〈原 著〉

運動器の機能向上プログラム参加者の運動介入効果と栄養状態との関係

新井 武志¹⁾²⁾ 大瀧 修一²⁾

要 約 目的：本研究では運動器の機能向上プログラムに参加した特定高齢者（2次予防対象者）のベースラインのBMIやアルブミン値といった栄養指標と運動介入による身体機能の改善効果との関係を検討することを目的とした。**方法：**対象は東京都A区の運動器の機能向上プログラムに参加した地域在住高齢者44名で、平均年齢は73.9歳であった。対象者は筋力増強運動を中心とした運動プログラムを週2回、約3カ月間実施した。運動介入の前後で有意な改善を示した身体機能の変化量を算出し、ベースラインのBMIおよび血清アルブミン値の中央値で2分した高値群と低値群の2群に分けて平均値を比較検討した。解析にはMann-WhitneyのU検定を用いた。また、ベースラインのBMIおよび血清アルブミン値と変化量の相関関係について、年齢と性別を調整した偏相関係数を用いて検討した。**結果：**運動介入の前後で5m最大歩行時間、ファンクショナルリーチ、Timed Up & Go、膝伸展筋力（以上 $P<.01$ ）および長座位体前屈（ $P<.05$ ）が有意に改善した。有意な改善を示した身体機能の変化量のうち、最大歩行時間の変化量は血清アルブミン値の低値群が高値群に比較して有意に大きくなった（ $P<.05$ ）。その他の変化量については2群に有意差を認めなかった。また、事前のBMIや血清アルブミン値と身体機能の変化量の間にはいずれも有意な相関関係は認められなかった。**結論：**本研究の結果では、栄養指標が低値を示す者の身体機能の改善効果が必ずしも低くなるとは言えない結果となった。今後は対象数を増やし、他の栄養指標の影響などを含め、栄養状態と運動機能の改善効果の関係をより詳細に検討していくことにより、ケアマネジメントや運動介入方法の検討に役立つ情報が提供できると考える。

Key words：介護予防、運動器の機能向上プログラム、介入効果、栄養状態

（日老医誌 2011；48：369-377）

緒 言

我が国における様々な調査・研究から、地域において比較的健常に生活している高齢者、特に75歳以上の高齢者において、容易に要介護状態あるいは不健康状態を招く症候や障害の存在が明らかとなっている。例えば、平成19年度の国民生活基礎調査¹⁾によると、介護を必要とする原因は、高齢による衰弱、転倒・骨折、関節疾患、認知機能低下など、加齢に伴う心身の機能低下が主であり、死亡の原因とは異なる様相を呈している。これらは、総称して老年症候群と呼ばれる²⁾³⁾。老年症候群の定義には諸説あるが、身体的虚弱（生活機能低下）、転倒、失禁、低栄養、閉じこもり、睡眠障害、うつ、認知機能低下、口腔機能の低下などが含まれると考えられる⁴⁾。平成18年4月には介護保険制度が予防重視型システムへ

転換が図られ、老年症候群を有する高齢者、すなわち要支援・要介護状態へ陥るリスクの高い高齢者（特定高齢者または2次予防事業対象者）に対して、運動器の機能向上プログラムや口腔機能向上プログラム、低栄養プログラムなどの心身機能の向上を目指した各種介護予防プログラムが実施されることとなった⁵⁾⁶⁾。

筋力増強運動を中心とした運動介入については、超高齢あるいは虚弱な高齢者であっても筋力や身体機能が向上することが明らかにされており⁷⁾⁸⁾、様々な介護予防プログラムの中でも、高齢者の虚弱化予防対策の有力な手段であると考えられている。一方、老年症候群の1つとされている低栄養状態は、筋量や筋力、生活機能の低下などに関係していることが指摘され^{9)~12)}、75歳を超えた後期高齢期ではその割合が増加し、運動器の機能向上プログラムの参加者であっても低栄養状態が認められる者も存在する。高齢者を対象としたこれまでの介入研究の成果を見ると、「運動介入のみ」あるいは「栄養補給のみ」といった介入よりも、運動と栄養補給を組み合わせた介入の方が効果的であるとの報告がある^{8)13)~17)}。しかしな

1) T. Arai：目白大学保健医療学部理学療法学科

2) T. Arai, S. Obuchi：地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター 東京都老人総合研究所

受付日：2010.12.7, 採用日：2011.4.6

表1 対象者の基本属性

項目	全体			男性			女性		
	n	平均値	標準偏差	n	平均値	標準偏差	n	平均値	標準偏差
年齢 (歳)	44	73.7	5.0	6	74.7	7.3	38	73.8	4.9
身長 (cm)	44	152.1	6.0	6	154.2	7.9	38	151.7	5.7
体重 (kg)	44	53.1	9.9	6	53.4	9.1	38	53.1	10.2
BMI (kg/m ²)	44	23.0	4.1	6	22.5	3.7	38	23.1	4.2
血清アルブミン値 (mg/dl)*	40	4.2	0.4	6	4.1	0.5	34	4.2	0.3

*欠損があったためアルブミン値については40名

がら、我々が検索した範囲では、介入前(ベースライン)の栄養状態が筋力増強運動を中心とした運動介入の効果に及ぼす影響について調査した研究は見当たらず、そもそも介護予防事業で用いられる栄養指標が低栄養傾向を示す対象者に筋力増強を中心とした運動介入を実施することが適切であるのかについては、詳細な検討がなされていない。

地域支援事業の介護予防特定高齢者施策(2次予防事業)の実施に当たっては、介護予防が必要であって効果が期待できる対象を選定し介入を加えることが肝要とされている。筋力増強運動を中心としたプログラムは地域在住高齢者の身体機能の向上に有効であると考えられるが、仮に、対象者の栄養状態が運動介入の効果に負の影響をもたらすのであれば、まずは栄養面の介入を運動介入に先行して開始するといったケアマネジメントが必要となる可能性も考えられる。これらの情報を整理することは、運動器の機能向上プログラムの適応を考える上で有益であると考えられる。そこで本研究では、運動器の機能向上プログラムに参加した地域在住高齢者の介入前の栄養状態を示す指標と運動介入の効果との関係を検討し、対象者の栄養状態が運動介入効果に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

方 法

1) 対象

本研究の対象は、東京都内A自治体の地域在住高齢者で、基本チェックリストおよび生活機能検査によって特定高齢者と決定された者のうち、地域包括支援センターでの介護予防ケアマネジメントの結果、運動器の機能向上プログラムに参加した者である。今回は、A自治体が運営を委託しているB事業所の運動器の機能向上プログラムに参加した者44名(男性6名、女性38名、平均年齢73.9±5.1歳)を対象とした。この参加者に対し、本研究の概要・目的を説明し、学術的利用を目的とした評価データの使用について参加者全員から書面にて

表2 対象者の現病および既往(重複あり)

種別	人数
骨関節系疾患	21
高血圧症	13
呼吸器系疾患	12
悪性新生物	3
糖尿病	2
心疾患	2
その他:脳血管疾患、泌尿器系疾患、消化器系疾患、肝疾患、腎疾患、パーキンソン病、うつ病(各1)	

同意の意思を確認した。対象者44名の基本属性について表1に示した(血清アルブミン値は4名が欠損)。対象者の現病および既往(介護予防事業参加にあったって把握されたもの)について表2に示した。

なお、この研究計画は、東京都健康長寿医療センター(旧東京都老人総合研究所)倫理審査委員会承認された(承認番号平成20年度40番)。

2) 評価項目

①基本チェックリストの低栄養関連項目(BMIを含む)

基本チェックリスト(表3)は、介護予防事業において、「特定高齢者の候補者」を選定するための質問票として作成されたものである¹⁸⁾。運動機能、口腔機能、栄養状態、認知機能などに関する25の質問から構成されており、これらの質問に「はい」か「いいえ」で回答するものである。回答のうち、リスクに該当する項目について1点を加算し、運動機能や口腔機能などそれぞれの項目ごとの設定点数に達した者を特定高齢者の候補者として選定するものである。栄養改善については、表3に示した基本チェックリストのうちNo.11~12の2項目が利用されている。すなわち、「6カ月間で2~3kg以上の体重減少がありましたか(はい・いいえ)」、「BMIが18.5未満か18.5以上か(身長と体重を実測してBMIを算

表3 基本チェックリスト

No.	質問項目	回 答	
1	バスや電車で1人で外出していますか	0. はい	1. いいえ
2	日用品の買物をしていますか	0. はい	1. いいえ
3	預貯金の出し入れをしていますか	0. はい	1. いいえ
4	友人の家を訪ねていますか	0. はい	1. いいえ
5	家族や友人の相談にのっていますか	0. はい	1. いいえ
6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか	0. はい	1. いいえ
7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか	0. はい	1. いいえ
8	15分位続けて歩いていますか	0. はい	1. いいえ
9	この1年間に転んだことがありますか	1. はい	0. いいえ
10	転倒に対する不安は大きいですか	1. はい	0. いいえ
11	6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか	1. はい	0. いいえ
12	身長 cm 体重 kg (BMI=) (注)		
13	半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか	1. はい	0. いいえ
14	お茶や汁物等でむせることがありますか	1. はい	0. いいえ
15	口の渇きが気になりますか	1. はい	0. いいえ
16	週に1回以上は外出していますか	0. はい	1. いいえ
17	昨年と比べて外出の回数が減っていますか	1. はい	0. いいえ
18	周りの人から「いつも同じ事を聞く」などの物忘れがあると言われますか	1. はい	0. いいえ
19	自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか	0. はい	1. いいえ
20	今日が何月何日かわからない時がありますか	1. はい	0. いいえ
21	(ここ2週間) 毎日の生活に充実感がない	1. はい	0. いいえ
22	(ここ2週間) これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった	1. はい	0. いいえ
23	(ここ2週間) 以前は楽にできていたことが今ではおっくうに感じられる	1. はい	0. いいえ
24	(ここ2週間) 自分が役に立つ人間だと思えない	1. はい	0. いいえ
25	(ここ2週間) わけもなく疲れたような感じがする	1. はい	0. いいえ

(注) BMI=体重 (kg) ÷身長 (m) ÷身長 (m) が18.5未満の場合に該当とする。

出)」であり、地域支援事業の特定高齢者施策（2次予防事業）ではこの2項目の両方または後述する血清アルブミン値が3.8 mg/dl以下の者を低栄養の特定高齢者候補者（2次予防事業対象者）とすることとなっている¹⁹⁾。本研究の対象者においては、BMIがカットオフ値の18.5を下回る者が少なく対象数に偏りが生じることから、対象者の中央値（22.3）で2群を設定し比較した。

②血清アルブミン値

血清アルブミン値は、国内外の論文で低栄養状態の指標として用いられている^{20)～23)}。また、我が国の介護予防施策にも利用されている指標である¹⁹⁾。今回は、運動器の機能向上プログラム参加前の直近の検診時に行った採血による数値を引用した。また、介護予防事業で利用されている血清アルブミン値のカットオフ値は3.8 mg/dl¹⁹⁾であるが、今回は対象数の偏りを考慮しデータの中央値（4.15 mg/dl）で2群とし比較検討した。44名の参加者のうち検診データから血清アルブミン値の引用ができなかった者が4名いたため、血清アルブミン値に関する解析は40名にて行った。本研究の参加者にお

いて、血清アルブミン値に影響を与えるような疾患（肝硬変・ネフローゼ症候群等）、手術、薬物、脱水等²³⁾は認められなかった。

③身体機能

身体機能の評価は、厚生労働省発行の運動器の機能向上マニュアル²⁴⁾に準じて、5m最大歩行時間、握力、開眼・閉眼片足立ち時間、ファンクショナル・リーチ（以下FR）、長座位体前屈、Timed Up & Go（以下TUG）、膝伸展筋力を測定した。

5m最大歩行時間は、1.5mの加速路、5mの測定区間、1.5mの減速路からなる歩行路を設置し、測定区間始まりの印を腰部または肩部を超えた時点から、測定区間終わりの印を腰部または肩部を超えるまでの所要時間を測定し、2回の測定のうちいずれか短い方を測定値とした。握力は、握力計の握り（つかみ）を示指の近位指節間関節がほぼ90度になるように調整し、息むことの無いよう息を吐きながら、じわっと手を握る方法で1回測定した。開眼片足立ち時間は、両手を側方に軽くおろし、ゆっくりと片足を床から離し、支持脚の位置がずれ

る、あるいは支持脚以外の体の一部が床にふれるまでの時間を測定した。最大は60秒とした。閉眼は目をつぶるよう指示したうえで、開眼と同様に測定を行った。FRは安定した静止立位の姿勢から、軽く握った拳を肩の高さまで水平に挙上し、その拳を最大限前方に伸ばした際の拳の水平移動距離を測定した。壁に触れたり、元の姿勢に戻れないなどの場合は、失敗として再測定を行った。FRは2回測定し、最大値を採用した。長座位体前屈は、壁に腰・背を着けた長座位姿勢から、膝関節を曲げずにどれだけ前屈（測定器に載せた手を前方へ移動）できるのかを測定した。測定に際しては、骨粗鬆症や脊柱の変形のある対象者は除外した。TUGは、いすの背もたれから背が離れた時から、3m先の指標を回転し再びいすに着席するまでの所要時間を測定した。このとき、小走りも許した。2回の測定のうち短い方を測定値とした。膝伸展筋力は、膝関節および股関節を90°に屈曲した椅子座位姿勢で、膝関節伸展の等尺性最大筋力をハンドヘルドダイナモメーター（ μ -TAS F-1, アニマ社製）にて測定した。利き足を2回測定し、最大値を採用した。

3) 運動介入（運動器の機能向上プログラム）の内容

運動器の機能向上プログラムの内容は、包括的高齢者運動トレーニング（Comprehensive Geriatric Training；以下CGT）のマニュアル²⁵⁾に基づいて実際された。このCGTは、虚弱な高齢者の身体機能改善のために開発された運動プログラムで、高負荷筋力増強運動にバランストレーニングなどの機能的なトレーニングを含めた運動を、1回90分間、週2回、約3カ月間（12週間）実施するものである。1教室は10名程度で、すべての参加者は同時期に運動を開始し、同時期にプログラムを終了した。スタッフは、理学療法士、運動指導員、看護師など、体育と医療の専門家が配置されている。プログラムの進行は、運動に不慣れな虚弱高齢者のために、3カ月間を1カ月ごとにコンディショニング期、筋力増強期、機能的トレーニング期に期分けし、個人の進捗に合わせて段階的に運動負荷レベルが決定されるよう配慮されている。

筋力増強運動については、レッグプレス（脚伸展動作、主動作筋：大殿筋、大腿四頭筋、ハムストリングス、下腿三頭筋）、レッグエクステンション（膝伸展動作、主動作筋：大腿四頭筋）、ヒップアブダクション（股関節外転動作、主動作筋：中殿筋、大腿筋膜張筋）、ローイング（肩関節伸展、肩甲骨内転動作、主動作筋：菱形筋群、広背筋）の4種の運動を筋力トレーニングマシンを使用して実施した。これらの筋群が選択された理由は、下肢の抗重力筋および体幹後面筋の強化により歩行等の

移動能力、姿勢改善によるバランス機能改善を意図したためである。コンディショニング期には低負荷・高反復のトレーニングを実施し、マシンの取り扱いに慣れるとともに、筋・関節組織の強化に充てた。1カ月間のコンディショニング期の終了後、正しいフォームや呼吸法の習得ができた者に対して、筋力増強期の初めに至適負荷の決定を行い、筋力増強期以降の負荷については、自覚運動強度の「ややきつい」を参考に適宜負荷レベルの変更を実施した。筋力増強運動以外の運動種目については、運動指導員が対象者の身体状況を勘案し、柔軟性やバランス機能の向上を目的とした運動を時間内に実施した。

4) 統計解析

運動介入前後での身体機能評価項目の変化については、Wilcoxonの符号付き順位和検定を用いて評価した。また、全体の解析で有意な改善の認められた項目について、介入前後での変化量（事後の測定値から事前の測定値を引き算した値）を算出した。なお、5m最大歩行時間およびTUGについては、負の変化量が改善を示す。

基本チェックリストのNo.11の回答（「6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか」の回答）については「はい」か「いいえ」で2群を設定し、BMIおよび血清アルブミン値については、介入前（ベースライン）における中央値より大きい小さいかによって高値群と低値群の2群を設定し、それぞれの2群間でベースラインの平均値および介入前後での変化量の平均値に差があるかをMann-WhitneyのU検定にて検討した。

さらに、ベースラインのBMI、血清アルブミン値と介入前後での身体機能の変化量との相関関係について、年齢と性別を調整した偏相関係数を用いて評価した。

統計解析にはSPSS17.0Jを使用し、危険率5%未満を有意とした。

結 果

12週間の運動プログラムで参加を中断した者は3名（6.8%）であった。また、介入後の身体機能測定を欠席した者が4名いた。中途での脱落および最終の身体機能測定の欠席の理由は、体調不良や多忙によるものであった。いずれも、プログラムに起因する原因ではなく、プログラム中の事故等はなかった。プログラムを完遂した者の平均の出席率は85.6%であった。ベースラインにおける2群間の各評価項目の平均値について表4に示した。

運動介入前後での全体の身体機能の変化について表5に示した。なお、介入前後の評価において、身体機能の測定では、本人からの関節の痛みの訴えや転倒などのリ

表4 2群間のベースラインにおける平均値の比較

	6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか					BMIの中央値(22.3)による区分					血清アルブミン値の中央値(4.15mg/dl)による区分				
	いいえ		はい			22.3以上		22.3未満			4.15mg/dl以上		4.15mg/dl未満		
変化量	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値
年齢(歳)	31	73.6±5.5	13	73.7±3.7	.616	22	74.4±5.3	22	73.0±4.6	.363	20	71.3±3.9	20	76.1±4.9	.003
身長(cm)	31	152.0±6.1	13	152.3±6.0	.682	22	150.2±5.2	22	153.9±6.3	.034	20	151.4±4.5	20	152.7±7.2	.685
体重(kg)	31	53.4±10.8	13	52.5±7.8	.915	22	59.0±9.0	22	47.3±7.1	.000	20	52.3±11.2	20	54.0±8.7	.172
BMI	31	23.0±4.0	13	22.8±4.4	.964	22	26.0±3.1	22	19.9±2.1	.000	20	22.8±4.9	20	23.1±3.2	.482
血清アルブミン値(mg/dl)	29	4.1±0.4	11	4.3±0.3	.200	22	4.2±0.4	22	4.2±0.3	.827	20	4.5±0.2	20	3.9±0.2	.000
5m最大歩行時間(秒)	26	3.5±1.4	11	2.9±0.5	.374	19	3.1±1.1	18	3.6±1.3	.105	14	3.0±0.6	19	3.6±1.5	.827
握力(kg)	30	22.6±5.1	12	21.4±3.2	.703	21	22.5±3.6	21	22.0±5.9	.342	18	23.0±3.6	20	21.6±5.7	.079
開眼片足立ち(秒)	31	32.6±22.6	12	42.8±18.9	.234	22	27.6±21.9	21	43.2±19.5	.017	19	41.8±22.5	20	28.9±20.0	.080
閉眼片足立ち(秒)	31	3.5±2.2	12	3.5±1.6	.772	22	3.0±2.2	21	4.0±1.7	.043	19	4.0±2.3	20	3.0±1.6	.152
ファンクショナルリーチ(cm)	31	35.5±5.8	12	34.8±5.6	.551	22	36.7±6.0	21	33.9±5.1	.084	19	35.2±5.9	20	35.5±5.7	.768
長座位体前屈(cm)	26	32.5±9.1	11	27.1±8.9	.163	19	33.8±9.3	18	28.1±8.6	.160	14	31.9±8.7	19	30.3±9.8	.927
Timed Up & Go時間(秒)	31	7.6±3.1	12	6.2±1.1	.139	25	7.1±2.2	22	7.5±3.3	.757	19	6.6±1.4	20	7.9±3.6	.407
膝伸展筋力(N)	26	195.1±68.3	11	187.3±86.5	1.00	19	231.0±59.0	18	152.6±63.9	.001	14	201.4±86.1	19	186.7±62.1	.344

表5 身体機能の事件事後評価結果(平均値±標準偏差)

身体機能評価項目	n	事前	事後	P値
5m最大歩行時間(秒)	33	3.3±1.1	3.1±1.0	<.001
握力(kg)	36	22.6±4.7	22.0±5.1	.084
開眼片足立ち時間(秒)	37	35.7±22.7	36.0±22.6	.638
閉眼片足立ち時間(秒)	37	3.4±2.9	3.5±2.3	.756
ファンクショナルリーチ(cm)	37	35.0±5.4	36.5±5.3	.013
長座位体前屈(cm)	33	30.7±9.4	32.0±9.8	.028
Timed Up & Go時間(秒)	37	7.2±2.8	6.6±1.8	<.001
膝伸展筋力(N)	33	185.7±71.0	212.9±82.2	.002

スクを配慮し測定項目を選別したため、各測定項目の測定人数は一定ではない。全体で5m最大歩行時間、TUG、膝伸展筋力(以上 $p<.01$)およびFR、長座位体前屈(以上 $p<.05$)が有意に改善した。握力、開眼および閉眼の片足立ち時間については有意な変化は認められなかった(表5)。

運動介入前後で有意に改善した身体機能評価項目の変化量について、基本チェックリストのNo.11の回答、BMI、血清アルブミン値の2群ごとに変化量の平均値と標準偏差を比較した結果を表6に示した。最大歩行時間の変化量が、血清アルブミン値の低値群が高値群に比較して有意に大きかった($p<.05$)。それ以外では2群に

有意な差を認めなかった(表6)。

次に、連続変数であるベースラインのBMIおよび血清アルブミン値と介入前後での身体機能の変化量の相関関係について、年齢と性別を調整した偏相関係数を表7に示した。いずれの項目でもベースラインのBMIおよび血清アルブミン値と身体機能の変化量の間に有意な相関関係は認められなかった。

考 察

低栄養はSarcopenia(筋肉減少症)や筋力の低下以外にも、骨塩量低下、貧血、うつや免疫力低下などとの関係も指摘されている¹¹⁾²¹⁾。先行研究では、運動介入に

表6 身体機能の介入前後の変化量の平均値の2群間比較

変化量	6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか					BMIの中央値(22.3)による区分					血清アルブミン値の中央値(4.15mg/dl)による区分				
	いいえ			はい		22.3以上			22.3未満		4.15mg/dl以上			4.15mg/dl未満	
	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値	n	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	p値
5m最大歩行時間(秒)	23	0.1±1.1	10	-0.2±0.1	.267	15	-0.1±0.2	18	-0.3±0.3	.160	14	-0.1±0.2	15	-0.3±0.3	.031
ファンクショナルリーチ(cm)	27	1.2±3.3	10	2.2±2.8	.808	17	0.8±3.3	20	2.0±3.4	.435	17	1.7±3.8	16	1.2±2.9	.527
長座位体前屈(cm)	23	5.5±11.6	10	2.0±3.1	.378	15	0.7±1.8	18	0.9±2.3	.929	14	1.7±2.5	15	-0.2±2.2	.052
Timed Up & Go時間(秒)	27	-0.8±1.5	10	-0.2±0.6	.241	17	-0.6±0.8	20	-0.6±1.8	.187	17	-0.4±0.6	16	-0.8±1.9	.627
膝伸展筋力(N)	23	54.9±82.3	10	11.8±36.5	.536	15	18.0±59.8	18	30.5±45.0	.598	14	24.0±50.8	15	25.7±53.9	.600

表7 低栄養指標と身体機能の変化量の偏相関係数

変化量	BMI			血清アルブミン値		
	n	偏相関係数	p値	n	偏相関係数	p値
5m最大歩行時間(秒)	33	-0.08	.685	29	-0.11	.561
ファンクショナルリーチ(cm)	37	-0.24	.185	33	0.07	.692
長座位体前屈(cm)	33	-0.15	.430	29	0.00	.986
Timed Up & Go時間(秒)	37	-0.22	.243	33	0.19	.302
膝伸展筋力(N)	33	-0.07	.695	29	0.03	.895

合わせて栄養補給の介入を行うことで運動介入の効果が高まることが指摘されている^{8)13)~17)}。しかしながら、昨今実施されるようになった介護予防事業において、そもそも栄養指標が低栄養傾向を示す高齢者に対して、筋力増強運動を中心とした運動介入を実施することが適切なのか、また実施した場合に栄養状態による介入効果への影響があるのかといった検討はほとんどなされてこなかった。本研究では、運動器の機能向上プログラムに参加した地域在住高齢者を対象に、事前に把握可能であった介護予防事業の栄養指標に関する情報と、対象者の身体機能および介入前後での身体機能の変化量との関係について検討した。本研究の結果では、全体の解析で、握力、開眼および閉眼の片足立ち時間を除いた身体機能評価項目が有意な改善を示し、運動器の機能向上プログラムの介入効果が認められた。また、事前事後で有意な改善の認められた身体機能評価項目の変化量は、ベースラインのBMIや血清アルブミン値との間には有意な相関関係が認められず、低栄養傾向の対象者の運動介入の効果が低いとは言えない結果であった。

本研究の結果は、特定高齢者(現2次予防対象者)のケアマネジメントに重要な情報を提供するものと考えられる。介護予防における特定高齢者施策(2次予防事業)

では、要支援・要介護状態に陥るリスクが高く、かつ介入による効果が期待できる対象者に対して、地域包括支援センターにおいて適切な介護予防プログラムの選定と参加勧奨、介入目標の設定等のケアマネジメントが実施される⁶⁾。しかし、前述したとおり、地域在住高齢者、特に75歳を超える後期高齢者においては、本質的には老年症候群、すなわち、加齢に伴う複合的な症候を呈していると考えられる²⁾³⁾。厚生労働省老健局発行の運動器の機能向上マニュアル²⁴⁾においても、複合的な問題を抱える高齢者の対応について、ケアマネジメントにおいて適切な配慮をすることが求められている。本研究の対象者は運動器の機能向上プログラム参加者ではあったが、低栄養の特定高齢者候補者に該当するような参加者が複数いた。ケアマネジメントの現場では、やせ細った高齢者に運動負荷を与えることに心理的抵抗感を感じることも少なくないと思われる。しかし、低栄養の傾向がある高齢者であっても、適切な運動介入プログラムを用いて対応すれば身体機能の向上が期待できることが示唆された。

ところで、運動介入の効果が低栄養の影響が小さかった理由として、本研究で用いた運動介入プログラムの特徴が寄与している可能性が考えられる。本研究の運動介

入方法は、筋力トレーニングマシンを用いた高負荷筋力増強運動を中心としたプログラムであった²⁵⁾。トレーニングマシンを用いることで、低体力の者であっても座位で安全なトレーニングが可能となり、トレーニング初期にはごく軽い負荷から実施できるなど、その対象の体力に合わせた至適な負荷レベルが設定できるメリットが得られる。また、方法の項でも述べたように、運動開始後の1カ月間はコンディショニング期とし、栄養状態と関係なくどのような対象者であっても、いわゆる低負荷・高反復の運動を行うことによって、筋組織をはじめ、筋膜、腱、靱帯、関節包といった関節構造体へダメージを与えることを避けた。このことによって、虚弱な高齢者がいきなり過負荷の運動を行って、脆弱化した筋組織や関節組織に深刻な損傷を与える危険を回避できたものと考えられる。2カ月目以降については、対象者のトレーニングスキル（運動のフォーム、運動スピードのコントロール、呼吸法など）を指導者が見極め、スキルが習得され安全に実施できている者に対して、至適な負荷を設定した。この時も、栄養状態そのものというよりは、全身の状態を総合的に判断し比較的強い負荷をかけていった。その後は、対象者の自覚的な運動強度や痛みの訴えをモニタリングすることによって、過負荷（オーバーユース）による組織の損傷等に留意し、適宜負荷を増量していった。このようなマニュアルに基づいた運動介入が虚弱な高齢者の介入に適切であったと考えられる²⁶⁾。

さらに、本プログラムでは管理栄養士など栄養関連の専門職の配置はなかったものの、理学療法士や看護師といった医療スタッフと体育（運動指導）の専門スタッフが配置され、対象者個々の心身の状況について個別に管理・対応ができる体制であったこともプラスに作用したのと考えられる。

本研究の限界は、ある自治体の1つの事業所で実施された運動器の機能向上プログラムを対象にした小規模な研究であり、対象群の設定もないことである。また、対象数も少ないことから統計的な検出力も弱いため、結果の解釈には限界がある。したがって、本研究の結果を国内で実施されている他の介護予防事業の運動器の機能向上プログラムへ一般化して論ずることは適切ではないと考えられる。また、当然ではあるが、運動プログラム実施中に指導者が栄養摂取等に関する相談や簡単なアドバイスを適宜行っているケースがあり、期間中に対象者の食生活や生活習慣等がどの程度変わったのかについては調査できていない。また、直接的に栄養状態が影響すると思われる体組成（脂肪量や徐脂肪体重）や筋横断面積等を客観的に評価したわけではない。これらの点につ

いては、系統的な栄養介入や評価を実施したわけではなく、また測定記録もないため、本研究では具体的に論じることができない。今後、運動器の機能向上プログラムの効果に栄養状態が与える影響について、対象数を増やし、血清アルブミン値以外に引用する血液指標を検討するなど、より詳細な調査研究が必要であると考えられる。

結 論

本研究の結果から、運動器の機能向上プログラムの対象となる特定高齢者（2次予防対象者）に対する運動介入の効果について、低栄養の影響は小さいことが示唆された。今後、より詳細な検討が必要ではあるが、地域在住の低栄養傾向にある虚弱高齢者に対する介護予防ケアマネジメントにおいて、運動器の機能向上プログラムが適応可能であることが示唆された。

謝 辞

本研究は平成20～22年度科学研究費補助金基盤研究(C)「介護予防プログラムの効果予測に関する研究」の一部として行われた。本研究の実施にあたり、ご協力賜わった介護予防プログラム参加者のみなさま、自治体職員・運動指導スタッフなど関係職員の皆様方に深謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省大臣官房統計情報部：平成19年 国民生活基礎調査の概況。http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa07/3-1.html（参照2011-3-11）。
- 2) 鈴木隆雄：地域高齢者の余命の規定要因——学際的研究。TMIG-LISA から一。日老医誌 2001; 38: 338-340。
- 3) 鈴木隆雄：老年症候群——要介護への原因一。理学療法科学 2003; 18: 183-186。
- 4) 鈴木隆雄、大淵修一：指導者のための介護予防完全マニュアル、東京都高齢者研究・福祉振興財団、東京、2004、p2-5。
- 5) 厚生労働省老健局：介護保険制度改革の概要——介護保険法改正と介護報酬改定——2006。http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/topics/0603/dl/data.pdf（参照2011-3-11）。
- 6) 辻 一郎（研究班長）：総合的介護予防システムについてのマニュアル。厚生労働省老健局、総合的介護予防システム研究班、2006。http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1b.pdf（参照2011-3-11）。
- 7) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ: High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. JAMA 1990; 263: 3029-3034。
- 8) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. N Engl J Med 1994; 330: 1769-1775。
- 9) Shibata H, Haga H, Nagai H, Suyama Y, Yasumura S, Koyano W, et al: Predictors of all cause-mortality be-

- tween ages 70 and 80: the Koganei study. *Arch Gerontol Geriatr* 1992; 14: 283-297.
- 10) Sullivan DH, Walls RC, Lipschitz DA: Protein-energy undernutrition and the risk of mortality within 1 y of hospital discharge in a select population of geriatric rehabilitation patients. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 599-605.
 - 11) Thomas DR, Ashmen W, Morley JE, Evans WJ: Nutritional management in long-term care: development of a clinical guideline. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci* 2000; 55: M725-M734.
 - 12) 鈴木隆雄: 介護予防の視点からの高齢者の食と栄養. *日老医誌* 2010; 47: 426-429.
 - 13) Meredith CN, Frontera WR, O'Reilly KP, Evans WJ: Body composition in elderly men: effect of dietary modification during strength training. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40: 155-162.
 - 14) Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, Young VR, Evans WJ: Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 167-175.
 - 15) Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M: Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol* 2001; 535: 301-311.
 - 16) Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Wolfe RR: Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 449-455.
 - 17) 新開省二, 金 憲経, 渡辺直紀, 李 相侖, 斎藤京子, 鈴木隆雄: 虚弱高齢者を対象とした運動 vs. 運動+栄養介入(大豆ペプチド)の効果に関する無作為化比較試験. *栄養学雑誌* 2009; 67: 76-83.
 - 18) 鈴木隆雄 (研究班長): 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル. 厚生労働省老健局 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル研究班, 2006. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c.pdf> (参照 2011-3-11).
 - 19) 杉山みち子 (研究班長): 栄養改善マニュアル. 厚生労働省老健局 介護予防マニュアル研究班, 2006. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1e.pdf> (参照 2011-3-11).
 - 20) Shibata H, Haga H, Ueno M, Nagai H, Yasumura S, Koyano W: Longitudinal changes of serum albumin in elderly people living in community. *Age Ageing* 1991; 20: 417-420.
 - 21) Corti MC, Guralnik JM, Salive ME, Sorkin JD: Serum albumin level and physical disability as predictors of mortality in older persons. *JAMA* 1994; 272: 1036-1042.
 - 22) 権 珍嬉, 鈴木隆雄, 金 憲経, 吉田英世, 熊谷 修, 吉田祐子ほか: 地域在住高齢者における低栄養と健康状態および体力との関連. *体力科学* 2005; 54: 99-106.
 - 23) 足立香代子: 検査値に基づいた栄養アセスメントとケアプランの実際 ―低栄養から静脈・経腸栄養までかわれるために―, チーム医療, 東京, 2006, p83-90.
 - 24) 大淵修一 (研究班長): 運動器の機能向上マニュアル. 厚生労働省老健局 運動器の機能向上マニュアル研究班, 2006. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1d.pdf> (参照 2011-3-11).
 - 25) 大淵修一, 佐竹恵治: 介護予防 包括的高齢者運動トレーニング CGT/Comprehensive Geriatric Training, 健康とよい友達社, 東京, 2004.
 - 26) 新井武志, 大淵修一, 小島基永, 松本侑子, 稲葉康子: 地域在住高齢者の身体機能と高齢者筋力向上トレーニングによる身体機能改善効果との関係. *日老医誌* 2006; 43: 781-788.

Relationships between nutritional status and the effects of exercise training in frail elderly people

Takeshi Arai¹⁾²⁾ and Shuichi Obuchi²⁾

Abstract

Aim: The objectives of this study were to examine the relationship between nutritional status indicators such as body mass index (BMI) and serum albumin, and the effects of exercise intervention in community-dwelling frail elderly people.

Methods: We enrolled 44 subjects aged 65 years and older (average age 73.9 ± 5.1 years) in this study. The subjects participated in exercise intervention, including muscle strength training twice a week for 3 months. We evaluated various functional performance measures at the start and end of the intervention, and calculated the measurement differences. We then evaluated any relationships between nutritional status and the amount of changes.

Results: Some physical functions improved after exercise intervention, even in participants with under-nutritional status. There were no significant differences or relationships found between nutritional status and improvements in physical function.

Conclusions: These results suggest that the physical functions of frail elderly people can improve regardless of their nutritional status. Further study is necessary to evaluate the influence of nutritional status on exercise effects, and the optimal method of applying exercise interventions, primarily for community-dwelling frail older people.

Key words: *Prevention of dependence on long-term care insurance, Exercise intervention, Exercise effects, Nutritional status*
(Nippon Ronen Igakkai Zasshi 2011; 48: 369–377)

1) Faculty of Health Science, Mejiro University

2) Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology