「わかやまシニアエクササイズ」の実践の中で、有酸素運動は高齢になっても筋肉でのインスリン感受性を高め、高血圧症、脳血管疾患、心筋梗塞などの動脈硬化性疾患の発症を防止したり、遅延させる効果があると述べている。また、筋力トレーニングの効果を上げるためには、トレーニングと食事のタイミングが重要であると強調している。Esmarckら³⁾は、高齢者に12週間の筋力トレーニングを実施し、トレーニング直後にタンパク質を摂取した場合とトレーニング2時間後に同量のタンパク質を摂取した場合とでは、運動直後に摂取したほうが大腿四頭筋の筋横断面積が

増加したと述べている。すなわち運動終了後できるだけ早いタイミングで食事をとることが重要であると考えられる。

また近年、筋厚・皮下脂肪厚の測定を行うためにインピーダンス方式の体組成計を用いることが多くなっている。CTやMRIを用いて筋体積の測定は行えるが、機器が大掛かりなため簡易には測定できないのが現状である。一方最近では、インピーダンス方式で筋肉量や体脂肪などの体組成を推測できる機器が開発されている。この機器は持ち運びが簡単で、短時間で多くの対象の測定を行うことができ、簡易に測定することができる。さらに、その測定値はCTやMRIの測定値と高い相関性があることも報告されていて、その優れた精度と信頼性が認められている。

そこで本研究では、岡山県真庭市の養護老人ホームの介護認定を受けていない70歳以上の高齢者24名を対象に、6ヵ月間の食事プログラムを組み合わせた運動プログラムの実践を行い、高齢者の体力、筋肉量、運動機能にどのような影響・効果を及ぼすのかについて検証することを目的とした。

Ⅱ. 研究方法

1. 対象者

対象者は、岡山県真庭市の養護老人ホーム(以下：S苑)の介護認定を受けていない後期高齢者で調査開始時(以下：pre)、調査開始3ヵ月後(以下：post 3)、調査開始6ヵ月後(以下：post 6)の計3回の調査(運動機能と筋肉量)に参加することのできた24名である。その人数の内訳は以下の通りである。

表1. 対象者

	人数(人)	平均年齢(歳)
男性	9	78.9±5.74
女性	15	85.6±6.00
全体	24	83.1±67.4

平均±標準偏差

表2. 運動群とコントロール群の人数

	人数(人)	平均年齢(歳)	max-min
運動群	9	81.9±6.0	94-75
コントロール群	15	83.8±7.0	98-72

平均±標準偏差

その内9名が運動プログラムを積極的に行う運動群(以下：T群)とし、その他の15名が運動を行うが運動回数や運動量の少ない群をコントロール群(以下：C群)とした。

また、T群とC群の選別は、毎回の運動プログラムを指導しているS苑の職員の方の意見をもとに選別した。

2. 体力、筋組成測定日・運動プログラム実施期間

pre測定日：2012年4月24日

post 3 測定日(post 3)：2012年8月8日

post 6 測定日(post 6)：2012年12月7日

運動プログラム実施期間：

2012年4月25日～2012年12月6日

3. 運動プログラム

今回行った運動プログラムは、自立維持に最も必要となる下肢筋群、特に大腿四頭筋、大腰筋、ハムストリングなどの筋力を高めるためのスローテンポの音楽にリズムを合わせて自体重を利用して行う筋力トレーニング、また、スローテンポの曲を用いて行うステップ運動を組み合わせたものを、運動プログラムとした。これまでの研究で、音楽のリズムに合わせてゆっくりと筋肉を動かすことで、大腰筋や大腿四頭筋の筋横断面積や筋容積の増加を確認されている運動プログラムである。また使用している音楽は、童謡・唱歌、または演歌歌謡曲であり、このような高齢者に馴染のある楽曲を使用することで、自身の幼少・青年時代を回想し、気持ちを積極的にさせる回想的音楽プログラムへとつなげられる特徴的な運動プログラムである。また、運動プログラムは以下の①～⑦である。

- ①準備運動
- ②立位ストレッチ
- ③座位太もも持ち上げ運動
- ④座位下肢引き上げ運動
- ⑤スクワット運動
- ⑥立位太もも上げ
- ⑦ゆっくりステップ運動

特に、筋力トレーニングは、毎日午前11時ごろより約30分間の運動プログラムをその日の体調を考慮し、上記①～⑦の順序で行った。ただし、トレーニングの初期の段階では①、②のみを実施し、その後徐々にトレーニング項目を増やしていき、post 3時点で①～⑥の筋力トレーニングがすべて行えるように段階的に運動量を増やしていった。

運動を続けていく上で、個別に体力や健康状態に応じて徐々に運動量を増やしていき、運動開始3ヵ月後からステップ運動を加え、段階的に運動量を増やす運動プログラムとした。運動プログラムはすべてDVDの映像を見ながら行うようにした。

4. 筋力トレーニングの実施方法

- ①1分間に60のテンポの音楽に合わせて運動を行い、4秒かけて持ち上げ、4秒かけて元の位置に戻す。
- ②1つの運動を10回繰り返して行う。その際、運動する脚は同じ脚で行う。
- ③10回目の運動が終わると、大きく深呼吸を行う。
- ④休憩時に運動を行った部位をマッサージし、筋肉の緊張をやわらげる。
- ⑤運動と運動の間は30秒から1分間の休憩を入れる。
- ⑥その後逆の脚、次の運動へと進んでいく。
- ⑦午前11時より運動プログラムを開始し、約30分の運動を行う。

5. 食事プログラム

S苑において、専属の管理栄養士により調整された食事を、運動直後30分以内に摂取するようにした。

また、食事の摂取タンパク質量、残食量も調査し、週に1度各被験者に対しての残食調査と食事指導を行ってもらった。

6. 筋量の測定

筋肉量の測定には株式会社フィジオン社製、生体電気インピーダンス方式体組成計Physion MD(以下Physion)を用いた。室温は、屋外気温と室内気温が大きく異ならないように設定した。測定時間は午後2時頃とした。

また、激しい運動の直後、食料・水分摂取後2時間以内、起床後30分以内、排尿・排便前を避け、直接肌に金属製品、磁気製品が触れていないことを確認のうえ測定を行った。筋肉量の測定項目は上腕・前腕・上肢・大腿・下腿・下肢・体幹の各筋肉量、大腿四頭筋量である。また、3回の測定により筋肉量を比較した。

7. 体力テスト測定項目

- ①10m早歩き(歩行能力)
- ②10mジグザグ歩行(巧緻性)
- ③起き上がり動作テスト(身体作業能力)
- ④30秒スクワット(筋持久力)
- ⑤握力(筋パワー)

以上5項目をpre、post 3、post 6でそれぞれ3回の測定を行った。体力テストの実施に際して、施設利用者のその日の体調などによって実施できる体力テストのみを測定した。

8. アンケート調査

本研究対象者に対して、アンケート調査を運動プログラム終了後に実施した。アンケートは16項目からなっており、現在の健康状態や、日常生活について、また本研究の運動プログラムについての意識についての調査を行った。アンケートの各項目は、選択式の回答方法になっていて、文字の読めない対象者については、筆者が項目を口頭で質問し、選択肢を読み上げ回答してもらった。また、職員の方には、対象者の運動前後の変化について記述式のアンケートに答えてもらった。

9. 統計処理

基本統計量は平均±標準偏差で表し小数点第2位以下は四捨五入した。統計分析にはMicrosoft Office Excel 2010を用いて行い、各期間のT群、C群の比較にはpaired t-testを行い、各期間のT群、C群の測定差の比較にはnon paired t-testを行った。また、統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

III. 結果

1. 体力テストに関するトレーニング結果

(1)preとpost 3との比較

T群とC群をそれぞれpreとpost 3で比較したところ、表3で示したように、T群ではすべての項目で変化が認められなかったが、C群では、10m早歩き、10mジグザグ歩行において有意に歩行スピードが低下していた(p<0.05)。またC群の握力・右では、有意に測定値が増加し改善していた(p<0.05)。

(2)preとpost 6との比較

T群とC群をそれぞれpreとpost 6で比較したところ、表3で示したように、T群では30秒スクワット運動において有意に測定値が増加し改善していた(p<0.05)。また、C群では握力・右において有意に測定値が改善し(p<0.01)、10mジグザグ歩行において有意に歩行スピードが低下していた(p<0.05)。

(3)post 3とpost 6との比較

T群とC群をそれぞれpost 3とpost 6で比較したところ、表3で示したように、T群では10m早歩きにおいて有意に歩行スピードが改善した(p<0.01)。

(4)体力テストの測定項目別群間比較

①10m早歩き

10m早歩きにおいて、図1に示したように、pre、post 3ではT群とC群の間に有意な差は認められず、post 6ではT群はC群に比べて有意に速い値を示した。

②10mジグザグ歩行

10mジグザグ歩行において、図2に示したように、preではT群とC群の間に有意な差は認められなかったが、post 3、post 6ではT群はC群に比べて有意に速い値を示した。

表3. preからpost 6までの各群における体力テストの結果

	運動群					コントロール群				
	n	pre	post 3	post 6	P	n	pre	post 3	post 6	P
10m早歩き(秒)	9	8.96±2.47	9.48±1.44	7.77±1.00	§§	15	9.78±2.83	10.86±3.13	10.31±4.25	*
10mジグザグ歩行(秒)	9	12.48±2.59	11.89±1.97	11.57±1.73		15	13.58±4.03	15.12±4.79	15.33±5.97	**+
起き上がり動作テスト(秒)	9	6.93±3.26	5.26±1.73	5.18±1.02		14	5.92±2.25	6.26±4.01	6.87±3.04	
30秒スクワット運動(回)	9	12.67±5.68	14.78±4.46	15.22±4.05	+	14	11.57±4.42	12.98±3.55	11.71±3.59	
握力・右(kg)	9	18.1±4.12	18.8±5.37	19.0±3.35		15	15.9±5.04	18.8±5.93	19.4±6.07	**+
握力・左(kg)	9	15.9±5.04	18.8±5.93	20.2±5.36		15	15.8±5.59	17.1±5.68	17.7±5.84	

平均±標準偏差、n=人数、pre：調査開始前、post 3：調査開始3ヵ月後、post 6：調査開始6ヵ月後

preとpost 3の比較/*：p<0.05、**：p<0.01、***：p<0.001

preとpost 6の比較/+：p<0.05、++：p<0.01、+++：p<0.001

post 3とpost 6の比較/§：p<0.05、§§：p<0.01、§§§：p<0.001

③30秒スクワット

30秒スクワットにおいて、図3に示したように、pre、post 3においてT群とC群の間に有意な差は認め

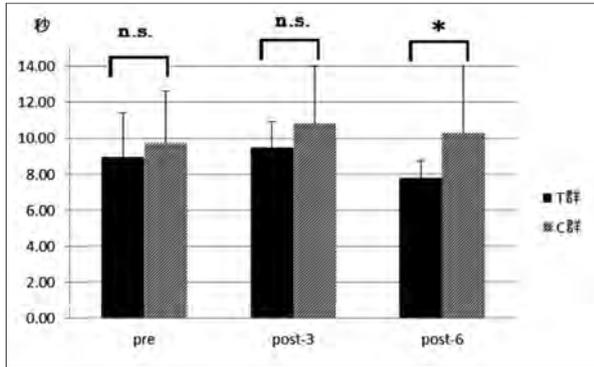


図1. T群とC群の10 m 早歩きの比較

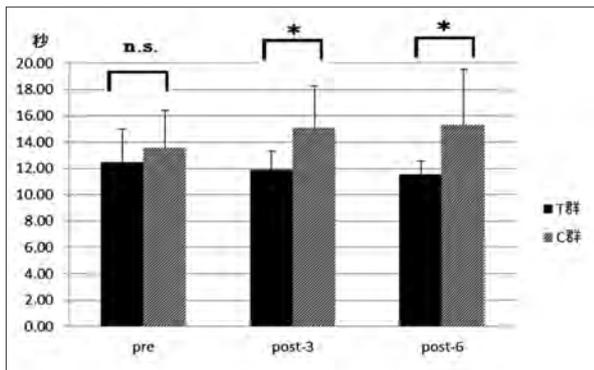


図2. T群とC群の10 m シグザグ歩行の比較

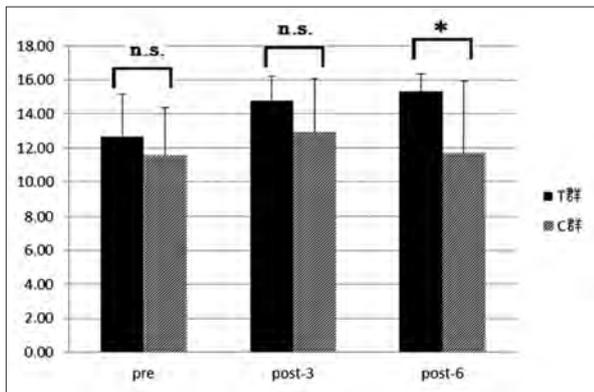


図3. T群とC群の30秒スクワットの比較

られず、post 6 ではT群はC群に比べて有意に回数が多かった。

2. 筋肉量左右合計値に関する結果

(1)preとpost 3 の筋肉量測定左右合計値の比較

T群とC群のそれぞれの測定値をpreとpost 3 で比較したところ、表4で示したように、T群では、前腕、大腿、体幹、大腿四頭筋において有意に測定値が低下していた(p<0.05~0.01)、また、C群では、大腿、体幹、大腿四頭筋において有意に測定値が低下していた(p<0.05~0.01)。

有意な変化が認められなかった項目のうち、T群では、上腕の測定値が増加傾向にあった。C群では、上腕、下腿の測定値が増加傾向にあった。

(2)preとpost 6 の筋肉量測定左右合計値の比較

T群とC群のそれぞれの測定値をpreとpost 6 で比較したところ、表4で示したように、T群では、前腕において有意に測定値が低下していた(p<0.05)。また、C群ではどの項目にも有意な変化が認められなかった。

有意な変化が認められなかった項目のうち、T群では、測定値が増加しているものはなく、上腕、大腿、下腿、体幹、大腿四頭筋の測定値が低下傾向にあった。C群では、上腕、下腿の測定値が増加傾向にあり、前腕、大腿、体幹、大腿四頭筋の測定値が低下傾向にあった。

(3)post 3 とpost 6 の筋量測定左右合計値の比較

T群とC群のそれぞれの測定値をpost 3 とpost 6 で比較したところ、表4で示したように、T群では、大腿、体幹、大腿四頭筋において有意に測定値が増加し(p<0.05~0.01)、上腕において有意に測定値が低下していた(p<0.01)、またC群では、すべての項目で有意な変化が認められなかった。

有意な差が認められなかった項目のうち、T群では、下腿の測定値が増加傾向にあり、前腕の測定値が低下傾向にあった。C群では、上腕、大腿、下腿、体幹、大腿四頭筋の測定値が増加傾向にあり、前腕の測定値が低下傾向にあった。

アンケート調査の結果、トレーニングを行ったことで全員が高い満足感を示していた。また、気分の改善

表4. preからpost 6 までの各群における筋肉量測定の結果

	運動群					コントロール群				
	n	pre	post 3	post 6	P	n	pre	post 3	post 6	P
上腕	9	0.80±0.14	0.85±0.15	0.80±0.16	§§	15	0.89±0.24	0.92±0.25	0.93±0.22	
前腕	9	0.83±0.13	0.78±0.10	0.77±0.09	**+	15	0.84±0.18	0.83±0.19	0.83±0.16	
大腿	9	5.50±0.80	4.87±0.56	5.43±0.51	* §§	15	5.38±1.56	4.90±1.10	5.36±1.13	*
下腿	9	2.40±3.40	2.36±0.27	2.37±0.38		15	2.51±0.83	2.63±0.64	2.73±0.89	
体幹	9	7.89±1.72	7.28±1.52	7.71±1.68	** §	15	8.48±3.22	7.84±2.95	8.39±2.74	**
大腿四頭筋	9	2.68±0.41	2.37±0.29	2.57±0.33	* §	15	2.64±0.77	2.40±0.56	2.58±0.61	*

平均±標準偏差、n=人数、pre：調査開始前、post 3：調査開始3ヵ月後、post 6：調査開始6ヵ月後

preとpost 3の比較/*：p<0.05、**：p<0.01、***：p<0.001

preとpost 6の比較/+：p<0.05、++：p<0.01、+++：p<0.001

post 3とpost 6の比較/§：p<0.05、§§：p<0.01、§§§：p<0.001

や運動量の増加によって離床時間が増えたことで、人とのふれあいやコミュニケーションの時間が増加し、体調が良いと回答する人がほとんどであった。

IV. 考察

1. 体力テストに関して

6ヵ月間のトレーニングによって両群ともに体力の改善傾向がみられた。本山ら²⁾は、わかやまシニアエクササイズにおいて運動プログラムの実施で、筋力トレーニングによる筋刺激では、1～2か月間の初期段階でも筋力の増加が期待でき、それ以後の長期トレーニングを継続した場合には、筋線維の肥大による筋力強化が期待できる。また筋力トレーニングは高齢者の場合、週1回の頻度で筋量の現状維持が期待でき、また、週2回以上で筋肥大による筋力アップが期待できると述べている。しかし、本研究の場合、対象が70歳以上の高齢者ということもあり、また、毎日トレーニングを行ったにもかかわらず、運動プログラムの定着までにかかなりの時間を要したことや体力の改善が期待できる運動量の確保ができなかった可能性がある。そのためpreからpost 3にかけては、有意に向上した項目が少なかったのではないかと考える。しかし、post 3以降について、ステップ運動が加わり、トレーニング量が多くなったことで、T群の10m早歩きは、post 3からpost 6には大きく有意に改善を示している。post 6においてT群はC群に比べてトレーニング効果に有意な差を示している。同様に10mジグザグ歩行では、post 3、post 6で、また、30秒スクワットでは、post 6でT群はC群に比べてトレーニング効果に有意な差を示した。本研究で行った筋力トレーニングは自立維持に最も必要となる下肢筋群、特に大腿四頭筋、大腰筋、ハムストリングなどの大腿部の筋力を維持するためのトレーニングとなっていた。本研究で行った運動は、体力の低下が著しい70歳以上の高齢者において、体力の維持につながり、低下を食い止めることができたということについては、重要なことであったと考える。

2. 筋肉量に関して

preからpost 3にかけては、T群のすべての測定値、C群の上腕と下腿以外の4項目の測定値で筋肉量の減少がみられた。本研究は対象が70歳以上の高齢者ということもあり、運動プログラムの定着にかかなりの時間を要した。特に、運動開始後、初期の段階では準備運動、立位ストレッチのみを行い、その後徐々に筋力トレーニングを増やすといった段階的にトレーニングを行ったために、preからpost 3までの期間運動量を十分確保することができなかった可能性がある。そのため本研究のような平均年齢が83歳という高齢者を対象とした本運動プログラムでは、preからpost 3までの3ヵ月では筋肉量の低下を食い止めることができなかった可能性がある。

しかしその後、post 3からpost 6にかけてT群は効果的に下肢の筋力を強化することができており、大腿や大腿四頭筋など下肢の筋肉量の有意な増加につながっていた(図4、図5)。

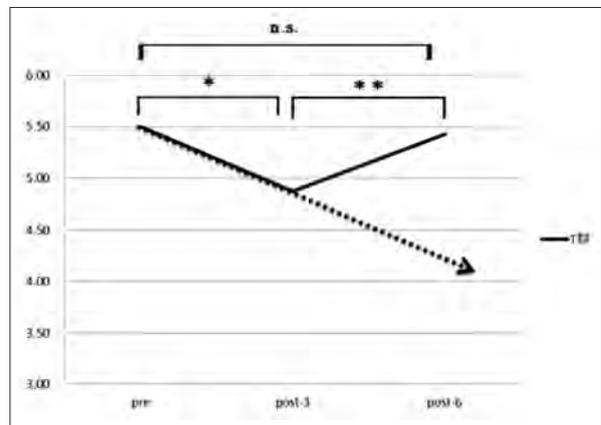


図4. preからpost 6における大腿部の筋肉量の変化

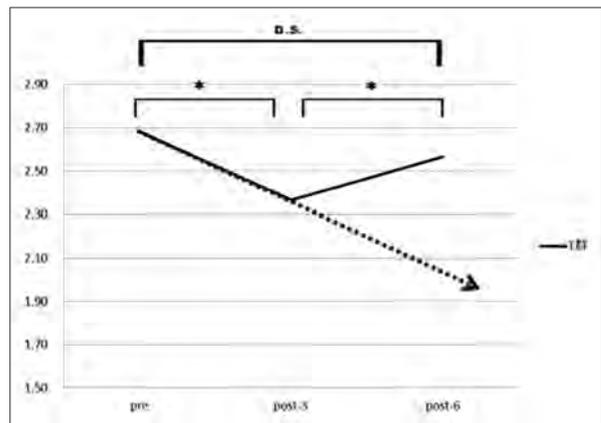


図5. preからpost 6における大腿四頭筋の筋肉量の変化

それは、preからpost 3までの3ヵ月間で運動プログラムが身体に定着し、post 3からpost 6の期間では筋力トレーニングをより積極的に、また、より多く取り組めるようになるなど、トレーニング量が多くなったことも要因の一つとして推察される。一方、C群は下肢の筋力を強化するトレーニング量にはいたらなかったが、下肢の筋肉量を維持することには有効であった。

本研究では下半身の筋力トレーニングを効果的に行うことで、体力の維持向上、筋肉量の減少を制御することがわかった。しかし、運動量(運動頻度・時間、運動種目など)の確保が重要であると考えられる。本研究で行った運動プログラムは、最低限必要とする運動量であった可能性もある。今後、運動プログラムを長期的・継続的に行うことで効果を見ていく必要がある。

3. 食事に関して

これまで筋力トレーニングと食事のタイミング・摂取内容などに関する研究が数多く報告されている。Es-marckら³⁾は、高齢者に12週間の筋力トレーニングを

実施し、トレーニング直後にタンパク質を摂取した場合と、トレーニング2時間後に同量のタンパク質を摂取した場合とでは、運動直後に摂取したほうが大腿四頭筋の筋横断面積が増加したと述べている。すなわち運動終了後できるだけ早いタイミングで食事をとることが重要であると考えられる。

このような先行研究を考慮して、本研究では、食事のタイミングを重視し、運動直後30分以内に食事を行い、栄養補給を行った。S苑における摂取目標量は、厚生労働省の日本人の食事摂取基準〔2010年度版〕を基準に対象者の年齢や体重などを加味されたうえで設定されている。本研究では、S苑全体が同じ食事を摂取していた。そのため、食事のタイミング・摂取内容が、どの程度体力・筋量に影響していたかを検証することができなかったが、先行研究により、本研究の対象者が、しっかりとした栄養管理を行い、摂取するタイミングを考え運動プログラムを行っていたために、低下傾向にあった体力・筋量が維持・向上傾向につながった可能性もある。しかし、今後食事のタイミングに関する研究が必要になっていくと考える。

4. アンケート調査に関して

本研究のアンケート調査は、プログラム実施後のみで行ったため、実施前との比較はできないが、運動プログラムを取り組んだ対象者のほとんどが運動を行ったことに対して非常に高い満足感を感じ、取り組んでいたことがわかった。また、対象者の全員が現在の生活に満足感を持ち、運動を行うことによって気分の改善や、離床時間の延長、コミュニケーションの増大、さらに、体調が良い方向へと変化していたことが明らかとなった。

今後は運動プログラム前と運動プログラム後など複

数回に分けてアンケート調査を実施し、対象者の意識の変化なども調査し検証していく必要があると考える。

V. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

1. 高齢者において、6カ月の運動プログラムを実施し、積極的に運動に参加した群では、運動量を確保することによって体力が維持または向上していた。また今回の運動プログラムは、大腿部の筋肉量を維持または増加が期待できるプログラムである可能性がある。
2. 運動プログラムの実施により、対象者の離床時間が長くなり、また、運動するという共通の目的を持つことで、日頃からの会話や笑顔も増え、楽しみに感じる方が多く、生きがいが生まれていた。

最後に、後期高齢者にとって運動を長期的、積極的に行なうことは重要なことであり、それによって大腿部の筋力を強化し、高齢化が進んでいく中でも、歩行能力を維持することにつながり、転倒による骨折や関節疾患などの怪我のリスクを軽減し、介護を必要としない生きがいのある元気で健康的な人生を全うできるのではないかと考えられる。

参考・引用文献

- 1) 武山裕記、橋本実(2010)：高齢者における自重負荷運動による下肢筋肉量の変化と転倒予防効果について(仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集Vol.11.2010)
- 2) 本山貢(2009)、筋トレ&脳トレが同時にできるシニアエクササイズ、11-12
- 3) Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjar M(2001): Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol* 535: 301-311.