

2014 年度聖隷クリストファー大学大学院  
リハビリテーション科学研究科 博士論文

回復期病棟入院患者における  
客観的な栄養指標と筋発揮張力維持スロー法  
の筋肉量増加効果との関連性に関する研究  
ー血清アルブミン値と  
血清トランスサイレチン値を用いてー

理学療法科学分野・理学療法開発学領域

12DR03 佐藤 慎

## 目次

I. 図表リスト.....	1
II. 要旨 .....	1
III. 序論.....	3
1.研究の背景.....	3
1) 高齢社会の現状と問題点.....	3
2) 虚弱の要因.....	4
3) 回復期病棟入院患者における栄養状態.....	5
4) 低栄養とサルコペニア .....	5
5) 回復期病棟入院患者に対するレジスタンス運動実施上の問題.....	7
6) 客観的な栄養指標としての血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値11	
7) 背景のまとめ.....	12
2.研究課題.....	14
3.仮説 .....	14
4.研究の構造.....	14
5.用語の操作的定義.....	15
6.研究の独創性と新規性.....	16
IV. 研究 1.....	17
研究課題：客観的な栄養指標と身体機能との関連性に関する研究.....	17
1.目的 .....	17
2.仮説 .....	17
3 研究デザイン.....	17
4.対象者の選定方法.....	17
5.使用データ .....	18
6.解析方法.....	19
7.結果 .....	20

1) 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性.....	21
2) 回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討 .....	22
8. 考察 .....	23
1) 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性.....	23
2) 回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討 .....	23
9. 研究 1 のまとめ.....	24
V. 研究 2 .....	25
研究課題：客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性に関する研究.....	25
1. 目的 .....	25
2. 仮説 .....	25
3. 対象者の選定方法 .....	25
4. 方法 .....	26
1) 研究デザイン .....	26
2) プロトコル.....	27
3) 評価項目 .....	28
4) 解析方法.....	32
5. 結果 .....	33
1) 解析対象全員における LST 法の効果 .....	34
2) LST 法の筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討 ....	35
3) 客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の LST 法の筋肉量増加効果の比較.....	39
4) 交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性.....	40
6. 考察 .....	41

1) 解析対象全員における LST 法の効果 .....	41
2) LST 法の筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討 ....	41
3) 客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の LST 法の筋肉 量増加効果の比較.....	42
4) 交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連 性.....	42
7.研究 2 のまとめ .....	43
VI. 結論 .....	44
VII. 本研究の限界 .....	45
VIII. 提言 .....	46
IX. 謝辞.....	47
X. 引用文献 .....	48
XI. 業績(過去 3 年以内) .....	54
XII. 付録.....	55

## I. 図表リスト

図 1	虚弱サイクル.....	4
図 2	概念図.....	15
図 3	研究 1 の解析対象の選定方法.....	18
図 4	回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との 関連性.....	21
図 5	研究 2 の解析対象の選定方法.....	26
図 6	研究 2 のプロトコル.....	27
図 7	LST 法.....	28
図 8	大腿四頭筋筋出力評価.....	29
図 9	体組成評価.....	29
図 10	大腿四頭筋筋厚評価.....	30
図 11	客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値の検討.....	35
図 12	筋肉量増加効果と関連する LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値の 検討.....	36
図 13	筋肉量増加効果と関連する LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値の検討.....	37
図 14	筋肉量増加効果と関連する LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値の 検討.....	38
表 1	筋肉量をアウトカムとする無作為割付運動介入研究のエビデンステーブル.....	9
表 2	運動と栄養の併用介入効果.....	10
表 3	研究 1 の解析対象の基本情報.....	20
表 4	回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討.....	22
表 5	研究 2 の解析対象の基本情報.....	33
表 6	解析対象全員における LST 法の効果.....	34
表 7	客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の LST 法の筋肉量増加 効果の比較.....	39
表 8	交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性....	40

## II. 要旨

本研究は、回復期病棟入院患者における、客観的な栄養指標である血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値と低負荷で効果的なレジスタンス運動とされている筋発揮張力維持スロー法(low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation : LST 法)の筋肉量増加効果との関連性を検討することを目的とした。低栄養から筋肉の合成が阻害され筋肉量が減少し、身体機能が低下するという考えから、まず客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにした。その後、身体機能に結びつく因子である筋肉量との関連性を検討するために、客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性を明らかにした。

### 研究 1

〔目的〕回復期病棟入院患者の入院時に相当する客観的な栄養指標である血清アルブミン値と回復期病棟退院時の身体機能との関係を探ることによって、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにすることを目的とした。

〔方法〕A 病院回復期病棟入院患者のデータベースから 4 年分のデータ(1195 名)を抽出した。データの評価項目は、年齢、疾患分類、血清アルブミン値、血清 C 反応性蛋白(C-reactive protein : CRP)値、機能的自立度評価表(Functional Independence Measure : FIM)の運動項目(motor-FIM : m-FIM)であった。その中から、回復期病棟入院時の血清 CRP 値と回復期病棟入院後 14 日～21 日の間の血清アルブミン値があり、かつ回復期病棟退院時の m-FIM が評価されているものを抽出した(486 名)。さらに、回復期病棟入院時に血清 CRP 値 $>0.3\text{mg/dl}$ のものを除く 149 名が解析対象となった。データの解析方法は以下の通りとした。①回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性を検討した。②回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子を検討した。

〔結果〕回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との間に、正の相関関係が認められた( $r=0.4$ )。回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子を検討した結果、血清アルブミン値( $\beta=0.29$ )、年齢( $\beta=-0.32$ )、疾患分類(運動器疾患)( $\beta=0.36$ )が関連していた( $R^2=0.31$ )。

〔考察〕回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性を検討した結果、両者の間に正の相関関係が認められた。次に回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子を検討した結果、血清アルブミン値、年齢、疾患分類(運動器疾患)が導き出された。客観的な栄養指標と身体機能は関連性があると考えられる。

### 研究 2

〔目的〕回復期病棟入院患者に対する LST 法の筋肉量増加効果を検証し、LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連していることを明らかにすること、さらに LST 法を

実施するうえで、客観的な栄養指標を目安にすると筋肉量増加効果が期待できるかどうかを明らかにすることを目的とした。

〔方法〕A 病院回復期病棟に入院となった患者 475 名のうち、選定基準を満たし、研究の目的を説明し同意が得られた患者は 63 名であった。この患者に対し、通常の理学療法プログラムに加えて、LST 法を週 3 回 8 週間実施した。途中で退院した患者は除外し、最終的に 27 名を解析対象とした。客観的な栄養指標には、血清アルブミン値、血清トランスサイレチン値を用い、筋肉量増加効果の評価には大腿四頭筋筋厚を用いた。データの解析方法は以下の通りとした。①解析対象全員における LST 法の効果を比較した。②LST 法の筋肉量増加効果と関連する LST 法実施前・中・後の客観的な栄養指標の境界値を検討した。③得られた客観的な栄養指標の境界値で解析対象を低値群と高値群に分け、LST 法の筋肉量増加効果を各群で比較した。④交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検討した。

〔結果〕解析対象全員において、大腿四頭筋筋厚に有意な改善効果が認められた ( $p=0.00$ )。次に、客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値を算出した結果、大腿四頭筋筋厚変化量  $=0.325\text{cm}$  であった。この境界値で解析対象を 2 群に分け、LST 法実施前・中・後の客観的な栄養指標の境界値を算出した結果、LST 法実施後の血清アルブミン値 (LST 法実施期間中の客観的な栄養指標)  $=3.55\text{g/dl}$ 、LST 法実施前・後の血清トランスサイレチン値 (LST 法実施前・後の客観的な栄養指標)  $=20.3\text{mg/dl} \cdot 19\text{mg/dl}$  であった。これらの境界値で解析対象を低値群と高値群に分け筋肉量増加効果を各群で比較した結果、高値群のみに大腿四頭筋筋厚に有意な改善効果が認められた ( $p=0.00$ )。交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検討した結果、大腿四頭筋筋厚変化量には交絡因子を調整しても客観的な栄養指標が関連していた ( $p=0.04$ )。

〔考察〕今回実施した LST 法は解析対象全員に有意な筋肉量増加効果をもたらした。次に、筋肉量増加効果と関連する LST 法実施前・中・後の客観的な栄養指標の目安として、それぞれの境界値が導き出された。これらの客観的な栄養指標の境界値で解析対象を低値群と高値群に分けたところ、高値群のみに LST 法の筋肉量増加効果が認められた。客観的な栄養指標を目安に LST 法を実施すれば、筋肉量増加効果が期待できると考えられる。

〔結論〕本研究は、回復期病棟入院患者において、客観的な栄養指標と身体機能には関連性があるのか、さらには、LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連するのかを検討した。その結果、客観的な栄養指標と身体機能には関連性があった。また、筋肉量増加効果には客観的な栄養指標が関連しており、客観的な栄養指標が境界値を上回れば、LST 法の筋肉量増加効果が期待できる。

### III. 序論

本研究は、回復期病棟入院患者における、客観的な栄養指標である血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値と低負荷で効果的なレジスタンス運動<sup>1</sup>とされている筋発揮力維持スロー法(low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation : LST 法)の筋肉量増加効果との関連性を検討することを目的とした。このことを明らかにするために、まず後ろ向き研究として、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにした。その関連性を示した後に準実験研究として LST 法を実施し、客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関連性を明らかにした。

#### 1. 研究の背景

##### 1) 高齢社会の現状と問題点

我が国では高齢化の加速が深刻であり、今日の社会問題となっている。健康日本 21(第 2 次)においては、健康寿命の延伸と健康格差の縮小を第 1 に掲げ、国民の健康増進の総合的な推進を図るための基本的な方針を打ち出している(厚生労働省, 2012)。その中では、高齢化に伴う機能の低下を遅らせるためには、高齢者の健康に焦点を当てた取組を強化する必要がある、介護保険サービス利用者の増加の抑制、認知機能低下およびロコモティブシンドローム(運動器症候群)の予防とともに、良好な栄養状態の維持、身体活動量の増加および就業等の社会参加の促進を目標とすると記載されており、運動と栄養の重要性が窺えることと介護予防の重要性が示されている。

介護保険事業状況報告(厚生労働省, 2012)によると、要介護(要支援)認定者数は約 530 万人とされており、年々増加傾向にあり非常に問題視されている。この要介護状態に至る要因として国民生活基礎調査(厚生労働省, 2010)によると、脳血管疾患(脳卒中) 21.5%、認知症 15.3%、高齢による衰弱 13.7%、関節疾患 10.9%、骨折・転倒 10.2%とされており、疾患的要素の他に加齢による衰えの要素が窺えるものとなっている。

このように高齢化によって生じる社会問題に、高齢者の加齢による衰えというものが一つの要因として関わっているということが考えられる。

---

<sup>1</sup> レジスタンス運動

トレーニング科学研究会(1994)によると、局所あるいは全身の筋群に負荷(抵抗)を与え、筋力(筋の横断面積×断面積当たりの筋力)および筋パワー(力×速度)に代表される筋活動力の向上に主眼を置くトレーニング手段の総称である。

高齢者が虚弱に陥る要因を虚弱サイクルから考えると、筋力低下・筋肉量減少から虚弱に陥るとされているが、この筋力低下・筋肉量減少には低栄養が関与しているとされている(図 1).

このように高齢者は低栄養という側面から身体機能の低下を引き起こし、虚弱に陥る可能性が考えられる。

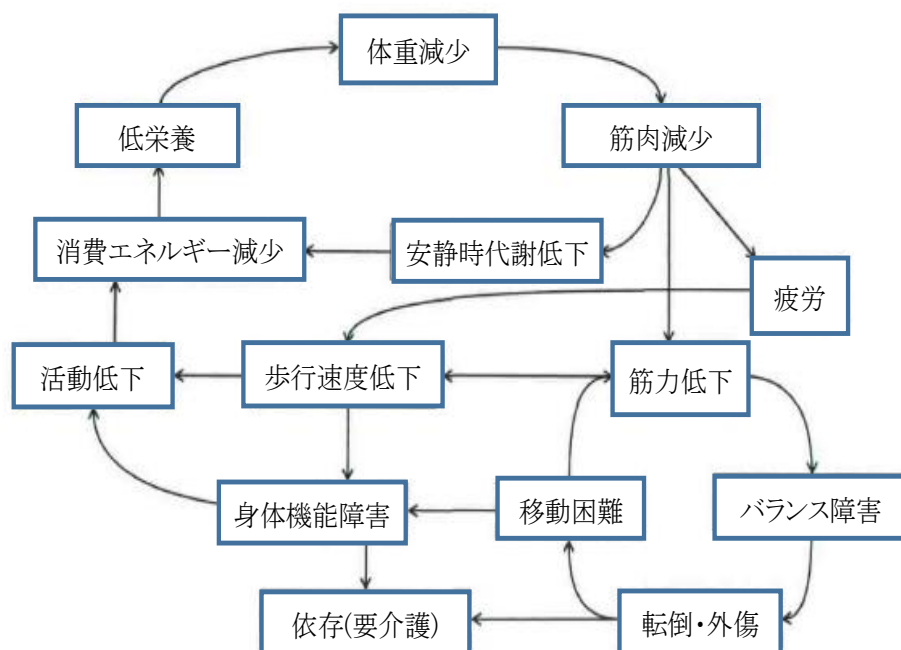


図1 虚弱サイクル Xue, Bandeen-Roche, Varadhan, Zhou, & Fried, (2008)一部改編

4

### 3) 回復期病棟入院患者における栄養状態

回復期病棟入院患者の中で、低栄養と思われる患者を目にする機会が多いという実感があり、約 5 割が低栄養であったとの報告もある(Kaiser, et al, 2010)。低栄養に陥る原因として、生理的老化、身体的要因、精神心理的要因、社会環境要因があるとされている(岩本, 2011)。生理的老化は、歯牙の脱落、味覚・嗅覚の低下による食の楽しみの喪失、活動性低下による食欲低下、唾液・胃液分泌の低下などによる消化・吸収能の低下といったものを指すものとされている。そして身体的要因は、歯科的問題(口腔衛生状態の不良、義歯不適合)、咀嚼・嚥下機能障害、消化管疾患、臓器機能低下(心不全、呼吸不全、肝不全、腎不全)、疼痛(腰痛、膝関節痛など)、慢性炎症、悪性腫瘍、多薬(NSAIDs など)といったものを指すものとされている。それから精神心理的要因は、うつ、認知機能障害、アルコール依存症、誤嚥に対する恐怖感を指すものとされている。社会環境要因には独居、経済的問題があるとされている。入院を契機に、生理的老化、身体的要因、精神心理的要因が、単独もしくは複数関与して低栄養が進行することが推察でき、そういった患者が多いということが理解できる。

### 4) 低栄養とサルコペニア

近年注目を集めている加齢に伴う Quality of Life(QOL), Activities of Daily Living(ADL)の低下をきたすものとして、Rosenberg (1997)により提唱された比較的新しい概念でサルコペニアがある。骨格筋減少症、筋肉減少症とも言われ、加齢に伴う筋力の低下、または老化に伴う筋肉量の減少を指すとされている。Morley(2004)は、高齢期における筋肉量および筋力の低下は、虚弱発生の主要な原因となり、老年医学における重要な課題とされているとし、サルコペニアとの関連が示唆される。The European Working Group on Sarcopenia in Older People(EWGSOP)(2010)は、サルコペニアの診断を筋肉量の減少を必須項目として、それ以外に筋力または身体機能の低下のうちどちらかが当てはまればサルコペニアと判断するとしている。さらにサルコペニアを段階的にステージ分類することを提案している。サルコペニアを原発性、二次性に分類し、原発性を加齢のみによるサルコペニアとし、二次性は「廃用」「疾患(臓器不全、悪性腫瘍、炎症性疾患など)」、「低栄養」によるサルコペニアと分類されている。この中で「疾患」によるものは悪液質(cachexia)を指しており、悪液質による筋肉量の減少もサルコペニアの一部であるとしている。最近では「栄養ケアなくしてリハなし」といわれ(若林, 2011)、低栄養からサルコペニアに陥り最終的には生命予後や ADL の悪化につながるとされ(Cederholm, Jägrén, & Hellström, 1995)、栄養とサルコペニアの関係が注目されている。サルコペニアの発症機序として、筋再生能の低下(橋本, 2010)、蛋白質合成作用の低下、炎症性サイトカインの増加、蛋白質分解ホルモンの増加、身体活動量の減少、栄養摂取量の不足といったものが指摘されているが、そのメカニズムは完全には解明されてい

ない(Doherty, 2003). これらの中でレジスタンス運動と関連があると思われるものについて以下に示す.

### (1) 骨格筋幹細胞の関与

Hashimoto(2007)は骨格筋幹細胞の関与に関して以下のように説明している. 筋肉の再生において最も重要な役割を担っているのが, 筋肉に存在する「筋サテライト細胞」と呼ばれる骨格筋に特異的な組織幹細胞である. 筋サテライト細胞は, 基底膜と筋線維の細胞膜に挟まれており, 筋肉が損傷や過負荷を受けると活性化され, 細胞分裂を開始する. 役割としては筋線維の再生・維持が挙げられる. 再生の役割としては, 活性化された筋サテライト細胞は筋前駆細胞に分化しさらに多核化した筋管細胞を形成する. 筋管細胞はさらに成熟を遂げ筋線維となる. 維持の役割としては, 筋線維に新たな核を供給することであり, 筋線維核のターンオーバー・サイクルを支えている. この筋サテライト細胞は加齢に伴って減少することが確認されている. 筋サテライト細胞の減少によって筋線維の縮小(横断面積の縮小)および筋線維数の減少 (Lexell, 1997), さらにアポトーシスによる筋線維核数の減少 (Leeuwenburg, 2003)につながるとされている. このように加齢に伴って筋サテライト細胞は減少するが, 過負荷により活性化し細胞分裂をするため, レジスタンス運動によって筋サテライト細胞の増殖を誘発させ筋線維の再生を促し, 筋肉量増加効果が期待できると考えられる.

### (2) 液性因子の変化

インスリン様成長因子-1(Insulin-like Growth Factors-1: IGF-1)は, 筋サテライト細胞の増殖と分化を促すことで知られるが, 運動によって局所的に筋肉で生成されたり, 成長ホルモン(Growth Hormone: GH)によって肝臓や筋肉で生成されたりする. テストステロン, エストロゲン, GH, IGF-1のような筋蛋白質合成促進作用があるものの血液中濃度が加齢に伴い減少するとされている (Corpas, Harman, & Blackman, 1993). このような筋蛋白質合成作用の低下がサルコペニアに関与していると考えられる. しかし, 若年者と高齢者の間に運動による筋蛋白質代謝の反応に差は認められないとの報告 (Yarasheski, Zachwieja, & Bier, 1993)から, レジスタンス運動によって筋蛋白質合成作用の促進を図り, 筋肉量増加効果が期待できると考えられる.

また加齢に伴い, 腫瘍壊死因子(Tumor Necrosis Factor- $\alpha$ : TNF- $\alpha$ ), インターロイキン(Interleukin-1, 6: IL-1, 6)などの炎症性サイトカインの血液中濃度が増加することも知られている (赤水尚史, 2010). Visser, et al.(2002)は, 血液中TNF- $\alpha$ 濃度が高いことと高齢者の筋力低下および筋肉量減少が関連していると報告しているように, 炎症性サイトカインの蛋白質分解作用が筋肉量減少のメカニズムの一つとして考えられている.

### (3) 低栄養による筋蛋白質バランスの変化

体内で合成できず食物から摂取する必要があるとされている必須アミノ酸のうち、ロイシン、イソロイシン、バリンは炭素骨格が分岐した構造を持つことから分岐鎖アミノ酸 (Branched Chain Amino Acid : BCAA) と呼ばれる。これらの分岐鎖アミノ酸は、筋肉を作る主な蛋白質であるアクチンとミオシンの主成分である。高齢者はアミノ酸による筋蛋白質合成促進作用が減弱していることに加え、食事によって分泌が促進されるインスリンによる筋蛋白質合成の促進が起こらないという報告 (Fujita, Erin, Kyle, Blake, & Elena Volpi, 2009) や、筋蛋白質分解の抑制作用が劣るという報告 (Emilie A Wilkes, et al, 2009) があるように、高齢者では筋蛋白質合成作用が低下していると考えられる。また、血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、速やかに筋蛋白質合成速度が減少し (Kobayashi, et al, 2003), さらに血液中の必須アミノ酸濃度が上昇すると、速やかに筋蛋白質合成速度が増加する (Bohé, Low, Wolfe, & Rennie, 2003) と報告されているように、筋蛋白質合成は血液中のアミノ酸濃度に直接影響される。アミノ酸、特にロイシンは、筋細胞内の哺乳類ラパマイシン標的蛋白質 (mammalian target of rapamycin : mTOR) シグナル伝達経路を活性化することにより蛋白質翻訳開始因子を活性化し、その結果蛋白質合成の増大を引き起こすことが示されている (Drummond & Rasmussen, 2008)。このことから、血液中のアミノ酸濃度が減少すると筋蛋白質合成に支障をきたすことが考えられるため、筋肉量を増加させるためにはレジスタンス運動実施期間中は血液中のアミノ酸濃度が低下しないようにすることが必要である。

### 5) 回復期病棟入院患者に対するレジスタンス運動実施上の問題

先述のように低栄養に陥ると筋肉量が減少することが問題となる。そのため低栄養を来している回復期病棟入院患者に対しては、運動介入、栄養介入を行う必要がある。運動介入としての筋肉量増加については、レジスタンス運動が有効であるとされている (大蔵, 角田, 辻, & 田中, 2010)。筋肉量を指標として運動介入が及ぼす効果を分析した無作為割り付け介入研究を対象に、システマティックレビューした結果を表 1 に示した。これらはレジスタンス運動の介入方法や介入期間の点では多種多様の報告があり、一定の見解が得られていない。また高強度運動を長期間実施することで筋肉量が増加するとの報告が多数であるが、高齢者の運動としては低中強度運動の方が高強度運動よりもはるかに実施可能性が高い運動方法であると述べられている (宮地, ほか, 2011)。栄養介入に関しては、高齢者に対し必須アミノ酸 7.5g を 1 日 2 回、3 か月間摂取させた時、筋蛋白質合成速度が増加し、筋肉量の指標である除脂肪体重の増加を認めたと報告している (Dillon, et al, 2009)。しかし、高齢者に対し 24 週の蛋白質補給を行ったところ、コントロール群に比べて筋力、身体機能は改善を認めたが、筋肉量は増加しなかったとしている (Michael, et al, 2012)。このように見解の不一致があるため、低栄養患者に対しては、栄養と運動の両方を満たす必

要がある。先行研究においても併用の有効性が示されている(表 2)。ただし、栄養と運動の併用の効果は示唆されているが、レジスタンス運動実施期間中はどの程度の血液中のアミノ酸濃度であれば筋肉量が増加するのかについては明らかでないのが現状である。よってその検証が必要である。また、運動介入の負荷強度としては、65%1RM(1RM=最大筋出力)以上を用いないと十分な効果は得られないとされている(石井, 2011)。しかし高負荷強度のレジスタンス運動や、強い伸張性筋力発揮を伴うレジスタンス運動は、筋力発揮に伴う強いメカニカルストレスや循環器への負担を伴うことが懸念される。したがって、様々な疾患を有する入院患者を対象とする場合には、より低負荷強度で筋肉量増加と筋力増強をもたらす方法が必要となる。そこで、筋発揮張力維持スロー法(low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation : LST 法)を取り上げる。一般に筋力を発揮すると筋内圧が高まり、筋血流は抑制される。筋血流が抑制される最低の負荷強度は最大筋力の 30~40%程度であり、これは、1RM の約 40~50%に相当する。LST 法は、こうした筋収縮に伴う筋内圧の上昇と筋血流の抑制を利用し、加圧トレーニング<sup>3</sup>の場合と同様の筋内環境を、外的な加圧なしでつくり出そうというものである。これにより、筋内の低酸素化、代謝産物の蓄積、内分泌系の活性化などが起こるとされており(Tanimoto & Ishii, 2006)、低負荷強度での筋肉量増加効果が期待できるとされている(谷本, 大金, 石井,&宮地, 2009;Watanabe ,Tanimoto, Ohgane, Sanada, Miyachi, & Ishii, 2013)。以上のことから、回復期病棟入院患者における、LST 法の筋肉量増加効果を期待するには、血液中のアミノ酸濃度が LST 法実施期間中にどの程度あれば良いのかを検討する必要がある。

---

<sup>3</sup> 加圧トレーニングとは、圧力を加えてトレーニングを行う筋力トレーニングのことで、四肢の基部を専用のベルト等で圧迫し、血流を制限した状態で運動を行う(Sato, 2005)。これにより、高強度の負荷を行うことなく筋力増強や筋肥大が起きるとされている(Abe, et al., 2005; 藤竹, 肥合, 大石, 2008)。

表1 筋肉量をアウトカムとする無作為割付運動介入研究のエビデンステーブル  
(宮地元彦, ほか 2011一部改変)

タイプ・種目	強度	回数×セット	頻度	期間	筋肉量の増加
Phase1:22種類の低強度運動	65%1RM	85~100%16~8回×1~2セット8~12回×3セット	3	24週	あり
Phase2:漸増筋トレ	有酸素:予備心拍数の70~85% 筋トレ:8~15RM 有酸素, 抵抗, バランス, 柔軟 バランス運動:開眼もしくは閉眼片足立ち	有酸素:30~40分 筋トレ:8~15回×1~2セット	3	12週	あり
8種類の全身レジスタンス運動	1週目:40~50%1RM 2週目:50~60%1RM 3~6週目:60~75%1RM 7~10週目:75~85%1RM	15~20回×2セット 15~20回×3セット 8~12回×3セット	3	10週	あり
有酸素 ラバーとマシンを使った筋トレ	有酸素:HR118~124 筋トレ:8~10RM	有酸素+太極拳:15分~22分 筋トレ:8~10回×2セット	3	52週	あり
6種類の全身レジスタンス運動約60~75分	最初の12か月:60~85%1RMでゆっくり上げ下げ 残りの4か月は60~85%1RMで速く挙げてゆっくり下げる	8~12回×3セット 8~12回×3セット	3	12か月~18か月	あり
自体重やラバーを使った筋トレ	低強度	60分	2	18週	なし
マシンを使った3種類の下半身筋力トレーニング生活機能訓練生活機能訓練	筋トレ10RM 約3メッツ	10回×2セット	2	10週	なし
身体機能改善運動	3メッツ 低強度	40~60分	2	48週	なし
高速負荷筋トレ 低速負荷筋トレ	70%1RM	8回×3セット	3	12週	なし

挙上回数, 頻度, 期間とも十分な高強度レジスタンス運動の効果を明らかにしたものが6つあり, そのうち筋肉量が有意に増加した研究が5つ, 効果が見られなかった研究が1つであった.

表2 運動と栄養の併用介入効果

対象	内容	効果	文献
70歳以上の施設高齢者100名	運動:45分のレジスタンス運動を週3回, 10週間	筋力変化率(%) 運動+栄養群:215.7±28.3	Fiatarone, M., O'Neill, E., Ryan, N., Clements, K., Solares, G., Nelson, M., Evans, W. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. N Engl J Med, 1769-75.
運動群	栄養補充:炭水化物60%, 脂肪23%, 蛋白質17%の飲料を1日1回10週間	運動群:156.1±29.3	
運動+栄養群		栄養群:-24.6±32.1	
栄養群		対照群:18.3±29.1	
対照群			
サルコペニアと診断された75歳以上の女性155名	運動:60分のレジスタンス運動を週2回3か月間	下肢筋肉量 運動+栄養群:約3%増加	Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H., & Katayama, M. (2012). Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc, 16-23.
運動群	栄養補充:必須アミノ酸(高ロイシン含有)サプリメントを3か月間毎日, 1日2回	運動群:約2.5%増加	
運動+栄養群		下肢筋力 運動+栄養群:約10%増加	
栄養群			
対照群			

#### 6) 客観的な栄養指標としての血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値

客観的な栄養指標として生化学的検査の血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値がある。アルブミンは肝臓で合成され、通常は食物からアミノ酸が供給されるためアルブミンが使われることはないが、食事摂取が不十分な場合は体蛋白の消耗を補うアミノ酸の供給源になるとされている(恵良, 1996)。また、食事摂取が不十分な状態では、アルブミン mRNA の翻訳効率が低下し、アルブミン合成は抑制されるとされている (Yap, Strair, & Shafritz, 1978) (Yap, Strair, & Shafritz, 1978)。このようにアルブミン合成に関しては食事が重要な調節因子の一つであり、とりわけ蛋白質・アミノ酸摂取の影響を強く反映する可能性が示唆されている (Caso, et al, 2007) (Caso, et al, 2000)。摂取した蛋白質はアミノ酸の形で小腸粘膜より血液中へ取り込まれることが広く知られているため、食事摂取が不十分であれば血液中のアミノ酸(特に必須アミノ酸)が欠乏しやすいことは明らかである。よって血清アルブミン値と同様に血液中のアミノ酸量も食事摂取に影響されるため、血清アルブミン値は血液中の必須アミノ酸量を反映していると考えられる。必須アミノ酸である BCAA はアルブミン合成の材料となるのみならず、肝細胞でのアルブミン合成に対して翻訳レベルで合成を促進させる物質であると報告されており(米澤, 2002)、必須アミノ酸量と血清アルブミン値との関連が考えられる。従来の低栄養基準として血清アルブミン値は 3.5g/dl 未満(bromocresol green 法: BCG 法)とされているが(五味, ほか, 2007)、運動療法を行うにあたって目標となる具体的な数値基準が検証されていないのが現状である。また半減期が約 20 日と反映に時間がかかることが知られている (Franch-Arcas, 2001)。こういったことから栄養状態の反映には半減期が短い急速代謝回転蛋白質(Rapid Turnover Protein : RTP)が有用であるとされている。RTP 中のトランスサイレチンは、血液中では四量体で機能し、必須アミノ酸のひとつであるトリプトファンを 4 個有することから(アルブミンは分子内にトリプトファンが 1 個のみ)、栄養状態を鋭敏に反映するとされている(安東, 2009)。従来の低栄養基準として血清トランスサイレチン値は 15mg/dl 未満(免疫比濁法)とされており(Prealbumin in Nutritional Care Consensus Group, 1995)、血清アルブミン値と同様に運動療法を行うにあたって目標となる具体的な数値基準が検証されていないが、半減期は約 2 日と即座に反映されるため(中島, 柴崎, ベ谷, 森,& 山口, 2005)、血清アルブミン値や血清トランスサイレチン値といった客観的な栄養指標を、レジスタンス運動を実施する際の筋肉量を増加させるための目安として使用することが必要と考える。

ただし血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値に影響を与える因子として、C 反応性蛋白(C-reactive protein : CRP)があることに注意しなければなら

ない。CRP は急性炎症時に増加することが一般的に知られている。CRP は、主として肝臓で一部は脾臓で産生されるが、炎症の局所でも活性化単球からの刺激を受けて T 細胞が産生するとの報告もある。異物が侵入しマクロファージで貪食されると、サイトカインが遊離され、局所で T 細胞性に CRP が産生されると同時に、血液中を通じてサイトカインが肝細胞を刺激する。特にサイトカインの IL-6 は核内転写因子である核因子インターロイキン - 6(Nuclear Factor Interleukin - 6: NF-IL6)により急性期蛋白遺伝子と結合し、その mRNA を発現させる。NF-IL-6 は、アルブミンの転写の関わる CCAAT エンハンサー結合蛋白(CCAAT-enhancer-binding protein : C/EBP)と同じ核内転写因子ファミリーに属し、IL-6 刺激による NF-IL-6 がアルブミンのプロモーター領域に存在するインターロイキン - 6 応答配列(Interleukin - 6 responsive element : IL-6RE)(type1)に結合することでアルブミンの転写が阻害され、その結果炎症時のアルブミン産生の低下を来すとされている(巽, 津田, 福森,& 太田, 1999)。トランスサイレチンに関しても、炎症や種々の感染症で著明に低下するとされている(安東, 2009)。このように血清 CRP 値を合わせて測定し血清アルブミン値、血清トランスサイレチン値への影響を出来るだけ排除した客観的な栄養指標を用いることが必要である。ただし現状では、客観的な栄養指標と生存率に関する検討はなされているが、身体機能との関連を検討したものは少ない(佐藤, 江口, 林, 小池,& 馬場, 2009; Liu, et al, 2012; Sullivan, Sun, & Walls, 1999)。加えて、筋蛋白質合成は血液中のアミノ酸濃度に直接影響されとの報告があるものの、客観的な栄養指標から捉えた LST 法に関する知見が乏しい状態である。以上のことから、回復期病棟入院患者において客観的な栄養指標と身体機能や LST 法の筋肉量増加効果について検証していく必要性が考えられる。なお、その他の栄養指標として、血清総蛋白、アルブミン/グロブリン比(A/G 比)があるが、どちらもアルブミンに加えてグロブリンの影響も含まれている。グロブリンは免疫と関連するものであるため(山村, 1970)、その影響を排除する必要がある。本研究ではアミノ酸濃度を反映する客観的な栄養指標を使用する必要性があるため、血清アルブミン値、血清トランスサイレチン値を用いる方が良いと考えられる。

## 7) 背景のまとめ

回復期病棟入院患者の中には低栄養とみなされる患者が少なくないと考えられる。低栄養入院患者はサルコペニアに陥っている可能性があるため、治療法としては栄養介入と運動介入の併用が望ましいと考えられる。しかし、栄養介入において方法・期間に統一な見解はなく、さらにどの程度の栄養状態であれば筋肉量増加効果が現れるのかが定かでない。運動介入においても方法・期間に統一の見解がなく、さらにレジスタンス運動の負荷強度

が強く高齢者には処方し難いという現状がある。

よってまず、客観的な栄養指標を用いた後ろ向き研究として、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにする必要があると考えられる。そして、その関連性が確認された後に、客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検証することが必要であると考えられる。これにより、客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関連性が明らかになれば、LST 法を実施する際に、理学療法士が客観的な栄養指標に着目することの重要性を示すことにつながると考えられる。

## 2.研究課題

研究 1：回復期病棟入院患者における回復期病棟入院時に相当する客観的な栄養指標(血清アルブミン値)と回復期病棟退院時の身体機能との関係を検討し、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにする。

研究 2：回復期病棟入院患者に対し LST 法を実施し、LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連していることを明らかにすること、さらに LST 法を実施するうえで、客観的な栄養指標を目安にすると筋肉量増加効果が期待できるかどうかを明らかにする。

## 3.仮説

研究 1：血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、筋肉の合成が阻害され筋肉量が減少し、最終的には身体機能が低下する。したがって研究 1 では、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が低値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあり、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が高値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあるということが考えられる。

研究 2：血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、速やかに筋蛋白質合成速度が減少する。このことから筋蛋白質合成は血液中のアミノ酸濃度に直接影響されることが分かる。LST 法を実施している間に客観的な栄養指標が低値を示す患者では筋肉の合成に必要なアミノ酸不足により LST 法を用いても筋肉量増加効果が乏しいと考えられる。したがって研究 2 では、回復期病棟入院患者において、客観的な栄養指標が低値である患者では LST 法の筋肉量増加効果は乏しく、客観的な栄養指標が高値である患者では LST 法の筋肉量増加効果が得られるということが考えられる。

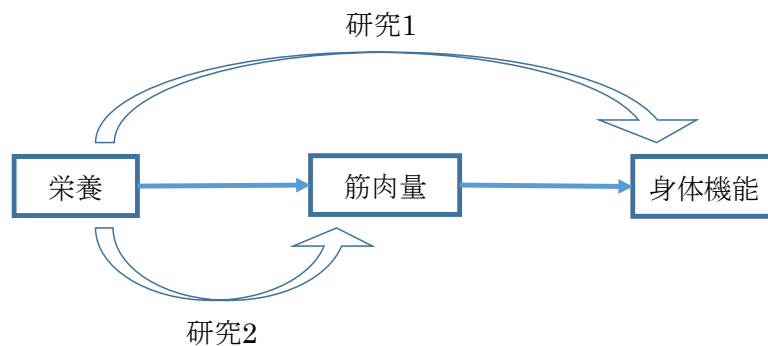
## 4.研究の構造

回復期病棟入院患者における客観的な栄養指標である血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値と低負荷で効果的なレジスタンス運動とされている LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検討することを目的として、研究 1 で後ろ向き研究として客観的な栄養指標と身体機能との関連性を示した。その関連性が示されたら、客観的な栄養指標と身体機能に結びつく因子である筋肉量(筋肉量増加効果)との関連性を示す必要性が考えられる。これは、虚弱サイクルにより筋肉量と身体機能との関係が示されているからである。よって研究 2 で準実験研究として客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連

性を示した。2つの研究の概念図を以下に示した(図2)。

研究1：回復期病棟入院患者の回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の身体機能との関係を探ることにより，客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにした。

研究2：回復期病棟入院患者に対し，LST法を実施しその筋肉量増加効果を検証した。そして客観的な栄養指標(血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値)と筋肉量増加効果との関連性を検討するために，LST法の筋肉量増加効果に関連するLST法実施期間中の客観的な栄養指標の境界値を導き出した。この境界値で2群に分けLST法の筋肉量増加効果に違いが認められるかを検討した。



研究1:低栄養によって，筋肉の合成が阻害され筋肉量が減少し，身体機能が低下すると考えられる．よって，客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにした。

研究2:身体機能に結びつく因子として筋肉量があるため，身体機能を改善させるためには筋肉量を増やすことが手段として考えられる．よって，客観的な栄養指標とLST法の筋肉量増加効果との関連性を明らかにした。

図2 概念図

## 5.用語の操作的定義

### ・客観的な栄養指標

本研究における客観的な栄養指標とは，血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値とした．これらは血液中のアミノ酸量を反映する指標として使用し，客観的栄養評価に含まれている指標である(板東, 2007)．よって本研究における低栄養とは，血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値が低栄養基準を下回る場合とした。

### ・レジスタンス運動

トレーニング科学研究会(1994)によると，局所あるいは全身の筋群に負荷(抵抗)を与え，筋力(筋の横断面積×断面積当たりの筋力)および筋パワー(力×速度)に代表される筋活動力

の向上に主眼を置くトレーニング手段の総称である。本研究におけるレジスタンス運動とは **LST** 法を指すものとした。

- ・筋肉量

本研究における筋肉量とは、大腿四頭筋筋厚で表されるものとした。筋厚は筋横断面積や筋体積との間に有意な相関があると報告されている (Abe, Kawakami, Suzuki, Gunji, & Fukunaga, 1997; Miyatani, Kanehisa, Ito, & Kawakami, 2004)。

- ・筋肉量増加効果

本研究における筋肉量増加効果とは、**LST** 法の効果として生じる筋肉の肥大を指すこととした。筋厚は筋横断面積や筋体積との間に有意な相関があると報告されている (Abe, et al, 1997; Miyatani, et al, 2004)。本研究では筋肉量増加効果を評価するために大腿四頭筋筋厚変化量を評価指標とした。

- ・筋出力

筋出力とは、人間が随意的に発揮することが出来る最大の力のことを指す。筋の横断面積×断面積当たりの筋力で表される。筋の横断面積は筋線維の横断面積と筋線維数によって決まり、断面積当たりの筋力は筋を支配している神経系の興奮の程度や速筋や遅筋といった筋線維タイプによって左右される(トレーニング科学研究会, 1994)。本研究における筋出力とは、大腿四頭筋筋出力を指すものとした。

- ・身体機能

本研究における身体機能とは、機能的自立度評価表(Functional Independence Measure : FIM)の運動項目(motor-FIM : m-FIM)の合計点で表されるものとした。m-FIMは順序尺度であるため、回復期病棟入院時と退院時の変化量を用いた検討は妥当ではないと考えられ、本研究では回復期病棟退院時の m-FIM を回復期病棟退院時の身体機能とした。

## 6.研究の独創性と新規性

研究の独創性は、回復期病棟入院患者における、客観的な栄養指標と身体機能や **LST** 法の筋肉量増加効果との関連性を検討したことである。研究の新規性は、従来示されている栄養指標と生存率との関連ではなく、身体機能に着目していることや、半減期の観点から従来のものより鋭敏に反映する栄養指標を用いたことである。

## IV. 研究 1

研究課題：客観的な栄養指標と身体機能との関連性に関する研究

### 1. 目的

回復期病棟入院患者の回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の身体機能との関係を探ることにより客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにすることであった。

### 2. 仮説

血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、筋肉の合成が阻害され筋肉量が減少し、最終的には身体機能が低下する。したがって、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が低値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあり、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が高値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあるということが考えられる。

### 3 研究デザイン

研究デザインは後ろ向き研究(仮説検証型研究)であった。

### 4. 対象者の選定方法

A 病院の回復期病棟入院患者のデータベースから 4 年分(1195 名)のデータを抽出した。その中から、回復期病棟入院時の血清 CRP 値と回復期病棟入院後 14 日～21 日の間に血清アルブミン値が測定されており、かつ回復期病棟退院時に m-FIM が評価されているものを抽出した(486 名)。血清アルブミン値は半減期が長いため、回復期病棟入院時を反映するものとして回復期病棟入院後 14 日～21 日の間に測定されたものを使用した。さらに、炎症の影響を排除するために回復期病棟入院時の血清 CRP 値 $>0.3\text{mg/dl}$ のもの(337 名)を除く 149 名が解析対象であった(図 3)。なお、使用した血清 CRP 値は免疫比濁法、血清アルブミン値は BCG 法で測定されていた。研究 1 は厚生労働省の「疫学研究に関する倫理指針」に基づき、「資料として既に連結不可能匿名化されている情報のみを用いる研究」に該当し、A 病院の承認のもと実施した。研究 1 で使用したデータを付録 1:「研究 1 の基本情報と評価データ」に掲載した。

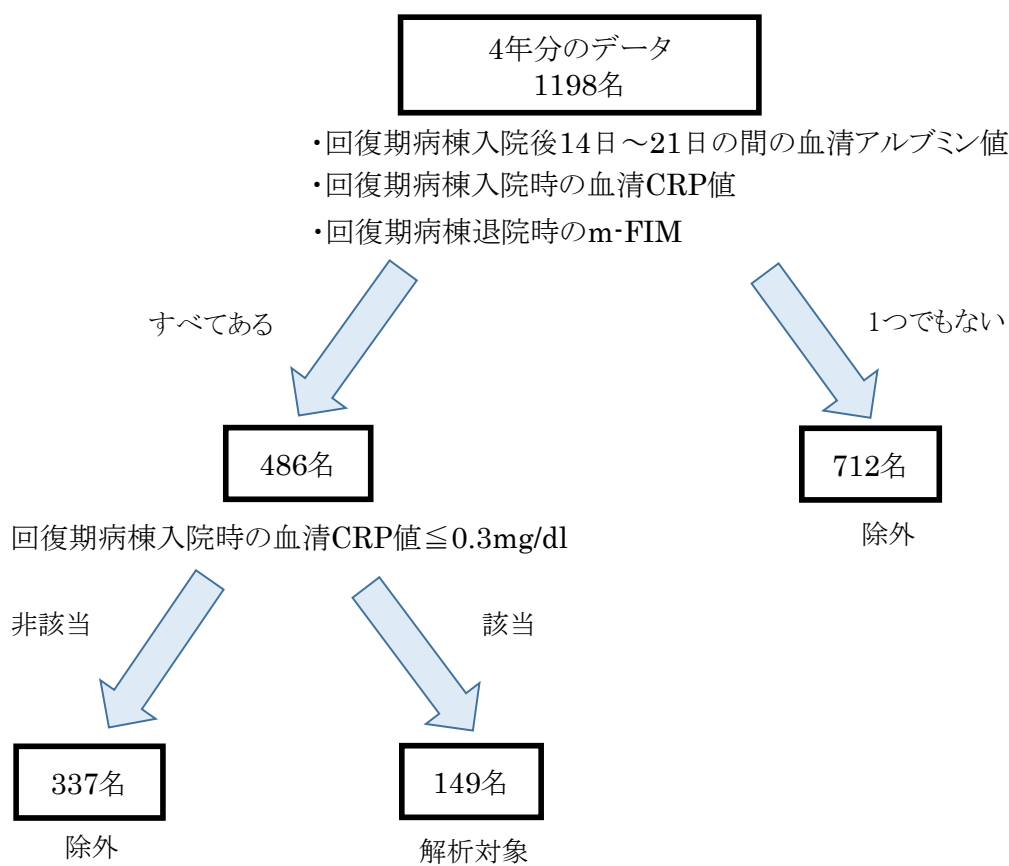


図3 研究1の解析対象の選定方法

## 5.使用データ

1)年齢，疾患分類(脳血管疾患 cerebral vascular diseases: CVDs, 運動器疾患 bone and joint diseases: BJDs, 廃用症候群 disuse syndrome: DS)

データを付録1:「研究1の基本情報と評価データ」に掲載した。

2)生化学的検査：血清アルブミン値は客観的な栄養指標として，血清CRP値は炎症の指標として用いた。血清アルブミン値はBCG法，血清CRP値は免疫比濁法により測定された。データを付録1:「研究1の基本情報と評価データ」に掲載した。

3)身体機能の評価：機能的自立度評価法(Functional Independence Measure : FIM)の全18項目のうち，5項目の認知項目を除いた13項目の運動項目(m-FIM)の合計点を身体機能の評価のために使用した。データを付録1:「研究1の基本情報と評価データ」に掲載した。

## 6.解析方法

得られたデータの解析方法は以下の通りとした。①②は客観的な栄養指標と身体機能との関連性を検討するために実施した。なお、身体機能の評価として回復期病棟退院時の m-FIM を使用したが、m-FIM は順序尺度であり四則計算ができないとされている(対馬, 2007)。そのため回復期病棟入院時と退院時の変化量を用いた検討は妥当ではないと考えられる。よって研究 1 では回復期病棟退院時の m-FIM を回復期病棟退院時の身体機能として客観的な栄養指標との関連性を検討した。

①回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性を検討した。統計学的解析には、Spearman の順位相関係数を用いた。

②回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子を検討した。統計学的解析には、重回帰分析を用いた。重回帰分析の従属変数は回復期病棟退院時の m-FIM で、独立変数は疾患分類(脳血管疾患, 運動器疾患, 廃用症候群), 年齢, 血清 CRP 値, 血清アルブミン値とした。なお, 疾患分類はダミー変数に置き換えた。

すべての統計学的解析には, 統計解析ソフトは IBM SPSS Statistics for windows version19 を用い, 有意水準は 5%未満とした。

## 7.結果

回復期病棟入院時の解析対象(149 名)の基本情報を表 3 に示した. 平均年齢が 77 歳で血清アルブミン値の中央値が 3.8g/dl であった. 疾患としては運動器疾患の割合が多かった.

表3 研究1の解析対象の基本情報

解析対象数(名)	149
年齢(歳)*	77±11
血清アルブミン値(g/dl)**	3.8(2.6-4.6)
血清CRP値(mg/dl)**	0.1(0-0.3)
m-FIM(点)**	64(13-89)
疾患分類 (脳血管疾患/運動器疾患/廃用症候群) (名)	(49/75/25)

\*平均値±標準偏差  
\*\*中央値(最小値-最大値)

1) 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性

回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性を検討した結果、両者の間に有意な正の相関関係が認められた( $r=0.4$ )(図 4).

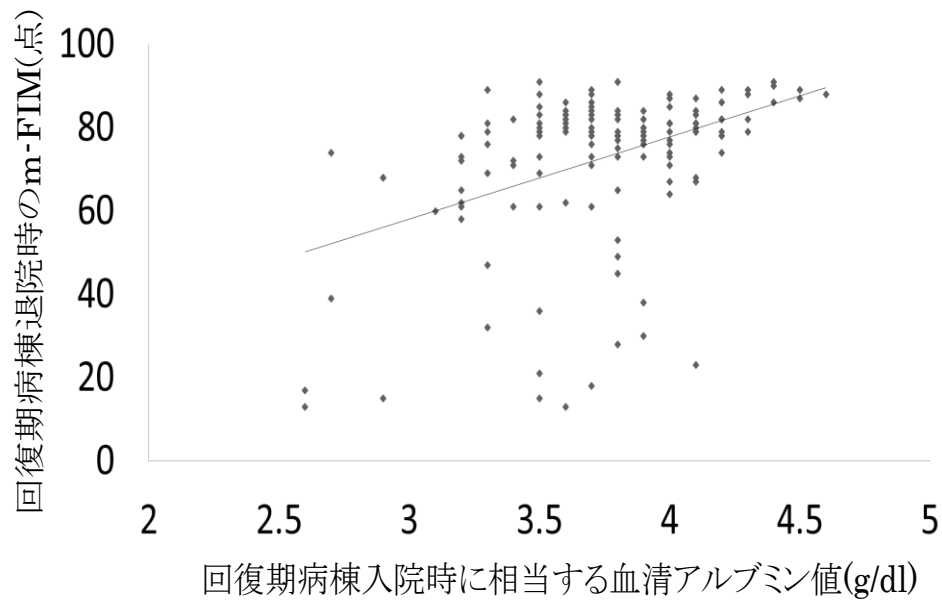


図4 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時のm-FIMとの関連性  
Spearmanの順位相関係数,  $n=149$ ,  $r=0.4$ ,  $p<0.05$

2) 回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討

回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子を重回帰分析により検討した結果、血清アルブミン値( $\beta=0.29$ )、年齢( $\beta=-0.32$ )、疾患分類(運動器疾患)( $\beta=0.36$ )が導き出された( $R^2=0.31$ )(表 4).

表4 回復期病棟退院時のm-FIMに関連する因子の検討

	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p値	95%信頼区間	
				下限	上限
血清アルブミン値	13.55	0.29	0.00	6.56	20.54
年齢	-0.55	-0.32	0.00	-0.81	-0.28
疾患分類(運動器疾患)	13.05	0.36	0.00	7.89	18.22

$R^2=0.31$   
n=149

## 8. 考察

### 1) 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との関連性

図 4 より, 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値と回復期病棟退院時の m-FIM との間に正の相関関係が認められた. このことから, 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が低値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあり, 回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が高値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあるという仮説通りの結果が得られた. 今回用いた血清アルブミン値は炎症の影響を排除するために, 血清 CRP 値  $>0.3\text{mg/dl}$  の対象は除いたものを使用している. この理由としては血清アルブミン値が炎症により数値に影響が出るからである. よって今回使用した血清アルブミン値は栄養指標として適すると考えられる. ただし, 血清アルブミン値は半減期が約 20 日と反映に時間がかかることが知られている. 先行研究では, 血清アルブミン値を使用する際, 血清 CRP 値で補正しているが, それぞれの半減期を考慮して検討していない (Kuzuya, Izawa, Enoki, Okada, & Iguchi, 2007). 今回の回復期病棟入院後 14 日~21 日の間の血清アルブミン値はその時点から遡るため回復期病棟入院時の栄養指標である可能性が高いということになる. これらのことから, 回復期病棟入院時の真の客観的な栄養指標が回復期病棟退院時の身体機能に関連していると考えられる.

### 2) 回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討

回復期病棟退院時の m-FIM に関連する因子の検討を行った結果, 血清アルブミン値, 年齢, 疾患分類(運動器疾患)が導き出された(表 4). 脳卒中患者における退院時の歩行能力に関連する因子の検討では, 年齢( $\beta=-0.227$ ), 疾患名( $\beta=0.320$ )が示されている (Fujino, Hata, Hanafusa, Ishihara, & Majima, 2012). 今回の結果は疾患が脳卒中に限らないが, 同様の結果を示したものと考える. 疾患分類に関しては, 運動器疾患の対象者において回復期病棟退院時の m-FIM と関連があり, 他の疾患分類に比べて有意に回復期病棟退院時の m-FIM が高いと考えられる. このことから, 運動器疾患の対象者は回復期病棟退院時の身体機能が高く, 脳血管疾患, 廃用症候群の対象者は回復期病棟退院時の身体機能が低いことが分かる. 運動器疾患の対象者は受傷により身体機能が低下するが, 手術による改善効果が得られるため回復期病棟退院時の身体機能が低いと考えられる. 脳血管疾患の対象者は麻痺の影響により回復期病棟退院時の身体機能が低下した可能性がある. 廃用症候群の対象者に関しては, 廃用症候群に至った経緯が不明であるため詳細を把握することは困難であるが, 廃用性の筋肉量減少が生じて回復期病棟退院時の身体機能が低下した可能性がある. 先行研究においても運動器疾患の患者は回復期病棟退院時の FIM が高く, 脳血管疾患, 廃用症候群の患者は回復期病棟退院時の FIM が低いという結果が示

されており(渡邊, 2009), 今回の結果は妥当であったと考えられる. また今回の結果で, 回復期病棟退院時の身体機能に関連する因子として血清アルブミン値も導き出されている. 客観的な栄養指標である血清アルブミン値が導き出されたということは, 客観的な栄養指標が身体機能と関連していることを示唆している. つまり, 回復期病棟に入院する時点で低栄養であれば, 退院時の身体機能が低い傾向にあり, 栄養状態が良好に保たれていれば, 回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあるということである. これらのことをサルコペニアの概念を用いると, サルコペニアは原因の一つとして **The European Working Group on Sarcopenia in Older People(EWGSOP)(2010)**は低栄養を挙げている. この低栄養は先述の通り血液中のアミノ酸濃度が低下していることを意味しており, これにより筋蛋白質合成が阻害され筋肉量が減少するとされている. そして, 筋肉量が減少し最終的に身体機能の低下につながったものと考えられる. 研究 1 では, 炎症による影響を排除して客観的な栄養指標と身体機能との関連性を示した. そのため, この結果は意義のあるものとする.

## 9.研究 1 のまとめ

研究 1 では, 回復期病棟入院時に相当する客観的な栄養指標と回復期病棟退院時の身体機能との関係を探ることによって, 客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにすることを目的とした. 回復期病棟入院時に相当する客観的な栄養指標と回復期病棟退院時の身体機能との関連性を検討した結果, 両者の間に有意な正の相関関係が認められた. 次に回復期病棟退院時の身体機能に関連する因子を検討した結果, 客観的な栄養指標(血清アルブミン値), 年齢, 疾患分類(運動器疾患)が導き出された. このことから客観的な栄養指標と身体機能は関連していると考えられる.

## V. 研究 2

研究課題:客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性に関する研究

### 1.目的

回復期病棟入院患者に対し LST 法を実施し, LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連していることを明らかにすること, さらに LST 法を実施するうえで, 客観的な栄養指標を目安にすると筋肉量増加効果が期待できるかどうかを明らかにすることであった.

### 2.仮説

血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には, 速やかに筋蛋白質合成速度が減少する. このことから筋蛋白質合成は血液中のアミノ酸濃度に直接影響されることが分かる. LST 法を実施している間に客観的な栄養指標が低値を示す患者では筋肉の合成に必要なアミノ酸不足により LST 法を用いても筋肉量増加効果が乏しいと考えられる. したがって, 回復期病棟入院患者において, 客観的な栄養指標が低値である患者では LST 法の筋肉量増加効果は乏しく, 客観的な栄養指標が高値である患者では LST 法の筋肉量増加効果が得られるということが考えられる.

### 3.対象者の選定方法

2013 年 2 月から 2014 年 6 月までの間で, A 病院急性期病棟から回復期病棟へ転棟となった患者, もしくは他院から転院してきた患者 475 名のうち, 立位保持が困難な患者, 意識障害, 悪性腫瘍が認められる患者, 重篤な脱水症状や肝障害, 腎障害を呈しており, 医師が治療対象としている患者, 血清 CRP 値  $> 0.3\text{mg/dl}$  を呈す患者, 心臓ペースメーカー埋め込みの患者, ステロイドホルモン剤を使用している患者は 405 名おり, 研究対象から除外した. 除外した理由を以下に示した. 意識障害がある患者は, 評価・LST 法実施に支障をきたす可能性があるため除外した. 立位保持が困難な患者は, 体組成評価が実施不可能なため除外した. 心臓ペースメーカー埋め込みの患者は, 体組成評価実施上の禁忌事項となっているため除外した. 重篤な脱水症状を呈する患者は, 生化学的検査(血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値)が高値を示す可能性があるため除外した(Le, 2006). 悪性腫瘍が認められる患者, 重篤な肝障害・腎障害を呈する患者, 血清 CRP 値  $> 0.3\text{mg/dl}$  を呈す患者, ステロイドホルモン剤を使用している患者は, 生化学的検査(血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値)が低値を示す可能性があるため除外した(Le, 2006). この結果, 70 名が研究対象

となった。そのうち、研究の目的を説明し同意が得られた患者は 63 名であった。設定したプロトコルを完了せずに退院した患者は 36 名おり解析対象から除外した。最終的に 27 名を解析対象とした(図 5)。研究 2 は聖隷クリストファー大学倫理委員会の承認を得てから実施した(認証番号：13026)。

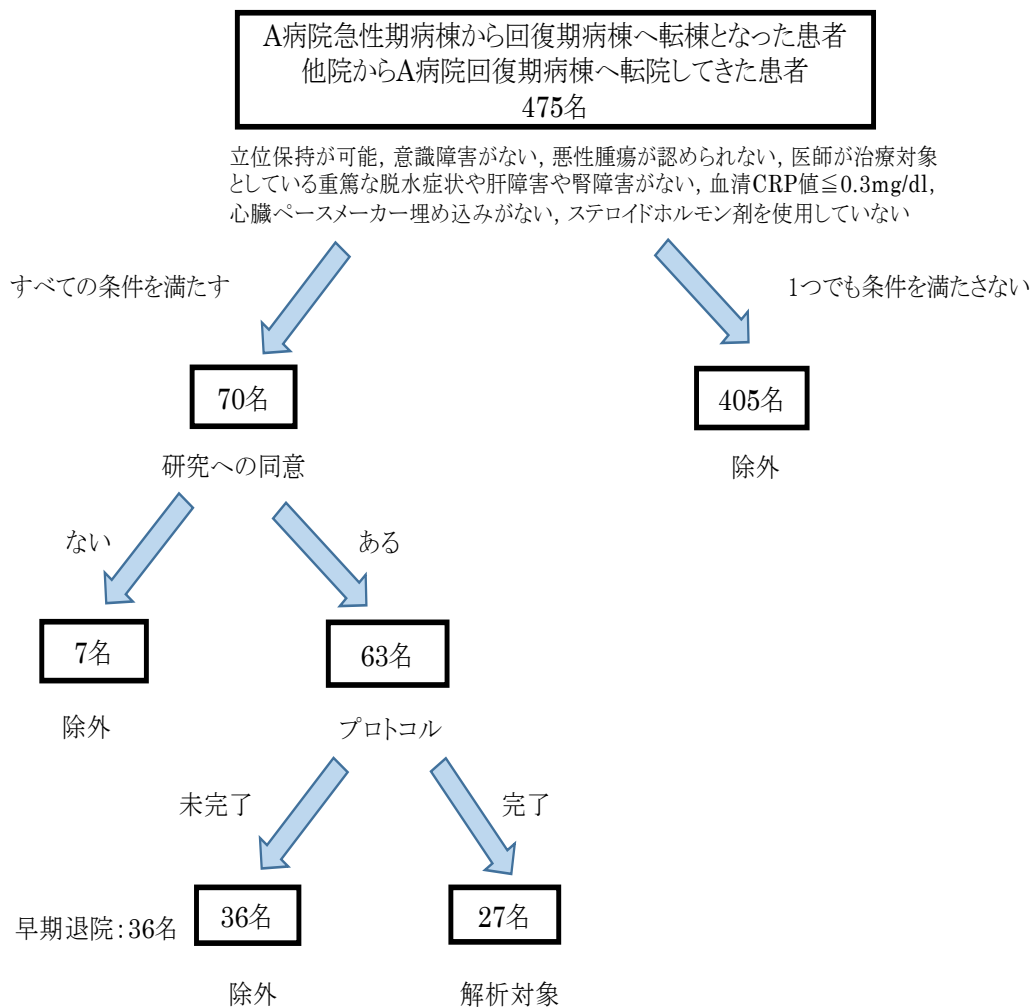


図5 研究2の解析対象の選定方法

#### 4. 方法

##### 1) 研究デザイン

研究デザインは対象者の割り付けを行わない準実験研究(前後比較研究)であった。

## 2) プロトコル

回復期病棟入院患者に対し、通常の理学療法プログラムに加えて、LST 法を実施した。通常の理学療法プログラム、LST 法の詳細は以下に述べた。プロトコルとしては、実施前の評価、LST 法を週 3 回 8 週間実施し、実施後の評価を実施した(図 6)。なお、通常の理学療法プログラム、LST 法は、A 病院回復期病棟担当理学療法士(10 名)が実施した。

### ・通常の理学療法プログラム

回復期病棟入院患者の担当理学療法士が患者に合わせて、関節可動域練習、バランス練習、動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)で構成された理学療法プログラムを、約 40 分～60 分間実施した。関節可動域練習としては、関節可動域制限の原因となっている筋肉に対してストレッチングを 10～20 秒間実施した。バランス練習としては、バランスボードを用いた前後左右方向への重心移動練習を 5 分間、閉脚・継足・片脚立位保持練習をそれぞれ 10 秒間を 3 セット、側方・後方歩行練習をそれぞれ 3～10m を 3 セット、継足歩行を 3m～10m を 3 セット実施した。動作練習としては、起居・起立・移乗は動作の反復練習とし、歩行は平行棒内歩行・歩行器歩行・杖歩行・独歩を 3m～120m を 3 セット、段差昇降は 20cm 段差で 3 段～4 段を 1 セット実施した。

### ・LST 法

LST 法の負荷量、頻度、期間は先行研究に準じた(石井, 2011)。LST 法の対象側は、大腿四頭筋筋出力の大きい側とした。 $\mu$ -Tas F-1(アニマ株式会社製)を使用して大腿四頭筋の最大筋出力(One Repetition Maximum : 1RM)を測定し、その 50%の負荷量を決定した。その負荷量を compass:コンパクトレッグエクステンション(酒井医療株式会社製)を使用し、5 秒間ずつ膝関節の屈伸運動を 8 回を 1 セットとし、これを 3 セット行った(図 7)。セット間の休憩は 1 分間とした。週 3 回の頻度で 4 週間実施した。負荷量を均一に保つため開始から 4 週間後に、対象側の大腿四頭筋の 1RM を再測定しその 50%の負荷量を決定した。再度決定した負荷量で週 3 回の頻度で 4 週間実施した(合計 8 週間)。



図6 研究2のプロトコル



図7 LST法

### 3) 評価項目

#### ・LST 法実施前の評価項目

##### (1) 年齢，身長，摂取エネルギー量，総エネルギー消費量

診療録より入手した．摂取エネルギー量は，回復期病棟入院時の1日分の食事摂取量の合計から，摂取エネルギー量を推定した．総エネルギー消費量は，次の式で推計した（Long, Schaffel, Geiger, Schiller, & Blakemore, 1979）．総エネルギー消費量＝基礎エネルギー消費量×活動係数×ストレス係数．基礎エネルギー消費量は Harris-Benedict の式により（Harris & Benedict, 1918），男性の基礎エネルギー消費量＝ $66.47 + 13.75 \times \text{体重(kg)} + 5.0 \times \text{身長(cm)} - 6.76 \times \text{年齢(歳)}$ ，女性の基礎エネルギー消費量＝ $655.1 + 9.56 \times \text{体重(kg)} + 1.85 \times \text{身長(cm)} - 4.68 \times \text{年齢(歳)}$ で推計した．活動係数は，ベッド上安静：1.2，ベッド外活動あり：1.3 とした（Long, Schaffel, Geiger, Schiller, & Blakemore, 1979）．ストレス係数は，小手術：1.2，骨外傷：1.35，重篤な敗血症：1.6，重篤な熱傷：2.1 とした（Long, Schaffel, Geiger, Schiller, & Blakemore, 1979）．なお，その他に疾患名，手術名，Brunnstrom recovery stage：BRS，食形態，ステロイドホルモン剤の使用状況も診療録より入手した．これらは個別性があるため，データを付録2：「研究2の基本情報と評価データ」に掲載した．

##### (2) 大腿四頭筋筋出力評価

$\mu$ -Tas F-1(アニマ株式会社製)を使用した．LST 法の効果判定に用いた．測定方法としては，対象者は治療台に腰掛け，体幹が垂直位の状態で両腕を胸の前で組む姿勢をとった．センサー部分を下腿遠位部前面に固定し，固定用ベルトの長さを下腿下垂位になるように調節し，さらに治療台の支柱に連結した．約5秒間の最大等尺性収縮による膝関節伸展運動を左右2回ずつ評価し(図8)，左右それぞれの平均値を算出した．その平均

値の大きい方を大腿四頭筋筋出力とした．データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した．



図8 大腿四頭筋筋出力評価

### (3) 体組成評価

BC-118(株式会社タニタ製)を使用した．体重，体格指数(Body Mass Index : BMI)の評価や筋肉量の評価に用いた．評価方法としては，対象者は裸足となり体組成計に乗り，20 秒程度静止した(図 9)．得られた骨格筋量結果(kg)を身長(m)の二乗で除した骨格筋指数(skeletal muscle mass index : SMI)を算出した．データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した．



図9 体組成評価

### (4) 大腿周径評価

巻尺を使用した．大腿四頭筋筋出力評価により決定した対象側を評価した．対象者は背臥位となり大腿部を露出した．大腿中央部(大腿骨大転子と膝関節外側上顆とを結ぶ線の間中点レベル)の周径を LST 法の筋肉量増加効果判定に用いた．

ただし、対象筋以外の影響も受けるため、目安として使用した。データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した。

#### (5) Short Physical Performance Battery(SPPB)(付録 3)

欧州で最も使用されているパフォーマンス指標である。タンデム立位時間、4m 歩行時間、椅子からの立ち上がり 5 回の時間を調べ、各指標を 0～4 までのカテゴリーに分け、0 が「不能」、4 が「ベスト」で、合計 12 点が最高得点とする方法である。パフォーマンスの指標として使用した。データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した。

#### (6) 生化学的検査

血清アルブミン値、血清トランスサイレチン値は客観的な栄養指標として、血清 CRP 値は炎症の指標として用いた。血清アルブミン値は BCG 法、血清トランスサイレチン値は免疫比濁法、血清 CRP 値は免疫比濁法により測定された。データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した。

#### (7) 大腿四頭筋筋厚評価

超音波診断装置：ProSound 3500(日立アロカメディカル株式会社製)を使用した。対象筋を同定し組織厚を評価した。大腿四頭筋筋出力評価により決定した対象側を評価した。評価肢位は背臥位とした。大腿骨大転子と外側上顆の中間点レベルの大腿直筋直上のポイントを対象部位とした。筋の走行に垂直に超音波プローブをあて、大腿骨が最もよく観察されるように超音波プローブの角度を微調整した(通常大腿骨に垂直)(図 10)。この画像から、大腿直筋筋膜から大腿骨までの厚さを大腿四頭筋筋厚と判定した。LST 法の筋肉量増加効果判定に用いた。2 回の反復測定を行いその平均値を算出した。データを付録 2：「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した。



図10 大腿四頭筋筋厚評価

#### (8) 身体機能の評価

機能的自立度評価法(Functional Independence Measure : FIM)の全 18 項目のうち、5 項目の認知項目を除いた 13 項目の運動項目(m-FIM)を身体機能の評価のために使用した。データを付録 2 : 「研究 2 の基本情報と評価データ」に掲載した。

##### ・ LST 法実施後の評価項目

- (1) 大腿四頭筋筋出力評価 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。なお, LST 法実施後の評価時は対象側のみを評価した。
- (2) 体組成評価 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。
- (3) 大腿周径評価 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。なお, LST 法実施後の評価時は対象側のみを評価した。
- (4) Short Physical Performance Battery(SPPB) : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。
- (5) 生化学的検査 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。
- (6) 大腿四頭筋筋厚評価 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。なお, LST 法実施後の評価時は対象側のみを評価した。
- (7) 身体機能の評価 : 詳細は LST 法実施前の評価項目に準じた。

#### 4) 解析方法

まず、LST法の効果を検討するために、①解析対象全員におけるLST法の効果を比較した。統計学的解析には、対応のあるt検定、ウィルコクソンの符号順位検定を用いた。

次に客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関係を検討するために、LST法の筋肉量増加効果と関連するLST法実施期間中の客観的な栄養指標の境界値を求める必要がある。よって、②LST法の筋肉量増加効果と関連するLST法実施前・中・後の客観的な栄養指標の境界値を検討した。半減期を考慮して、LST法実施前の客観的な栄養指標としてLST法実施前の血清トランスサイレチン値、LST法実施期間中の客観的な栄養指標としてLST法実施後の血清アルブミン値、LST法実施後の客観的な栄養指標としてLST法実施後の血清トランスサイレチン値を用いた。まず、LST法の有意な筋肉量増加効果の境界値を決定する必要がある。従来の低栄養基準(血清アルブミン値 $<3.5\text{g/dl}$ 、血清トランスサイレチン値 $<15.0\text{mg/dl}$ )で解析対象を低基準群と対照群に分け、客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値を算出した。統計学的解析には、受信者動作特性曲線(Receiver Operating Characteristic curve : ROC 曲線)を用いた。次に、この大腿四頭筋筋厚変化量の境界値で解析対象を2群に分け、LST法実施前後の血清トランスサイレチン値、LST法実施後の血清アルブミン値の境界値を算出した。統計学的解析には、受信者動作特性曲線(Receiver Operating Characteristic curve : ROC 曲線)を用いた。

続いて、客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関係を検討するために、③得られた客観的な栄養指標の境界値で解析対象を低値群と高値群に分け、各群におけるLST法の筋肉量増加効果を比較した。統計学的解析には、スチューデントのt検定、対応のあるt検定、ウィルコクソンの符号順位検定を用いた。

最後に、交絡因子の関連性を検討するために、④交絡因子を調整して客観的な栄養指標とLST法の筋肉量増加効果との関連性を分析した。統計学的解析には、重回帰分析を用いた。重回帰分析の従属変数は大腿四頭筋筋厚変化量、大腿周径変化量、大腿四頭筋筋出力変化量とし、独立変数は年齢、性別、客観的な栄養指標、LST法実施前的大腿四頭筋筋厚、大腿周径、大腿四頭筋筋出力の値とした。なお、性別、客観的な栄養指標はダミー変数に置き換えた。

すべての統計学的解析には、統計解析ソフトはIBM SPSS Statistics for windows version19を用い、有意水準は5%未満とした。

## 5.結果

解析対象の回復期病棟入院時の基本情報を表 5 に示した。今回の解析対象は女性が多く，平均年齢が 80 歳で，標準体型であった。客観的な栄養指標である血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値の平均値としては，低栄養とみなされる基準値を上回っていた。摂取エネルギー量は，総エネルギー消費量を僅かに上回っていた。

表5 研究2の解析対象の基本情報

解析対象数(名)	27
男性/女性(名)	9/18
疾患分類(脳血管疾患/運動器疾患/廃用症候群)(名)	10/15/2
年齢(歳)*	79.4±8.5
身長(m)**	1.49(1.35-1.72)
体重(kg)*	49.6±12.1
摂取エネルギー量(kcal) *	1510±208
総エネルギー消費量(kcal) *	1469±285
BMI(kg/m <sup>2</sup> )*	21.5±3.3
血清アルブミン値(g/dl)*	3.5±0.4
血清CRP値(mg/dl)**	0.1(0.1-0.3)
血清トランスサイレチン値(mg/dl)*	19.6±5.9
大腿周径(cm) *	41.2±5.5
大腿四頭筋筋出力(kg・f) **	11.1(6.6-35.9)
SMI(kg/m <sup>2</sup> ) **	15.1(11.2-24.1)
大腿四頭筋筋厚(cm) *	1.9±0.7
SPPB(点)**	3(0-10)
m-FIM(点)*	58.1±14.9

\*平均値±標準偏差

\*\*中央値(最小値－最大値)

1) 解析対象全員における LST 法の効果

本研究の解析対象全員に対し LST 法を実施した結果を表 6 に示した。大腿周径 ( $p=0.00$ ), 大腿四頭筋筋出力 ( $p=0.00$ ), SMI ( $p=0.03$ ), 大腿四頭筋筋厚 ( $p=0.00$ ), SPPB ( $p=0.00$ ), m-FIM ( $p=0.00$ ) において有意な改善効果が認められた。

表6 解析対象全員におけるLST法の効果

	LST法実施前	LST法実施後	p値
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) *	$21.5 \pm 3.3$	$21.6 \pm 3.0$	0.55
血清アルブミン値 ( $\text{g}/\text{dl}$ ) *	$3.5 \pm 0.4$	$3.6 \pm 0.4$	0.17
血清CRP値 ( $\text{mg}/\text{dl}$ ) **	0.1(0.1-0.3)	0.1(0.1-0.3)	0.08
血清トランスサイレチン値 ( $\text{mg}/\text{dl}$ ) *	$19.6 \pm 5.9$	$20.2 \pm 4.9$	0.43
大腿周径 ( $\text{cm}$ ) *	$41.2 \pm 5.5$	$41.9 \pm 5.7$	0.00
大腿四頭筋筋出力 ( $\text{kg} \cdot \text{f}$ ) **	11.1(6.6-35.9)	16.7(7.2-45.4)	0.00
SMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) **	15.1(11.2-24.1)	15(11.4-24.8)	0.03
大腿四頭筋筋厚 ( $\text{cm}$ ) *	$1.9 \pm 0.7$	$2.1 \pm 0.7$	0.00
SPPB (点) **	3(0-10)	7(1-12)	0.00
m-FIM (点) *	$58.1 \pm 14.9$	$70.7 \pm 14.2$	0.00

\*対応のあるt検定

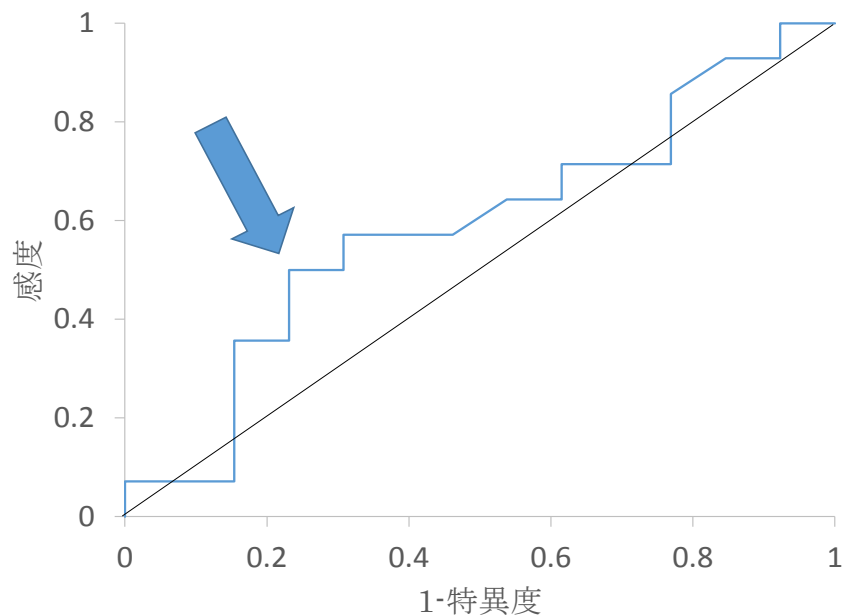
\*\*ウィルコクソンの符号順位検定

$p < 0.05$

$n=27$

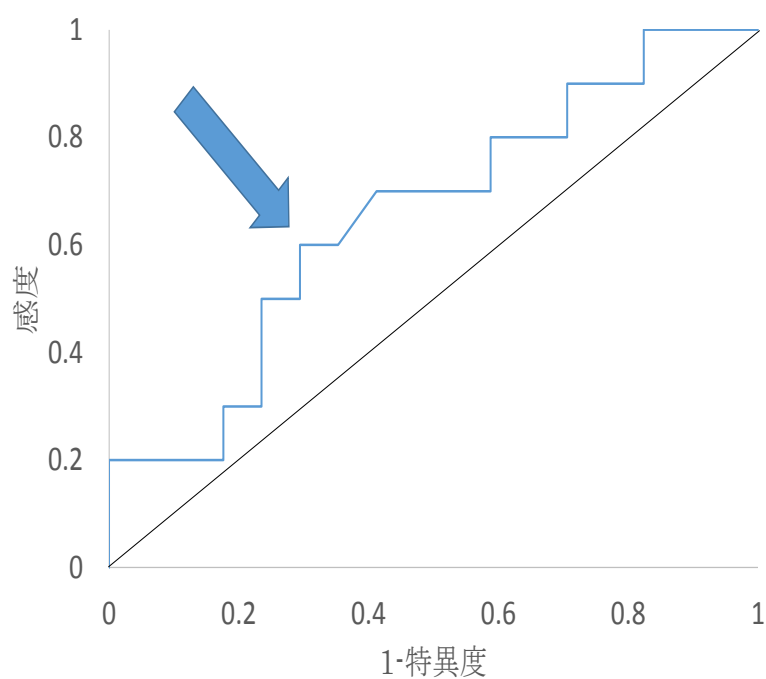
## 2) LST 法の筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討

LST 法の有意な筋肉量増加効果の境界値を検討するために、客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値を ROC 曲線により分析したものを図 11 に示した。この結果、大腿四頭筋筋厚変化量の境界値=0.325cm であった。次に、LST 法の筋肉量増加効果と関連する LST 法実施前・中・後の客観的な栄養指標の境界値を検討するために、得られた大腿四頭筋筋厚変化量の境界値で解析対象を 2 群に分け、LST 法実施前の血清トランスサイレチン値、LST 法実施後の血清アルブミン値、LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値の検討をしたものを図 12, 13, 14 に示した。これらの結果、LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値=3.55g/dl, LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値=20.3mg/dl, LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値=19mg/dl であった。



大腿四頭筋筋厚変化量の境界値:0.325cm, 感度:50%, 特異度:77%

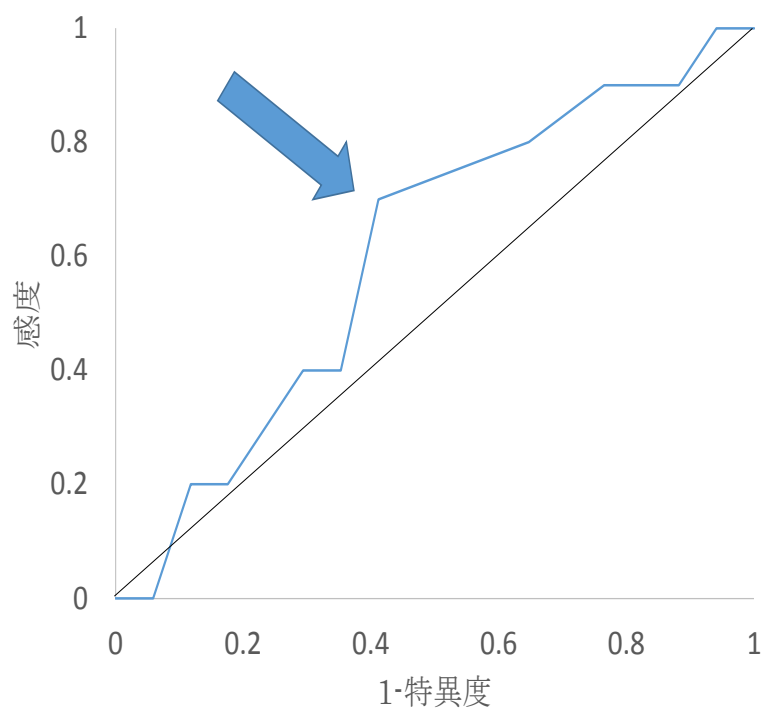
図11 客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値の検討



LST法実施前血清トランスサイレチン値の境界値:20.3mg/dl

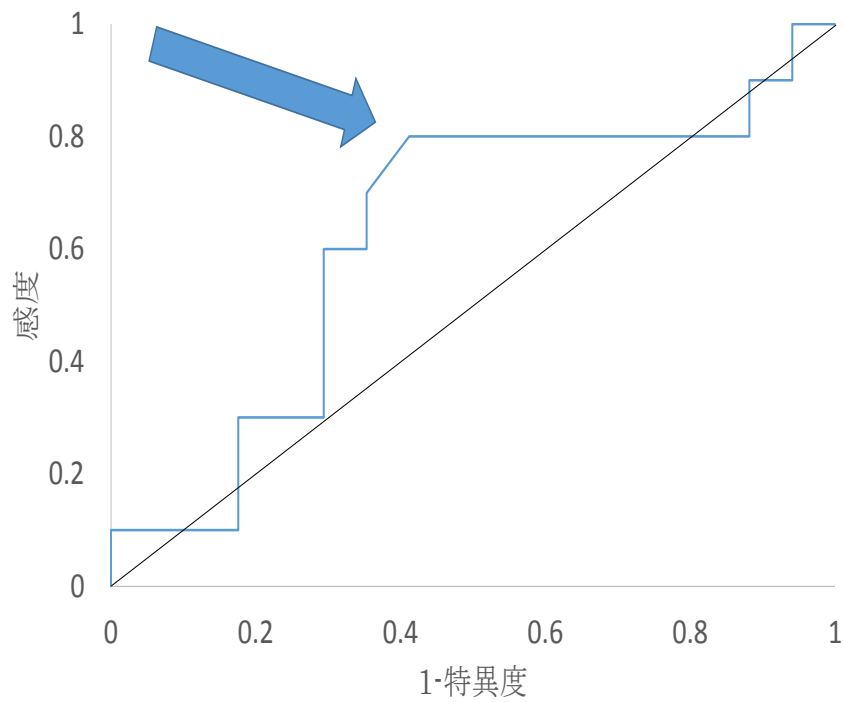
感度:60%, 特異度:71%

図12 筋肉量増加効果と関連するLST法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値の検討



LST法実施後血清アルブミン値の境界値:3.55g/dl  
 感度:70%, 特異度:59%

図13 筋肉量増加効果と関連するLST法実施後の血清アルブミン値の境界値の検討



LST法実施後血清トランスサイレチン値の境界値:19mg/dl  
 感度:80%, 特異度:59%

図14 筋肉量増加効果と関連するLST法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値の検討

3) 客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の LST 法の筋肉量増加効果の比較

客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の、各群における LST 法の筋肉量増加効果を比較したものを表 7 に示した。低値群では大腿四頭筋筋出力にのみ有意差が認められ( $p=0.04$ )、大腿四頭筋筋厚は有意差が認められなかった( $p=0.1$ )。高値群では大腿四頭筋筋厚( $p=0.04$ )の他に、大腿周径( $p=0.02$ )、大腿四頭筋筋出力( $p=0.00$ )に有意差が認められた。

表7 客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合のLST法の筋肉量増加効果の比較

	低値群(n=13)			高値群(n=14)		
	LST法実施前	LST法実施後	p値	LST法実施前	LST法実施後	p値
年齢(歳)*	81.9±2.5			77±7.6		0.14
BMI(kg/m <sup>2</sup> )**	21.1(14.3-29.5)	20.9(15.2-28.4)	0.5	21.3(18.5-27.2)	21.8(19.5-26.9)	0.38
SMI(kg/m <sup>2</sup> )**	14.3(12.2-24.1)	14.5(12.2-24.8)	0.2	17.4(11.2-22)	18.5(11.4-23.7)	0.12
大腿周径 (cm)***	39.5±6.9	39.7±6.9	0.4	42.8±3.4	43.8±3.4	0.00
大腿四頭筋筋厚 (cm)***	1.8±0.7	1.9±0.7	0.1	2±0.7	2.3±0.6	0.00
大腿四頭筋筋出力 (kg・f)**	9.1(6.6-22.1)	12.4(7.2-26.2)	0.04	16.3(7.5-35.9)	24(10-45.4)	0.00

\*スチューデントのt検定

\*\*ウィルコクソンの符号順位検定

\*\*\*対応のあるt検定

$p<0.05$

#### 4) 交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性

交絡因子を調整した LST 法の筋肉量増加効果を重回帰分析により検討したものを表 8 に示した. 大腿四頭筋筋厚変化量には交絡因子を調整しても客観的な栄養指標が関連しており ( $p=0.04$ ), 大腿周径変化量 ( $p=0.02$ ) や大腿四頭筋筋出力変化量 ( $p=0.01$ ) にも交絡因子を調整しても客観的な栄養指標が関連していた.

表8 交絡因子を調整した客観的な栄養指標とLST法の筋肉量増加効果との関連性

	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p値	95%信頼区間	
				下限	上限
大腿周径 変化量	0.86	0.34	0.02	0.17	1.56
大腿四頭筋 筋厚変化量	0.22	0.4	0.04	0.01	0.43
大腿四頭筋 筋出力変化量	4.24	0.5	0.01	1.21	7.26

客観的な栄養指標が各変化量に与える影響を重回帰分析を用い, 従属変数, 独立変数は以下の通りに設定した ( $n=27$ ).

- ・従属変数: 大腿周径変化量 独立変数: 年齢, 性別, LST法実施前大腿周径周径, 客観的な栄養指標  $R^2=0.21$
- ・従属変数: 大腿四頭筋筋厚変化量 独立変数: 年齢, 性別, LST法実施前大腿四頭筋筋厚, 客観的な栄養指標  $R^2=0.16$
- ・従属変数: 大腿四頭筋筋出力変化量 独立変数: 年齢, 性別, LST法実施前大腿四頭筋筋出力, 客観的な栄養指標  $R^2=0.25$

大腿周径変化量, 大腿四頭筋筋厚変化量, 大腿四頭筋筋出力変化量は年齢, 性別, LST法実施前の値で調整しても, 客観的な栄養指標と関連していた.

## 6. 考察

研究 2 の解析対象は、女性が多く、平均年齢が 80 歳で、標準体型であった。栄養状態としては、摂取エネルギー量の平均値が総エネルギー消費量の平均値を僅かに上回っていたため、低栄養に陥っている者は少ないと考えられる。ただし、推計値のため正確性に欠けるため、目安と考えられる。そして客観的な栄養指標である血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値の平均値としては、低栄養とみなされる基準値を上回っていた。研究 2 の解析対象は低栄養が少ないと考えられる。

### 1) 解析対象全員における LST 法の効果

解析対象全員における LST 法実施の結果として、BMI、客観的な栄養指標には有意な変化は認められなかったが、その他の項目においては有意な改善効果が認められた。今回 LST 法の対象とした筋肉は大腿四頭筋である。大腿四頭筋筋出力自体も、さらには筋肉量増加効果の指標とした大腿四頭筋筋厚も有意な改善を示した。一般的に筋力増強効果・筋肉量増加効果には負荷強度として 65%1RM 以上を用いないと十分な効果が認められないと報告されている (Ishii, 2002)。また頻度としては週 3 回で期間は最低でも 8 週間は設定しないと効果的でないと報告されている (大藏, ほか, 2010)。今回設定したプロトコルは LST 法によるため、50%1RM の負荷強度で週 3 回で 8 週間実施するというものであった。LST 法は、従来法よりも低負荷で効果的なレジスタンス運動であることが本研究からも証明された。なお、研究 2 では通常の理学療法プログラムに加えて、LST 法を実施した。研究 2 のデザインが準実験研究であり無作為割り付けを行っていないため、通常の理学療法プログラムの影響を完全に排除することは出来ない。しかし、大腿四頭筋に対して 65%1RM 以上の負荷強度を厳密に規定して実施しているプログラムはないため、今回の結果は LST 法によるものであると考えられる。また、特異性の原則から筋力・筋肉量増加のためにはレジスタンス運動を行わないと効果が現れない (Fox & Mathews, 1981; トレーニング科学研究会, 2007)。以上より、研究 2 で実施した LST 法は有効であったと考えられる。

### 2) LST 法の筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討

LST 法の筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討に際して、まず客観的な栄養指標と関連する LST 法の筋肉量増加効果としてはどの程度を有意とみなすのかを検討する必要がある。そのために客観的な栄養指標を血清アルブミン値 < 3.5g/dl、血清トランスサイレチン値 < 15.0mg/dl の条件で解析対象を 2 群に分け、客観的な栄養指標と関連する大腿四頭筋筋厚変化量の境界値を ROC 曲線により分析した

ところ、境界値として 0.325cm が導き出された。ただし、感度：50%，特異度：77%と予測能としては低いものであった。

次にこの有意な大腿四頭筋筋厚変化量に達するためには、LST 法実施期間中にはどの程度の客観的な栄養指標で推移する必要があるのかを検討する必要性がある。LST 法実施期間中の客観的な栄養指標として、LST 法実施前の血清トランスサイレチン値、LST 法実施後の血清アルブミン値と血清トランスサイレチン値を使用した。先述の通り、血清アルブミン値の半減期は約 20 日、血清トランスサイレチン値の半減期は 2 日とされているため、LST 法実施前の血清トランスサイレチン値は LST 法実施前の客観的な栄養指標を、LST 法実施後の血清アルブミン値は LST 法実施中の客観的な栄養指標を、LST 法実施後の血清トランスサイレチン値は LST 法実施後の客観的な栄養指標をそれぞれ反映しているものと解釈し、LST 法実施期間中の客観的な栄養指標を反映するものとした。大腿四頭筋筋厚変化量：0.325cm を境に解析対象を 2 群に分け、それぞれの客観的な栄養指標の境界値を検討した結果、LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値：20.3mg/dl(感度：60%，特異度：71%)、LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値：3.55g/dl(感度：70%，特異度：59%)、LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値：19mg/dl(感度：80%，特異度：59%)が導き出された。それぞれの予測能としては低いものであった。今回得られた血清アルブミン値、血清トランスサイレチン値の境界値は、低栄養と判定される値よりも高い値となった。よって、筋肉量増加を起こすための境界値と低栄養の基準値は異なるものであることが示された。

### 3) 客観的な栄養指標を境界値で低値群と高値群に分けた場合の LST 法の筋肉量増加効果の比較

得られた客観的な栄養指標の境界値で解析対象を低値群と高値群に分け、LST 法の筋肉量増加効果を各群で比較したところ、低値群では大腿四頭筋筋出力のみに有意な改善効果を認め、大腿四頭筋筋厚は有意な改善効果を示さなかった。高値群では大腿四頭筋筋厚に加え、大腿周径、大腿四頭筋筋出力に有意な改善効果が認められた。客観的な栄養指標が低値である患者では LST 法の筋肉量増加効果は乏しく、客観的な栄養指標が高値である患者では LST 法の筋肉量増加効果が得られるという仮説通りの結果が得られた。よって得られた境界値を目安に LST 法を実践することにより、筋肉量増加、筋出力向上の両方を満たすことが出来るものと考えられる。

### 4) 交絡因子を調整した客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性

得られた境界値を用い、LST 法の筋肉量増加効果の指標である大腿四頭筋筋厚変化量に関連すると考えられる交絡因子を調整した重回帰分析の結果、年齢

や性別や LST 法実施前の値の影響を踏まえても、大腿四頭筋筋厚変化量に客観的な栄養指標が関連するということが示された。また、大腿周径変化量や大腿四頭筋筋出力変化量においても客観的な栄養指標と関連するということが示された。しかし、今回検討したそれぞれの回帰式の予測精度が、 $R^2=0.16\sim0.25$  と決して高いものではなかった。そのため各変化量は今回使用した独立変数では説明しきれないことが考えられる。このことに関して、各変化量と遺伝子多型との関連性が考えられる。遺伝子多型が高齢者の筋肉系の特性に差異をもたらし、レジスタンス運動の効果に影響を及ぼすことが示されている（三上，福，田中，2010；黒坂，町田，福，田中，2012）。先行研究では、遺伝子多型と大腿周径との関連性（Riechman, Balasekaran, Roth, & Ferrell, 2004）、遺伝子多型と大腿四頭筋筋出力との関連性（Kostek, et al., 2005）、遺伝子多型と大腿四頭筋体積との関連性（Ivey, et al., 2000）が指摘されている。このように遺伝子多型という因子を含めると、各変化量との関連性がより明確になると考えられる。

## 7. 研究 2 のまとめ

研究 2 は、回復期病棟入院患者に対する LST 法の筋肉量増加効果を検証し、LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連していることを明らかにすること、さらに LST 法を実施するうえで、客観的な栄養指標を目安にすると筋肉量増加効果が期待できるかどうかを明らかにすることを目的とした。筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値の検討を行ったところ、筋肉量増加効果と関連する境界値と従来の低栄養基準とは異なる数値が示された（LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値：20.3mg/dl, LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値：3.55g/dl, LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値：19mg/dl）。この境界値で解析対象を分け LST 法の筋肉量増加効果を比較したところ、客観的な栄養指標が高値群で大腿四頭筋筋厚の有意な改善効果を認めたが、低値群では大腿四頭筋筋厚の有意な改善効果を認めなかった。よって、LST 法の筋肉量増加効果に客観的な栄養指標が関連していることが考えられ、客観的な栄養指標を目安に LST 法を実施すると筋肉量増加効果が期待できると考えられる。

## VI. 結論

本研究は、回復期病棟入院患者における、客観的な栄養指標である血清アルブミン値および血清トランスサイレチン値と低負荷で効果的なレジスタンス運動とされている LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検討することを目的とした。このことを明らかにするために、まず研究 1 では後ろ向き研究として、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を明らかにした。その関連性を示した後に、研究 2 では準実験研究として LST 法を実施し、客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関連性を明らかにした。

研究 1 では回復期病棟入院時に相当する客観的な栄養指標である血清アルブミン値と退院時の身体機能との関係を探ることにより、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を検討した。その結果、回復期病棟入院時に相当する客観的な栄養指標と退院時の身体機能が関連していることが示され、さらに、年齢や疾患分類の関連性を調整しても客観的な栄養指標(血清アルブミン値)は身体機能と関連しているということが示された。血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、筋肉の合成が阻害され筋肉量が減少し、最終的には身体機能が低下するとされている。したがって、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が低値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあり、回復期病棟入院時に相当する血清アルブミン値が高値を示す患者ほど回復期病棟退院時の身体機能が低い傾向にあると考えられる。以上のように客観的な栄養指標と身体機能との関連性は示唆されたが、強い関連性がなかった。また、回復期病棟退院時の身体機能に関連する因子を検討し、血清アルブミン値、年齢、疾患分類(運動器疾患)が関連していることが明らかになったが、予測精度が低く今回用いた 4 つの関連因子だけでは回復期病棟退院時の身体機能と強く関連するには不十分であったと考える。このことに関して、高齢者に対し必須アミノ酸 7.5g を 1 日 2 回、3 か月間摂取させた時、筋蛋白質合成速度が増加し、筋肉量の指標である除脂肪体重の増加を認めたという報告がある (Dillon, et al., 2009)。しかし、虚弱高齢者に対し 24 週の蛋白質補給を行ったところ、コントロール群に比べて筋力、身体機能は改善を認めたが、筋肉量は増加しなかったとの報告もある (Michael, et al., 2012)。また、栄養摂取に加えて、身体活動が筋蛋白質合成を刺激するカギとなると報告している (Phillips, Hill, & Atherton, 2012)。これらから身体機能と強く関連するためには、栄養と運動の両方を十分に満たす必要があると考えられる。

研究 2 では回復期病棟入院患者に対し LST 法を実施した。その結果、実施した LST 法には筋肉量増加効果が認められた。血液中のアミノ酸濃度が低下した場合には、速やかに筋蛋白質合成速度が減少することから、LST 法を実施している間に血液中のアミノ酸濃度が低下している場合には LST 法の筋肉量増加効果に支障をきたすものと考えられる。よって、LST 法を実施している間は、どの程度の客観的な栄養指標を目安とすれば LST 法の筋肉量増加効果が得られるのかという境界値の検討が必要となってくる。そのためにまず

客観的な栄養指標と関連する有意な大腿四頭筋筋厚変化量はどの程度なのかを決定した。その結果、大腿四頭筋筋厚変化量の境界値が得られた。この境界値で有意に大腿四頭筋筋厚変化が生じた群と生じなかった群に分け、LST 法実施期間中の客観的な栄養指標の境界値を求めたところ、LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値：20.3mg/dl, LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値：3.55g/dl, LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値：19mg/dl が得られた。この値は筋肉量増加効果と関連する客観的な栄養指標の境界値であると考えられる。この境界値を使用して、客観的な栄養指標が低値群と高値群に分け LST 法の筋肉量増加効果を比較した。その結果、低値群では大腿四頭筋筋厚に有意な改善効果が認められなかったが、高値群では大腿四頭筋筋厚に加えて、大腿周径や大腿四頭筋筋出力に有意な改善効果が認められた。客観的な栄養指標が低値の患者では筋肉の合成に必要なアミノ酸不足により LST 法を実施しても筋肉量増加効果が乏しかったと考えられる。したがって、客観的な栄養指標の境界値(LST 法実施前の血清トランスサイレチン値の境界値：20.3mg/dl, LST 法実施後の血清アルブミン値の境界値：3.55g/dl, LST 法実施後の血清トランスサイレチン値の境界値：19mg/dl)を目安にすると、筋肉量増加効果が期待できると考えられる。

研究 1, 2 より、客観的な栄養指標と身体機能との関連性を示唆することができ、さらに客観的な栄養指標と筋肉量増加効果との関連性を示唆することが出来た。回復期病棟入院患者に対し LST 法を実施する上で栄養状態を考慮すべきであるが、具体的な指標が明確でないのが現状である。本研究では、客観的な栄養指標に着目することの重要性やその境界値を提示することができ、さらに LST 法の実施においては客観的な栄養指標の改善に向けた取り組みの重要性を示唆することが出来たと考える。

## VII. 本研究の限界

本研究の限界を以下に述べる。1 つ目として、使用した血清アルブミン値の半減期の調整が正確にできないということである。血清アルブミン値の半減期は文献により様々であり、正確な補正が困難である。そのため、本研究では 14 日～21 日と幅を持たせて半減期の調整を行った。2 つ目として、研究 2 で得られた境界値を用いる際、別の対象集団で検討していない点である。得られた境界値はあくまで研究 2 に参加した対象集団に限るものであるため、今後は別の対象集団で妥当性の検証が必要である。3 つ目として、客観的な栄養指標を用いたが、摂食内容との関連性を検討していないことである。本研究では客観的な栄養指標と LST 法の筋肉量増加効果との関連性を検討し、この関連性が明らかになったのちに、その客観的な栄養指標に近づけるためにはどのような摂食内容が良いのかの検討へと発展していくと考えられる。

## VIII. 提言

本研究より，客観的な栄養指標を目安に LST 法を実施することにより筋肉量増加効果が期待できることが示された．このことから，臨床現場においては客観的な栄養指標として血清アルブミン，血清トランスサイレチンの値を確認し，今回得られた境界値を上回る場合は積極的な LST 法を実施していくと効果が表れやすいと考えられる．境界値を下回る場合は積極的な LST 法の実施は避け，負荷量を下げる方法やバランス練習や動作練習といった他のプログラムに切り替える必要がある．そして客観的な栄養指標を改善させることの重要性を提案し，改善されたら積極的な LST 法を実施していくと良いと考えられる．

## IX. 謝辞

本論文を終えるにあたり、研究に御協力いただいた入院患者の皆様をはじめ、多くの方々にこの場を借りて感謝の意を述べさせていただきたいと思います。

まず、本研究に対して意欲的に参加をしていただいた入院患者の皆様に深謝いたします。そして、本研究の進行にあたって、終始明確で一貫した御指導と御鞭撻を賜り、本論文を作成するに当たり丁寧な御助言を頂いた聖隷クリストファー大学大学院リハビリテーション科学研究科 大城昌平教授には心より感謝を申し上げます。本論文の審査過程において、主査をお引き受けいただき、多大なる御指導を賜りました聖隷クリストファー大学大学院リハビリテーション科学研究科 西田裕介教授、副査をお引き受けいただき、数々の御助言と御指導を賜りました聖隷クリストファー大学大学院看護学研究科 渡邊順子教授、聖隷クリストファー大学大学院リハビリテーション科学研究科 小田原悦子教授、宮前珠子教授に深謝いたします。

JA 静岡厚生連 遠州病院リハビリテーション科診療副部長 入澤寛先生、前 JA 静岡厚生連 遠州病院リハビリテーション科副医長 蓮井誠先生、JA 静岡厚生連 遠州病院リハビリテーション科副医長 片山直紀先生には測定データ解析で多大なる御協力を賜りました。また、JA 静岡厚生連 遠州病院 NST 委員会の皆様には研究実施全般にわたって御協力や御助言を賜りました。それから、JA 静岡厚生連 遠州病院リハビリテーション科の理学療法士の皆様にはデータ測定から介入まで多大なる御協力を賜りました。

聖隷クリストファー大学大学院理学療法開発学研究室の皆様、生体機能理学療法解析学研究室の皆様には研究実施にあたり数々のアドバイスを頂きました。

このように、多くの方々の御協力と御激励を頂き、本論文を作成することができました。心より感謝いたします。

最後になりますが、辛いときや苦しいときに常に温かく見守ってくれた家族、友人、同僚の皆様に感謝いたします。

## X. 引用文献

- Abe, T., Kawakami, Y., Suzuki, Y., Gunji, A., & Fukunaga, T. (1997). Effects of 20 days bed rest on muscle morphology. *Gravit Physiol*, 4: S10-14.
- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, C., Inoue, K., . . . Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, No. 1 , 6-12.
- Bardag-Gorce , F., Farout , L., Veyrat-Durebex , C., Briand, Y., & Briand, M. (1999). Changes in 20S proteasome activity during ageing of the LOU rat. *Mol Biol Rep*, 89-93.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am. J. Epidemiol.* , 755-763.
- Bohé, J., Low , A., Wolfe , R., & Rennie , M. (2003). Human muscle protein synthesis is modulated by extracellular, not intramuscular amino acid availability: a dose-response study. *J Physiol*, 315-24.
- Caso, G., Feiner, J., Mileva , I., Bryan, L., Kelly, P., Autio, K., . . . McNurlan, M. (2007). Response of albumin synthesis to oral nutrients in young and elderly subjects. *Am J Clin Nutr*, 446-451.
- Caso, G., Scalfi , L., Marra , M., Covino , A., Muscaritoli , M., McNurlan , M., . . . Contaldo, F. (2000). Albumin Synthesis Is Diminished in Men Consuming a Predominantly Vegetarian Diet. *J. Nutr*, 528-533.
- Cederholm, T., Jägrén, C., & Hellström, K. (1995). Outcome of protein-energy malnutrition in elderly medical patients. *Am J Med*, 67-74.
- Corpas, E., Harman , S., & Blackman , M. (1993). Human growth hormone and human aging. *Endocr Rev*, 20-39.
- Dillon, E., Sheffield-Moore , M., Paddon-Jones , D., Gilkison , C., Sanford , A., Casperson , S., Urban, R. (2009). Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. *J Clin Endocrinol Metab*, 1630-7.
- Doherty, T. J. (2003). Physiology of Aging Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 1717-1727.
- Drummond, M., & Rasmussen , B. (2008). Leucine-enriched nutrients and the regulation of mammalian target of rapamycin signalling and human skeletal muscle protein synthesis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 222-226.

- Emilie A Wilkes, Anna L Selby, Philip J Atherton, Rekha Patel, Debbie Rankin, Ken Smith, & Michael J Rennie. (2009). Blunting of insulin inhibition of proteolysis in legs of older subjects may contribute to age-related sarcopenia. *Am J Clin Nutr*, 1343-1350.
- European Working Group on Sarcopenia in Older People. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition. *Age and Ageing*, 412-423.
- Ferrucci, L., Guralnik, J., Studenski, S., Fried, L., Cutler, G., & Walston, J. (2004). Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *J Am Geriatr Soc*, 625-634.
- Fiatarone, M., O'Neill, E., Ryan, N., Clements, K., Solares, G., Nelson, M., . . . Evans, W. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 1769-75.
- Fox, E., & Mathews, R. (1981). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 3rd Ed.* Philadelphia: Halt-Saunders. International Edition.
- Franch-Arcas, G. (2001). The meaning of hypoalbuminaemia in clinical practice. *Clin Nutr*, 265-269.
- Fried, L., Tangen, C., Walston, J., Newman, A., Hirsch, C., Gottdiener, J., McBurnie, M. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, M146-156.
- Fujino, Y., Hata, K., Hanafusa, Y., Ishihara, S., & Majima, M. (2012). Factors Influencing the Walking Ability of Acute Phase Stroke Patients. *rigakuryouhoukagaku*, 421-425.
- Fujita, S., Erin, L., Kyle, L., Blake, B., & ElenaVolpi. (2009). Supraphysiological hyperinsulinemia is necessary to stimulate skeletal muscle protein anabolism in older adults: Evidence of a true age-related insulin resistance of muscle protein metabolism. *Diabetologia*, 1889-1898.
- Harper, A., Miller, R., & Block, K. (1984). Branched-Chain Amino Acid Metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 409-454.
- Harris, J., & Benedict, F. (1918). A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA*, 4(12) : 370-373.
- Hashimoto, N. (2007). Muscle Satellite Cells as Muscle-Specific Adult Stem Cells : Two Models for Self-Renewing. *J Oral Biosci*, 224-226.
- Ishii, N. (2002). Exercise, Nutrition and Environmental Stress(ed. by Nose,H. et al.). *Cooper, Traverse City*, 119-138.

- Ivey, F., Roth, S., Ferrell, R., Tracy, B., Lemmer, J., Hurlbut, D., Hurley, B. (2000). Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(11):M641-8.
- Kaiser, M., Bauer, J., Rämisch, C., Uter, W., Guigoz, Y., Cederholm, T., Sieber, C. (2010). Frequency of malnutrition in older adults: a multinational perspective using the mini nutritional assessment. *J Am Geriatr Soc*, 58(9):1734-8.
- Keith, C., Andreas, N., Melissa, A., Darin, J., Darin Van Gammeren, Tossaporn Yimlamai, Scott, K. (2005). Mechanical ventilation induces alterations of the ubiquitin-proteasome pathway in the diaphragm. *J Appl Physiol*, 1314-1321.
- Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H., & Katayama, M. (2012). Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 16-23.
- Kobayashi, H., Børsheim, E., Anthony, T., Traber, D., Badalamenti, J., Kimball, S., Wolfe, R. (2003). Reduced amino acid availability inhibits muscle protein synthesis and decreases activity of initiation factor eIF2B. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, E488-98.
- Kostek, M., Delmonico, M., Reichel, J., Roth, S., Douglass, L., Ferrell, R., & Hurley, B. (2005). Muscle strength response to strength training is influenced by insulin-like growth factor 1 genotype in older adults. *J Appl Physiol*, 98,6:2147-54.
- Kuzuya, M., Izawa, S., Enoki, H., Okada, K., & Iguchi, A. (2007). Is serum albumin a good marker for malnutrition in the physically impaired elderly? *Clin Nutr*, Feb;26(1):84-90. Epub 2006 Sep 25.
- Le, B. (2006). Serum Proteins as Markers of Nutrition: What Are We Treating? *Practical Gastroenterology*, 46 - 64.
- Leeuwenburg, C. (2003). Role of apoptosis in sarcopenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 999-1001.
- Lexell, J. (1997). Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *J Nutr*, 1011S-1013S.
- Lexell, J., Taylor, C., & Sjöström, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 275-294.
- Liu, M., Chan, C., Yan, B., Zhang, Q., Lam, Y., Li, R., Yu, C. (2012). Albumin levels

- predict survival in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*, 39-44.
- Long, C., Schaffel, N., Geiger, J., Schiller, W., & Blakemore, W. (1979). Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, Nov-Dec;3(6):452-6.
- Michael, T., Ondine van de Rest, Marlou, L., Nikita van der Zwaluw, Marco Mensink, Luc J.C. van, & Lisette C.P.G.M. de Groot. (2012). Protein Supplementation Improves Physical Performance in Frail Elderly People: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *JAMDA*, 720-726.
- Miyatani, M., Kanehisa, H., Ito, M., & Kawakami, Y. (2004). The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol*, 91: 264-272.
- Morley, J. (2004). The top 10 hot topics in aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 24-33.
- Phillips, B., Hill, D., & Atherton, P. (2012). Regulation of muscle protein synthesis in humans. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 58-63.
- Prealbumin in Nutritional Care Consensus Group. (1995). Measurement of visceral protein status in assessing protein and energy malnutrition: standard of care. *Nutrition*, 169-171.
- Richard, B. N., Kathleen, K. M., Dymrna, G., Linda, R., Steven, H. B., Robert, R. R., Robert, L. D. (1998). Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am. J. Epidemiol.*, 755-763.
- Riechman, S., Balasekaran, G., Roth, S., & Ferrell, R. (2004). Association of interleukin-15 protein and interleukin-15 receptor genetic variation with resistance exercise training responses. *J Appl Physiol*, 97,6:2214-9.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J. Nutr.*, 990S-991S.
- Rosenberg, IH;. (1997). Sarcopenia: Origins and Clinical relevance. *J Nutr*, 990S-991S.
- Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU Training. *International Journal of KAATSU Training Research*, No. 1, 1-5.
- Sullivan, D., Sun, S., & Walls, R. (1999). Protein-energy undernutrition among elderly hospitalized patients: a prospective study. *JAMA*, 281(21):2013-9.
- Tanimoto, M., & Ishii, N. (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow

- movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, 1150-1157.
- Visser, M., Pahor, M., Dennis, R., Bret, H., Eleanor, M., Anne, B., Tamara, B. (2002). Relationship of Interleukin-6 and Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  With Muscle Mass and Muscle Strength in Elderly Men and Women. *The Journals of Gerontology: Series A*, M326-M332.
- Watanabe, Y., Tanimoto, M., Ohgane, A., Sanada, K., Miyachi, M., & Ishii, N. (2013). Increased muscle size and strength from slow-movement, low-intensity resistance exercise and tonic force generation. *J Aging Phys Activ*, 71-84.
- Xue, Q., Bandeen-Roche, K., Varadhan, R., Zhou, J., & Fried, L. (2008). Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 984-990.
- Yap, S., Strair, R., & Shafritz, D. (1978). Effect of a Short Term Fast on the Distribution of Cytoplasmic Albumin Messenger Ribonucleic Acid in Rat Liver. *J. Biol. Chem*, 4944-4950.
- Yap, S., Strair, R., & Shafritz, D. (1978). Identification of albumin mRNPs in the cytosol of fasting rat liver and influence of tryptophan or a mixture of amino acids. *Biochem Biophys Res Commun*, 427-33.
- Yarasheski, K., Zachwieja, J., & Bier, D. (1993). Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol*, 210-214.
- トレーニング科学研究会. (1994). レジスタンストレーニング. 朝倉書店.
- トレーニング科学研究会. (2007). トレーニング科学ハンドブック—新装版—. 東京: 朝倉書店.
- 安東由喜雄. (2009). トランスサイレチン: そのミラクルな機能と病原性. *臨床病理*, 228-235.
- 葛谷雅文. (2003). 高齢者の栄養評価と低栄養の対策. *日本老年医学会雑誌*, 199-203.
- 葛谷雅文. (2011). 虚弱と低栄養との関係. *Geriatr. Med.*, 311-314.
- 宮地元彦, 安藤大輔, 種田行男, 小熊祐子, 小野玲, 北畠義典, . . . 武林亨. (2011). サルコペニアに対する治療の可能性—運動介入効果に関するシステマティックレビュー—. *日本老年医学会雑誌*, 51-54.
- 橋本有弘. (2010). サルコペニアの発症と筋幹細胞および筋再生システム. *Geriatr. Med.*, 165-168.
- 恵良聖一. (1996). マルチ機能タンパク質: 血清アルブミン.

- 五味郁子, 福島秀樹, 三輪佳行, 森脇久隆, 安藤喬, 高井國之. (2005). 一般高齢者における血清アルブミン値と年齢の関係. 栄養・評価と治療, 651-654.
- 厚生労働省. (2010). 国民生活基礎調査の概況.
- 厚生労働省. (2012). 介護保険事業状況報告.
- 厚生労働省. (2012). 健康日本 21(第 2 次).
- 黒坂光寿, 町田修一, 福典之, 田中雅嗣. (2012). 日本人サルコペニアの筋肉量および筋力トレーニング効果を規定する遺伝子多型の探索. 第 27 回健康医科学研究助成論文集, 70-77.
- 佐藤雅哉, 江口克也, 林千枝, 小池芳一, & 馬場栄治. (2009). 低アルブミン血症と患者予後について. 厚生連医誌, 26-28.
- 三上恵里, 福典之, 田中雅嗣. (2010). 遺伝子多型とサルコペニア. *Geriatric Medicine*, 48,2,221-225.
- 山村 雄一. (1970). 免疫グロブリンの化学と臨床. 日本内科学会雑誌, Vol.59, No.10, 1046-1049.
- 若林秀隆. (2011). リハビリテーションと栄養管理 (総論). 静脈経腸栄養, 1339-1344.
- 石井直方. (2011). サルコペニア-そのメカニズムと防止策としての運動. 医学のあゆみ, 519-524.
- 赤水尚史. (2010). サルコペニアと液性因子. *Geriatr. Med.*, 177-179.
- 対馬栄輝. (2007). SPSS で学ぶ医療系データ解析. 東京図書株式会社.
- 大藏倫博, 角田憲治, 辻大士, & 田中喜代次. (2010). サルコペニア予防のエビデンスレジスタンストレーニングを中心として-. *Geriatr. Med.*, 197-200.
- 巽典之, 津田泉, 福森達郎, 太田健介. (1999). C- 反応性タンパク(CRP)測定 of 臨床的意義. *Readout*, 55-61.
- 谷本道哉, 大金朱音, 石井直方, 宮地元彦. (2009). 高齢者における筋発揮張力維持法 (LST) の筋力増強、筋肥大効果および安全性の検証. 第 24 回健康医科学研究助成論文集, 71-80.
- 中島あつ子, 柴崎光衛, 谷直人, 森三樹雄, & 山口真彦. (2005). 栄養指標蛋白としてのトランスフェリン, トランスサイレチンおよびレチノール結合蛋白の測定意義. *Dokkyo journal of medical sciences*, 21-28.
- 渡邊進. (2009). 回復期リハビリテーション病棟の現況と課題. *Jpn J Rehabil Med*, 46.12,799 - 807.
- 藤竹晃平, 肥合康弘, 大石康晴. (2008). 筋力トレーニングに対する加圧の効果. 熊本大学教育学部紀要, 57: 75-81.
- 板東浩. (2007). 栄養サポートチーム (NST). 日本内科学会雑誌, 96: 1515 - 1520.
- 米澤一仁. (2002, 100). 分岐鎖アミノ酸の肝細胞内シグナル伝達機構. 臨床栄養, 850-855.

## XI. 業績(過去 3 年以内)

＜学術論文：総説，研究論文，報告，他＞

1. 佐藤慎，大杉紘徳，大城昌平：高齢者の認知運動機能に対する足踏み運動と計算課題を組み合わせた二重課題自主トレーニングの効果. 理学療法ジャーナル, 47(1), P.78-83, 2013.
2. 佐藤慎，大城昌平：サルコペニアとリハビリテーション. リハビリテーション科学ジャーナル, 8, P.107-115, 2013.
3. Shin Sato, Shohei Ohgi: The Relationship between the Nutritional Status on Hospital Admission and Physical Functional Outcomes at Discharge.(投稿中)

＜学会発表＞

1. Sato S, Ohgi S.: Falls following during the early post-hospitalization period and its risk assessments before hospital discharge. JAPAN-KOREA 1st JOINT CONFERENCE(Nagasaki).2012.11.
2. Sato S, Ohgi S.: Nutritional Status at Admission influences the Physical Function at Discharge.IAGG2013(Korea).2013.6.
3. 佐藤慎，戸田真弘:筋肉量に関連する因子の検討. 第 29 回日本静脈経腸栄養学会学術集会(横浜). 2014.2.
4. 佐藤慎，大城昌平:入院時の栄養状態は退院時の身体機能に影響を及ぼす. 第 49 回日本理学療法学術大会(横浜). 2014.5.

## XII. 付録

P.58～62

### 付録 1 研究 1 の基本情報と評価データ

P.63～71

### 付録 2 研究 2 の基本情報と評価データ

P.72

### 付録 3 Short Physical Performance Battery

付録 1 研究 1 の基本情報と評価データ

番号	年齢	疾患 分類 (※)	血清ア ルブミ ン値	血清 CRP 値	入院時 FIM 総 得点	入院時 m-FIM	退院時 FIM 総 得点	退院時 m-FIM
1	78	2	3.3	0	110	75	116	81
2	72	3	4.3	0	110	75	123	88
3	96	3	2.6	0.1	72	41	46	17
4	61	1	3.2	0.1	79	64	87	72
5	84	2	3.2	0.1	86	59	90	65
6	76	2	3.2	0.1	76	41	97	62
7	73	3	3.2	0.1	80	54	84	58
8	82	2	3.3	0.1	89	61	97	69
9	82	2	3.3	0.1	37	26	42	32
10	67	1	3.3	0.1	50	21	73	47
11	94	2	3.4	0.1	90	60	102	72
12	86	2	3.4	0.1	89	64	96	71
13	76	1	3.5	0.1	76	51	106	73
14	96	1	3.5	0.1	26	19	28	21
15	55	1	3.5	0.1	27	15	122	91
16	96	3	3.5	0.1	25	17	50	36
17	79	1	3.5	0.1	29	13	32	15
18	74	1	3.5	0.1	116	82	117	83
19	90	2	3.5	0.1	80	58	101	79
20	84	2	3.5	0.1	88	58	113	80
21	81	2	3.5	0.1	117	82	120	85
22	89	1	3.5	0.1	93	66	96	69
23	83	2	3.6	0.1	95	62	118	83
24	80	2	3.6	0.1	100	66	113	79
25	83	2	3.6	0.1	105	71	117	83
26	83	3	3.6	0.1	99	73	109	82
27	82	2	3.6	0.1	107	72	117	82
28	85	2	3.6	0.1	107	72	116	81
29	76	1	3.7	0.1	78	56	27	18
30	82	1	3.7	0.1	77	48	86	61

31	87	3	3.7	0.1	86	61	97	76
32	81	2	3.7	0.1	105	72	112	79
33	77	3	3.7	0.1	118	83	120	85
34	42	1	3.7	0.1	114	79	118	83
35	83	2	3.7	0.1	88	61	105	78
36	68	2	3.7	0.1	104	74	114	84
37	91	2	3.7	0.1	84	50	124	89
38	77	2	3.7	0.1	85	54	102	71
39	76	3	3.8	0.1	46	25	51	28
40	80	2	3.8	0.1	105	75	107	77
41	80	2	3.8	0.1	62	40	67	45
42	83	1	3.8	0.1	55	27	112	78
43	75	1	3.8	0.1	67	41	73	53
44	49	1	3.8	0.1	88	55	117	82
45	69	2	3.8	0.1	124	89	126	91
46	60	1	3.8	0.1	101	80	115	91
47	83	2	3.8	0.1	108	75	117	84
48	81	3	3.8	0.1	101	68	114	83
49	78	3	3.9	0.1	63	38	63	38
50	67	3	3.9	0.1	110	76	114	80
51	77	1	3.9	0.1	84	54	106	76
52	62	1	3.9	0.1	113	78	117	82
53	88	2	3.9	0.1	79	53	106	78
54	58	1	3.9	0.1	98	67	111	79
55	83	2	3.9	0.1	109	74	119	84
56	75	1	3.9	0.1	85	54	111	76
57	80	2	3.9	0.1	96	62	112	78
58	79	3	3.9	0.1	90	56	107	73
59	63	1	4	0.1	105	86	108	88
60	61	2	4	0.1	118	83	122	87
61	78	1	4	0.1	108	74	116	81
62	63	2	4	0.1	116	81	120	85
63	84	3	4	0.1	86	59	91	64
64	77	1	4.1	0.1	104	69	118	83

65	70	2	4.1	0.1	111	76	116	81
66	81	2	4.1	0.1	92	62	112	80
67	67	2	4.1	0.1	84	54	113	79
68	78	2	4.2	0.1	110	76	120	86
69	74	2	4.2	0.1	113	80	115	82
70	75	1	4.2	0.1	87	55	111	79
71	65	2	4.2	0.1	122	87	124	89
72	75	1	4.2	0.1	95	60	115	82
73	68	1	4.3	0.1	122	87	124	89
74	81	2	4.3	0.1	88	54	116	82
75	97	2	3.5	0.11	80	51	90	61
76	73	2	3.7	0.11	106	73	121	88
77	78	2	4.1	0.11	100	68	111	79
78	84	2	4.1	0.11	106	76	115	84
79	63	1	4.5	0.11	118	83	122	87
80	63	1	4.5	0.11	120	85	124	89
81	82	2	3.6	0.12	99	68	115	80
82	60	2	3.7	0.12	108	73	121	86
83	59	3	4.1	0.12	116	81	122	87
84	76	3	2.9	0.13	83	57	94	68
85	86	3	3.2	0.13	82	65	95	78
86	62	2	4.1	0.13	78	43	116	81
87	96	2	2.7	0.14	98	70	103	74
88	49	3	3.3	0.14	118	83	124	89
89	76	1	4.2	0.14	91	60	105	74
90	55	2	4.6	0.14	115	80	123	88
91	70	1	2.6	0.15	30	18	26	13
92	84	3	2.9	0.15	67	39	38	15
93	91	2	3.3	0.15	74	57	93	76
94	78	2	4.3	0.15	103	68	114	79
95	78	2	4.2	0.16	99	69	108	78
96	92	3	2.7	0.17	52	38	53	39
97	74	1	3.6	0.17	102	68	119	84
98	85	2	3.8	0.17	89	70	92	73

99	90	2	3.1	0.18	82	51	92	60
100	80	3	3.2	0.18	92	58	107	73
101	84	2	4	0.18	89	59	107	76
102	83	2	3.8	0.19	109	74	118	83
103	62	2	4.2	0.19	106	74	114	82
104	78	2	4	0.2	108	73	116	81
105	71	1	4	0.2	70	41	102	71
106	84	2	3.7	0.21	103	69	112	78
107	60	1	4.4	0.21	121	87	125	91
108	83	2	4	0.22	91	58	110	77
109	66	1	4	0.23	47	32	86	67
110	67	3	3.5	0.24	118	83	123	88
111	80	1	3.6	0.24	25	13	25	13
112	75	3	4	0.25	82	64	108	74
113	67	2	4	0.26	112	78	115	81
114	69	2	3.8	0.28	110	77	111	78
115	77	3	3.5	0.29	97	64	108	78
116	87	3	3.7	0.29	93	65	102	73
117	81	1	3.3	0.3	98	63	114	79
118	87	2	2.9	0.1	78	55	92	68
119	78	1	3.4	0.1	72	60	101	82
120	80	1	3.5	0.1	104	71	112	79
121	83	2	3.6	0.1	89	64	105	80
122	87	2	3.6	0.1	111	78	119	86
123	66	2	3.6	0.1	96	63	113	80
124	85	2	3.6	0.1	70	51	82	62
125	95	2	3.7	0.1	101	70	113	82
126	78	1	3.8	0.1	88	56	90	65
127	82	2	3.8	0.1	108	73	111	78
128	83	2	3.8	0.1	79	58	97	75
129	83	1	3.9	0.1	43	27	46	30
130	63	1	4	0.1	82	47	108	73
131	67	1	4.1	0.1	100	79	102	81
132	80	1	4.1	0.1	35	13	45	23

133	78	1	4.4	0.1	115	83	118	86
134	75	1	3.8	0.11	86	59	76	49
135	77	2	4	0.12	98	65	112	79
136	81	2	3.8	0.14	50	26	103	79
137	52	1	4.4	0.14	109	88	118	90
138	80	2	3.5	0.17	111	78	114	81
139	66	3	3.7	0.2	110	77	113	80
140	88	2	4.1	0.2	41	31	78	68
141	75	2	4.1	0.22	108	77	112	81
142	77	2	3.9	0.25	98	65	113	80
143	87	2	3.9	0.25	107	76	111	77
144	89	2	3.2	0.27	28	20	106	78
145	76	1	4.1	0.27	72	40	100	67
146	80	1	3.4	0.28	64	44	81	61
147	62	1	4.2	0.28	86	55	105	78
148	100	2	3.2	0.3	57	40	78	61
149	70	1	4.2	0.3	110	75	121	86

※疾患分類は，1：CVDs，2：BJDs，3：DS とする．

## 付録 2 研究 2 の基本情報と評価データ

番号	性別	疾患分類	通常の理学療法プログラム
1	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
2	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
3	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
4	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
5	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
6	男性	3	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
7	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
8	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
9	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
10	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
11	女性	3	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
12	男性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
13	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
14	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
15	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
16	男性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
17	女性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
18	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
19	女性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
20	女性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
21	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
22	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
23	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
24	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行)
25	女性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
26	女性	2	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)
27	男性	1	関節可動域練習, バランス練習, 動作練習(起居・起立・移乗・歩行・段差昇降)

疾患名	手術名	BRS	食形態	摂取エネルギー量
第1腰椎圧迫骨折	なし	—	常食	1504
右大腿骨転子部骨折	観血的整復固定術	—	全粥食	1390
左脳梗塞	なし	V	常食	1765
左大腿骨骨幹部骨折	観血的整復固定術	—	常食	1600
仙骨骨折	なし	—	常食	1390
廃用症候群(肺炎)	なし	—	五分粥食	850
第12胸椎圧迫骨折	なし	—	常食	1357
左大腿骨頸部骨折	人工骨頭置換術	—	常食	1370
橋梗塞	なし	IV	常食	1600
右大腿骨遠位端骨折	観血的整復固定術	—	常食	1600
廃用症候群(敗血症)	なし	—	全粥食	1279
軸椎骨折	なし	—	常食	1710
右大腿骨頸部骨折	観血的整復固定術	—	常食	1400
左大腿骨転子部骨折	観血的整復固定術	—	常食	1504
左大腿骨転子部骨折	観血的整復固定術	—	全粥食	1669
腰部脊柱管狭窄症	腰椎椎体間固定術	—	常食	1600
右脳出血	なし	III	常食	1600
第1腰椎圧迫骨折	なし	—	全粥食	1400
右脳梗塞	なし	V	ペースト食	1390
左脳梗塞	なし	VI	常食	1504
中心性脊髄損傷	なし	—	常食	1800
左脳梗塞	なし	V	常食	1488
脳幹梗塞	なし	V	常食	2000
左大腿骨転子部骨折	観血的整復固定術	—	常食	1416
左脳梗塞	なし	VI	全粥食	1600
腰部脊柱管狭窄症	腰椎椎体間固定術	—	常食	1400
脳幹梗塞	なし	VI	とろみ刻み食	1600

総エネルギー消費量	薬剤の有無	年齢	身長	実施前体重	実施後体重	実施前BMI	実施後BMI	実施前SMI
1411	無	84	1.45	44.8	45.8	21.3	21.8	13.50
1311	無	90	1.42	34.9	32.5	17.3	16.1	12.90
1946	無	73	1.71	68.4	67	23.4	22.9	21.60
1904	無	77	1.54	64.5	63.9	27.2	26.9	17.70
1398	無	93	1.43	38.3	38.2	18.7	18.7	13.50
1011	無	88	1.49	35.3	42.8	15.9	19.3	12.60
1283	無	90	1.51	48.2	48.1	21.1	21.1	13.60
1378	無	81	1.54	56.1	55.4	23.7	23.4	16.30
1685	無	72	1.65	57.9	56.6	21.3	20.8	22.00
1467	無	82	1.5	60.1	58	26.7	25.8	16.10
1388	無	75	1.47	40	42.2	18.5	19.5	11.90
2325	無	64	1.68	83.2	80.1	29.5	28.4	24.10
1245	無	81	1.5	32.1	34.1	14.3	15.2	12.20
1259	無	84	1.35	38.7	39.8	21.2	21.8	11.20
1405	無	85	1.43	53.2	54	26	26.4	15.10
1526	無	69	1.58	55.2	58.2	22.1	23.3	18.10
1280	無	66	1.36	38.1	38.1	20.6	20.6	15.10
1465	無	75	1.49	43.9	45	19.8	20.3	16.30
1355	無	89	1.43	43.5	43.2	21.3	21.1	14.40
1388	無	85	1.47	45.5	45.2	21.1	20.9	14.30
1779	無	73	1.65	60.5	59.9	22.2	22	20.70
1133	無	85	1.49	44	44	19.8	19.8	17.00
1775	無	64	1.69	60.4	63.7	21.1	22.3	21.60
1176	無	88	1.4	38.6	38.2	19.7	19.5	13.20
1280	無	86	1.41	44.6	43.6	22.4	21.9	12.00
1414	無	73	1.44	48.3	48.4	23.3	23.3	14.30
1669	無	71	1.72	60.9	58.9	20.6	19.9	20.70

実施後SMI	実施前大腿周径	実施後大腿周径	実施前大腿四頭筋筋厚	実施後大腿四頭筋筋厚	実施前大腿四頭筋筋出力
13.40	43.00	44.00	1.47	1.94	17.70
12.20	34.00	33.00	1.16	1.29	8.00
22.50	46.00	47.50	2.19	3.16	17.30
18.70	50.00	50.00	1.73	2.21	11.10
12.90	32.00	32.00	0.52	0.60	7.90
14.50	35.80	36.20	2.36	2.11	7.10
13.90	39.50	40.00	1.70	1.75	7.50
17.10	46.00	47.00	2.26	2.08	9.10
22.10	42.00	43.00	2.06	2.17	35.90
17.20	47.00	45.00	1.84	2.48	10.70
12.80	40.50	43.50	1.98	2.32	14.10
24.80	50.00	50.00	2.82	3.13	22.10
12.20	28.50	29.00	0.88	1.08	6.60
11.40	38.00	38.20	2.60	2.61	8.20
15.10	49.50	51.00	2.63	2.68	17.40
22.30	43.00	43.50	2.02	2.36	10.30
14.10	40.00	40.00	2.39	2.16	21.20
15.00	40.00	40.50	1.29	1.94	16.40
14.50	37.00	37.00	1.63	1.88	17.50
15.40	41.00	41.00	1.45	1.47	10.40
20.30	46.50	47.50	3.60	3.61	16.20
18.20	40.50	42.00	2.01	2.27	22.40
23.70	47.00	48.50	2.68	3.19	27.30
13.60	34.50	35.50	1.95	2.13	7.20
11.80	42.00	44.00	0.97	1.42	8.10
14.90	38.50	40.00	1.49	1.89	8.30
20.60	40.50	41.50	1.58	1.76	20.40

実施後大腿四頭筋筋出力	実施前血清アルブミン値	実施後血清アルブミン値	実施前血清CRP値
25.80	3.90	3.60	0.15
12.40	3.10	3.40	0.10
22.00	3.80	3.80	0.20
12.20	3.30	3.60	0.12
7.20	3.40	3.60	0.10
9.60	3.50	3.20	0.11
10.00	3.30	4.10	0.30
9.30	3.20	3.30	0.20
45.40	3.80	4.60	0.23
16.70	3.00	3.20	0.10
24.80	3.40	3.60	0.10
18.80	3.20	2.90	0.11
9.90	2.70	3.50	0.28
10.50	3.60	3.50	0.14
26.20	3.40	3.50	0.22
25.10	3.50	3.80	0.30
22.20	3.60	3.70	0.10
23.30	3.70	3.40	0.10
16.10	3.20	3.50	0.10
10.50	3.10	3.40	0.28
18.90	4.00	3.80	0.10
29.80	4.20	4.00	0.13
39.20	4.40	4.10	0.11
9.10	3.40	3.30	0.26
11.50	4.10	4.10	0.10
14.20	3.30	3.50	0.10
24.60	4.20	3.80	0.30

実施後血清CRP値	施前血清トランスサイレチン	実施後血清トランスサイレチン値	実施前SPPB	実施後SPPB
0.14	29.30	23.40	9.00	12.00
0.10	20.20	16.90	3.00	7.00
0.26	22.30	21.50	1.00	4.00
0.10	20.80	21.80	0.00	12.00
0.10	11.50	17.50	0.00	2.00
0.10	18.50	16.50	1.00	1.00
0.10	20.60	22.50	2.00	3.00
0.30	18.80	14.20	5.00	9.00
0.10	24.20	29.40	8.00	11.00
0.10	16.10	14.60	0.00	4.00
0.10	20.50	21.90	3.00	11.00
0.30	19.80	18.10	5.00	6.00
0.10	7.50	18.90	1.00	5.00
0.10	20.00	19.20	2.00	5.00
0.23	17.00	15.30	0.00	9.00
0.10	20.70	25.10	5.00	11.00
0.10	21.60	17.90	3.00	7.00
0.30	19.80	19.20	10.00	12.00
0.10	15.80	17.30	2.00	5.00
0.10	15.60	21.40	3.00	1.00
0.10	25.10	25.50	4.00	2.00
0.10	20.30	23.00	6.00	9.00
0.10	36.40	33.20	8.00	12.00
0.10	9.00	11.40	1.00	3.00
0.10	21.00	21.00	4.00	5.00
0.10	13.60	13.90	3.00	8.00
0.13	25.40	25.50	4.00	10.00

食事	整容	入浴	更衣(上衣)	更衣(下衣)	トイレ動作	排尿	排便	移乗(ベッド, 車椅子)
6	6	4	6	3	5	7	7	6
5	5	4	4	4	4	5	5	5
5	4	3	3	3	3	3	2	3
7	7	5	6	3	6	7	7	5
6	6	2	4	2	4	1	7	4
4	3	1	2	2	2	1	1	1
5	4	4	4	4	4	5	6	5
7	7	5	6	4	6	7	6	5
5	6	2	3	3	6	7	7	6
5	5	2	5	5	5	7	7	4
6	6	4	5	5	4	7	7	5
7	6	1	6	6	6	6	6	6
5	3	2	2	2	3	5	5	4
4	4	3	3	3	3	4	4	3
7	7	3	6	6	5	7	7	5
7	5	2	7	3	4	4	5	5
6	5	3	4	3	3	7	6	4
7	7	1	6	6	7	7	7	7
5	5	1	3	3	3	5	5	4
7	5	2	3	4	3	3	4	4
5	7	5	6	5	4	5	5	5
7	7	5	7	7	7	7	7	7
7	7	6	7	7	7	7	7	7
5	5	3	1	1	5	5	5	5
7	5	4	7	6	6	7	7	6
7	7	4	6	6	5	6	6	6
7	6	1	4	3	5	6	6	5

移乗(トイレ)	移乗(風呂, シャワー)	歩行	階段	実施前FIM総得点	食事	整容	入浴	更衣(上衣)	更衣(下衣)
6	4	6	4	105	7	6	4	6	6
5	3	4	3	78	6	6	4	6	6
3	3	1	1	66	6	6	4	5	5
6	5	6	1	100	7	7	7	6	6
4	2	1	1	74	6	6	3	4	2
1	1	1	1	31	5	4	1	2	2
5	4	2	3	90	7	5	4	7	7
5	4	4	4	103	7	7	5	6	6
6	2	6	1	94	7	7	5	7	7
4	4	1	1	78	5	5	2	5	5
5	4	1	1	91	7	7	4	7	7
6	1	5	1	94	7	6	1	6	6
4	4	1	4	64	7	5	2	4	4
3	3	1	1	60	4	5	3	4	4
5	4	1	1	99	7	7	5	7	7
5	2	6	5	90	7	7	5	7	7
4	3	3	1	85	6	6	4	6	6
7	6	6	5	114	7	7	6	7	7
4	1	1	1	65	7	6	4	6	6
4	5	4	3	75	7	5	3	3	4
5	4	6	4	98	7	7	5	6	5
7	5	6	5	114	7	7	5	7	7
7	5	7	1	115	7	7	6	7	7
5	3	2	1	62	6	6	3	4	4
6	6	1	4	100	7	7	5	7	7
6	5	7	1	107	7	7	4	6	6
5	1	5	1	79	7	6	3	7	7

トイレ動作	排尿	排便	移乗(ベッド, 車椅子)	移乗(トイレ)	移乗(風呂, シャワー)	歩行	階段	実施後FIM総得点
6	7	7	6	6	4	6	6	112
5	5	5	6	5	3	4	4	92
5	5	5	5	5	3	6	1	90
6	7	7	6	6	7	6	6	119
4	1	7	4	4	4	1	1	77
2	1	1	3	3	1	1	1	37
6	5	6	6	6	4	6	5	109
6	7	6	6	6	5	5	5	110
7	7	7	7	6	5	6	6	119
5	7	7	5	5	4	2	2	88
7	7	7	7	7	4	6	5	113
6	6	6	7	5	5	6	3	101
4	6	6	6	6	2	2	5	79
5	5	5	5	5	7	1	4	78
6	7	7	6	6	5	7	7	117
7	7	7	7	7	5	6	5	114
6	7	7	6	6	6	6	5	111
7	7	7	7	7	7	6	6	123
6	6	6	6	6	5	6	1	99
3	3	3	4	4	5	3	3	72
6	7	6	5	5	5	6	4	106
7	7	7	7	7	5	6	5	114
7	7	7	7	7	6	6	5	119
6	6	6	6	6	5	6	3	93
6	7	7	6	6	7	5	2	107
5	6	6	6	6	5	6	1	106
6	6	6	5	5	3	5	4	94


Short Physical Performance Battery

氏名

測定日

1. バランステスト

\* 歩行補助具(杖や歩行器)を使用しない。



**閉脚立位**  
両足をくっつけた状態で10秒間保持

10秒可能 ↓

**セミタンデム立位**  
片方の足の踵ともう片方の足の親指をつけた状態で10秒間保持

10秒可能 ↓

**タンデム立位**  
踵とつま先をつけた状態で10秒間保持

10秒未満 → 歩行テストへ

時間

10秒未満 → 歩行テストへ

時間

時間

点数(閉脚)	
10秒可能	<input type="checkbox"/> 1点
10秒未満	<input type="checkbox"/> 0点
実施困難	<input type="checkbox"/> 0点

\* 0点だった場合バランステストを終了し、歩行テストへ

点数(セミタンデム)	
10秒可能	<input type="checkbox"/> 1点
10秒未満	<input type="checkbox"/> 0点
実施困難	<input type="checkbox"/> 0点

\* 0点だった場合バランステストを終了し、歩行テストへ


点数(タンデム)	
10秒可能	<input type="checkbox"/> 2点
3～9.99秒	<input type="checkbox"/> 1点
3秒未満	<input type="checkbox"/> 0点
実施困難	<input type="checkbox"/> 0点

2. 歩行テスト

\* 歩行補助具(杖や歩行器)を使用してもOK

4m歩行時間(普段のスピード)を測定  
2回測定し、良い方の結果を使用

1回目	<input type="text"/>
2回目	<input type="text"/>



①被験者はスタートラインにつま先を揃える  
②「よーいスタート」といい、被験者が動き始めたらスタートを押す  
③どちらか一方の足がゴールラインを越えたらストップ  
\* ゴールラインで止まらないこと

補助員の種類

点数	
4.82秒未満	<input type="checkbox"/> 4点
4.82～6.20秒	<input type="checkbox"/> 3点
6.21～8.70秒	<input type="checkbox"/> 2点
8.70秒以上	<input type="checkbox"/> 1点
実施困難	<input type="checkbox"/> 0点

3. 椅子立ち上がりテスト

**プレテスト**  
被験者は腕を組んだままで椅子から立ち上がる

↓

**5回繰り返す**  
被験者は腕を組んだままで、“できるだけ早く”椅子からの立ち上がり、座りを5回繰り返す

実施困難 → テスト終了 0点

時間

点数	
11.19秒未満	<input type="checkbox"/> 4点
11.20～13.69秒	<input type="checkbox"/> 3点
13.7～16.69秒	<input type="checkbox"/> 2点
16.7秒以上	<input type="checkbox"/> 1点
60秒以上or実施困難	<input type="checkbox"/> 0点

備考

時間

総合点数	
バランステスト	点
歩行テスト	点
立ち上がりテスト	点
合計点	点