
卒業研究論文集

第 11 卷

ANNUAL REPORTS OF GRADUATION THESES

Vol. 11

長崎大学医学部保健学科

理学療法学専攻 11 期生

2015 年

卒業研究論文集 第11巻 2015年

目次

卒業研究論文

日本人遺体における股関節枝および膝関節枝の分布状況に関する肉眼解剖学的研究百合野大輝・三輪夏希	1
関節リウマチ患者に対する生物学的製剤投与と上肢リウマチ体操の併用について荒木奈都子・田原由梨	7
動作時の下肢関節モーメントは表面筋電図と関節角度変化から推定できるか糸川京佑・牛島 毅	15
運動サークルに参加している地域在住高齢女性の運動機能及び認知機能について ～参加年数による比較～奥園優介	22
虚弱高齢者における疼痛の多面性が身体機能や日常生活活動に及ぼす影響について高尾恒嗣	28
関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンの発現量におよぼす影響田中なつみ・吉田菜津希	36
不動に伴う痛みに対する等尺性収縮運動の効果 —行動学的評価による検討—中川晃一・永田明日翔	41
呼吸介助の介助部位別における呼吸代謝応答の違いについて —座位姿勢での検証—中津留優里奈・早崎雄喜	49
高齢者サークルの主たる活動内容の違いによる主観的效果への影響野中愛弥	54
コード化によるハイハイ動作分析の試み ～運動学習過程の経時的変化に着目して～三宅杏奈・李 瑛熙	62
地域在住高齢者の尿失禁とロコモティブシンドロームの関連本田峻人	68

日本人遺体における股関節枝および膝関節枝の 分布状況に関する肉眼解剖学的研究

百合野大輝・三輪夏希

要旨

変形性股関節症をはじめとした股関節疾患患者では、患部周囲に加え膝関節前面に関連痛が認められることが多く、リハビリテーションの阻害因子になることが知られており、その発生機序には関節枝が関与する可能性が考えられる。そこで、本研究では、日本人遺体における大腿神経と閉鎖神経から分岐する股・膝関節枝の分布状況を肉眼解剖学的に検索し、関連痛との関係について考察した。結果、股関節で大腿神経および閉鎖神経から分岐する関節枝が認められた。また、膝関節では大腿神経から分岐する関節枝が認められたが、閉鎖神経から分岐するものは確認されなかった。そして、11肢中8肢において大腿神経から分岐する股関節枝と膝関節枝が同時に認められ、大腿神経が両関節を同時に支配することが明らかとなった。股関節疾患患者の関連痛の発生にはこのような大腿神経から分岐する関節枝の肉眼解剖学的所見が関与していると考えられる。

はじめに

変形性股関節症をはじめとした股関節疾患患者では、鼠径部や殿部などの患部周囲に加えて膝関節や下腿など患部の遠隔部に痛みを認める症例を経験することがある。このような股関節疾患患者における痛みの発生頻度について調査した先行研究を概観すると、股関節周囲の鼠径部や大転子、殿部における痛みの発生頻度が高く、加えて患部の遠隔部では膝関節前面における発生頻度が高いことが報告されている¹⁾²⁾。また、Streetら³⁾は、関節形成術が予定されている股関節疾患患者を対象に、痛みの分布領域と関節形成術後の身体機能やQOLとの関係について調査しており、術前に膝関節周囲に痛みを有する患者は股関節周囲や大腿部に痛みを有する患者と比べて、術後2年が経過しても身体機能の改善やQOLの向上が得られにくいことを報告している。つまり、股関節疾患患者における膝関節前面の痛みは関節形成術後のリハビリテーションの阻害因子になると考えられ、その発生機序を明らかにすることは重要な課題である。

一般に、患部から離れた遠隔部に発生する痛みは関連痛と言われており、その発生機序については諸説報告されている。具体的には、Ruch⁴⁾

は、複数の一次侵害受容ニューロンが脊髄後角において同一の二次侵害受容ニューロンに収束することで脳において痛みの局在が誤認されることで関連痛が発生すると仮説している。一方、Sinclairら⁵⁾は、一次侵害受容ニューロンのなかには軸索が枝分かれして異なる部位を支配しているものがあり、これを介した軸索反射により患部から離れた部位に神経性炎症が惹起されることで関連痛が発生すると仮説している。これらの仮説を参考にすると、関連痛の発生には末梢神経が関与していると考えられる。そして、前述したような股関節疾患患者の膝関節前面にみられる関連痛について、Khanら⁶⁾は、股関節疾患患者における関連痛は膝関節前面や下腿前面の皮膚を支配する伏在神経の分布領域と一致することから、大腿神経の股関節枝と伏在神経が関連痛の発生に関与する可能性があるとして述べている。しかしながら、安静時・動作時における股関節疾患患者の痛みの発生頻度について調査したSakamotoら⁷⁾の先行研究をみると、膝関節前面の痛みは、安静時よりも動作時で多くみられることが報告されており、股関節疾患患者の膝関節前面の関連痛の発生には、関節枝が関与している可能性が考えられる。

そこで、ヒトの股関節と膝関節における関節枝

の分布状況について肉眼解剖学的に調査した先行研究を概観すると、Birnbaum ら⁸⁾は股関節枝の分布状況について報告しており、股関節の前面を支配する股関節枝には大腿神経の腸腰筋枝から分岐して股関節包の前面に達する枝と腸腰筋を外側に向けて横走して股関節包の前外側に達する枝が存在するという。加えて、閉鎖神経から分岐する股関節枝には、閉鎖神経の前枝または後枝から分岐して股関節包の前内側部に達する枝があるという。一方、Hirasawa ら⁹⁾はヒトの膝関節の関節枝について報告しており、伏在神経から分岐して膝関節の内側に達する関節枝や内側広筋や外側広筋の筋枝から分岐して膝関節包に達する関節枝などがあるという。このように股関節、膝関節における関節枝の分布状況については先行研究により報告されているものの、両関節の関節枝の分布状況を同時に検索したものはなく、前述したような股関節疾患患者の膝関節前面にみられる関連痛の発生機序を明らかにするうえではこの点を解決する必要がある。

そこで、本研究では日本人遺体における大腿神経および閉鎖神経から分岐する股関節枝、膝関節枝の分布状況を検索し、関連痛の発生との関係について考察することとした。

目的と方法

対象は、平成 26 年度および 27 年度に長崎大学歯学部において人体解剖学実習に提供された日本人遺体 11 体 11 肢であり、対象の内訳は

表 1 股関節枝の分布状況

No	大腿神経		閉鎖神経	
	恥骨筋枝	腸骨筋枝	前枝	後枝
1		●	●	
2		●		
3	●	●		
4				●
5	●		●	
6	●		●	
7			●	
8		●		●
9	●			
10			●	
11	●	●	●	

番号は遺体に便宜的に付した番号を表す

男性 7 体女性 4 体であり、平均年齢は 75.2 ± 13.9 歳であった。剖出および観察については、まず、大腿三角において大腿神経と閉鎖神経を損傷しないように肉眼的に剖出し、これらから股関節包に進入する関節枝を剖出し、同定した。次に、大腿神経と閉鎖神経を構成する神経束を遠位に向かい剖出し、膝関節の関節包に進入する関節枝を同定した。なお、観察は長崎大学内の定められた解剖学実習室でのみ行い、実習室の管理者である長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻の弦本敏行教授および真鍋義孝教授の管理・指導のもと、礼意を失わないように実施した。なお、本研究における日本人遺体は、医学教育および研究を目的に使用することに対して生前に同意が得られている献体である。また、個人情報については連結可能匿名化されているが、所属施設ではその対応表を保有していない。

結果

1. 股関節枝

1) 大腿神経から分岐する股関節枝

大腿神経から分岐する股関節枝は 11 肢中 8 肢に認められ、これには恥骨筋枝から分岐する枝と腸骨筋枝から分岐する枝があり、いずれも 11 肢中 5 肢で観察された(表 1)。前者は、恥骨筋に向かう筋枝から分岐し、腸腰筋と恥骨筋の間を

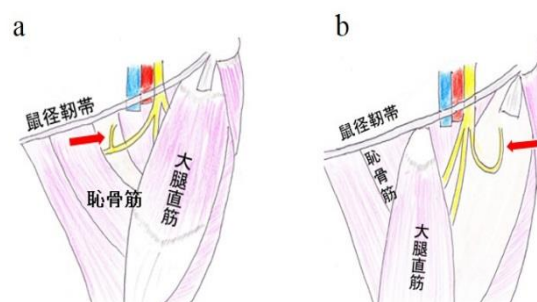


図 1 大腿神経から分岐する股関節枝

a: 恥骨筋枝から分岐する股関節枝

b: 腸骨筋枝から分岐する股関節枝

図は左大腿三角における大腿神経から分岐する股関節枝を示す。

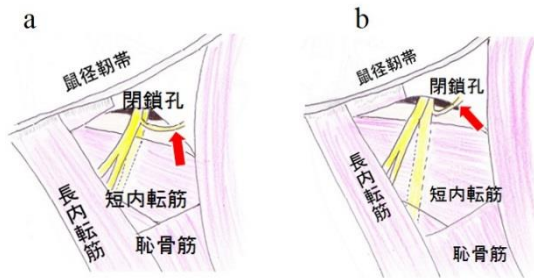


図2 閉鎖神経から分岐する股関節枝

- a: 閉鎖神経前枝から分岐する股関節枝
- b: 閉鎖神経後枝から分岐する股関節枝

図は左大腿三角における閉鎖神経から分岐する股関節枝を示す。

上行して股関節の前内側に達していた(図1-a). 一方、後者は、腸骨筋に進入する筋枝から分岐して股関節の前外側に達するものと、腸骨筋と大腿直筋の間を深層に走行し、大腿直筋の深層で股関節包の前外側に達するものがあった(図1-b).

2) 閉鎖神経から分岐する股関節枝

閉鎖神経から分岐する股関節枝は 11 肢中 7 肢に認められ、これには閉鎖神経前枝から分岐する枝と閉鎖神経後枝から分岐する枝があった(表1). 前者は、閉鎖孔から出た後、前枝の一部から分岐して股関節包の前内側に達しており、これは 11 肢中 5 肢で観察された(図 2-a). 一方、後者は、閉鎖孔から出たのち、後枝の一部から分岐して関節包の前内側に達しており、11 肢中 2 肢で観察された。(図 2-b)

2. 膝関節枝

1) 大腿神経から分岐する膝関節枝

大腿神経から分岐する膝関節枝は 11 肢中 11

表 2 膝関節枝の分布状況

No	大腿神経			
	内転筋管下行枝	内側広筋枝	膝蓋筋枝	外側広筋枝
1	●		●	
2			●	
3	●	●	●	
4		●	●	
5	●	●	●	
6			●	●
7			●	
8			●	
9		●	●	
10			●	
11	●		●	

番号は遺体に便宜的に付した番号を表す

肢に認められ、これには以下の 4 つのパターンが観察された. すなわち、1 つ目は、内転筋管内を走行する神経束から分岐して膝関節前内側に達する関節枝であり、11 肢中 4 肢で確認された(表 2). この関節枝は伏在神経とは異なる神経束に由来しており、内転筋管内を通過した神経束から分岐して、関節裂隙の高さで膝蓋靭帯の内側で膝関節包に進入していた(図 3-a). 2 つ目は、内側広筋枝から分岐する関節枝であり、11 肢中 4 肢で確認された(表 2). この関節枝は内側広筋に進入した筋枝が内側広筋内を遠位に向かい走行し、膝蓋骨の内側部で膝関節包に進入していた(図 3-b). 3 つ目は、膝関節筋枝から

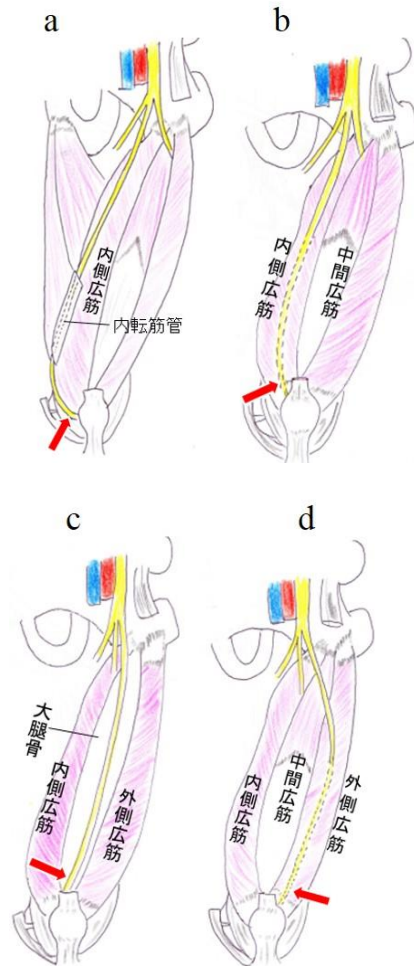


図3 大腿神経から分岐する膝関節枝

- a: 内転筋管内を通過し膝蓋靭帯の内側に達する枝
- b: 内側広筋枝から分岐して膝蓋骨内側に達する枝
- c: 膝蓋骨筋枝から分岐して膝蓋上包に達する枝
- d: 外側広筋枝から分岐して膝蓋骨外側に達する枝

分岐する膝関節枝であり、11 肢中 10 肢で確認された(表 2)。この関節枝は中間広筋の筋枝の一部が筋を貫通し、大腿骨の直上を遠位に向かう膝関節筋枝から分岐して膝蓋上包に達していた(図 3-c)。4 つ目は、外側広筋を貫通する膝関節枝であり、11 肢中 1 肢で確認された(表 2)。この関節枝は外側広筋に進入した大腿神経の筋枝が外側広筋内を遠位に向かい走行し、膝蓋骨の外側面で膝関節包に進入していた(図 3-d)。

2) 閉鎖神経から分岐する膝関節枝

今回の観察においては、閉鎖神経から分岐する膝関節枝は確認できなかった。

3. 各遺体における股関節枝と膝関節枝の分布状況

各遺体における股関節枝と膝関節枝の分布状況についてみると、今回観察した 11 肢のうち 8 肢においては大腿神経から股関節枝と膝関節枝が同時に分岐していた(表 3)。

考察

今回、日本人遺体における大腿神経および閉鎖神経から分岐する股関節枝ならびに膝関節枝の分布状況について肉眼解剖学的に検索した。

まず、股関節枝の分布状況についてみると、大腿神経から分岐する股関節枝には恥骨筋枝から分岐する枝と腸骨筋枝から分岐する枝があり、これらの出現頻度は同程度であった。また、閉鎖神経から分岐する股関節枝には閉鎖神経前枝から分岐する枝と閉鎖神経後枝から分岐する枝が認められ、前者の出現頻度は後者に比べて高

かった。そして、大腿神経と閉鎖神経から分岐する股関節枝の出現頻度は概ね同程度であった。股関節枝について肉眼解剖学的に検索した Kampa ら¹⁰⁾の報告によると、大腿神経と閉鎖神経から分岐する関節枝の出現頻度はそれぞれ 95%と 85%とされており、大腿神経は股関節の前内側と前外側に、閉鎖神経は前内側下方に分布するという。本研究においては、出現頻度はやや低いもののほぼ同様の結果が得られており、これは前述した Kampa ら¹⁰⁾の先行研究を支持するものであり、本研究における股関節枝の剖出結果は妥当なものといえる。

次に、膝関節枝の分布状況についてみると、大腿神経から分岐する膝関節枝には 4 つのパターンが認められた。すなわち、内転筋管内を走行した後に膝関節前内側に達する枝、内側広筋枝から分岐して膝蓋骨内側に達する枝、膝関節筋枝から分岐して膝蓋上包に達する枝、そして、外側広筋枝から分岐して膝蓋骨外側に達する枝である。なかでも、前者の 3 つの関節枝のパターンが多く観察され、しかも、これらは膝関節の前面および前内側に分布していた。一方、本研究では閉鎖神経から分岐する膝関節枝は認められなかった。Kennedy ら¹¹⁾は、ヒトの膝関節枝について、膝関節前面を支配する関節枝には筋枝から分岐する関節枝と直接関節包に進入する関節枝が存在するとしており、前者には大腿四頭筋の筋枝から分岐する枝があり、後者には伏在神経から分岐する枝と総腓骨神経から分岐する枝があるという。本研究において認められた内側広筋枝や膝関節筋枝、外側広筋枝から分岐する膝関節枝は Kennedy ら¹¹⁾が報告している大腿四頭筋の筋枝から分岐する関節枝に相当すると思われる。また、内転筋管内を走行し関節前内側に達する関節枝は、伏在神経から分岐する関節枝と類似した関節枝と考えられる。一方、今回、閉鎖神経から分岐する関節枝は観察できなかった。前述した Kennedy ら¹¹⁾は、閉鎖神経から分岐する膝関節枝は膝窩に進入するとしているが、Hirasawa ら⁹⁾によると閉鎖神経は膝関節内側の皮枝として分布するとしており、閉鎖神経から膝関節枝が分岐するか否かについては一定の見解が得られていない。ただ、Sakamoto ら⁷⁾は、閉鎖神経から分岐して膝関節前内側に達する関節

表 3 股関節枝と膝関節枝の分布状況

No	股関節枝		膝関節枝	
	大腿神経	閉鎖神経	大腿神経	閉鎖神経
1	●	●	●	
2	●		●	
3	●		●	
4		●	●	
5	●	●	●	
6	●		●	
7		●	●	
8	●	●	●	
9	●		●	
10		●	●	
11	●	●	●	

番号は遺体に便宜的に付した番号を表す

枝の存在を報告していることから、出現頻度は低いものの、閉鎖神経から分岐して膝関節前面に達する膝関節枝は存在すると考えられる。そして、われわれが検索し得る限りでは、膝関節枝の出現頻度について報告した先行研究はないが、前述した先行研究を参考にすると本研究における膝関節枝の剖出結果は妥当なものであるといえよう。

そして、各肢における股関節枝と膝関節枝の分布状況を同時に検討した結果、11肢のうち8肢において大腿神経から股関節枝と膝関節枝が同時に分岐しており、大腿神経は股関節と膝関節を同時に支配することが明らかとなった。一般に、大腿神経は第2～4腰神経に由来する末梢神経であり、大腿神経の線維解析を行った先行研究¹²⁾では、恥骨筋枝と内側広筋枝や伏在神経を構成する線維は第3・4腰髄に由来する可能性が示唆されている。また、ヒトの脛骨神経から分岐する関節枝に関する先行研究では¹³⁾、関節枝を構成するニューロンの約80%が一次侵害受容ニューロンであることが報告されており、大腿神経から分岐する股関節枝と膝関節枝についても一次侵害受容ニューロンの構成比率が高いと考えられる。つまり、大腿神経から分岐する股関節枝と膝関節枝を構成する一次侵害受容ニューロンのなかには同一レベルの脊髄後角に入力するものがある可能性が推察される。また、動物実験の結果ではあるが、ラットの股関節を支配する一次侵害受容ニューロンのなかには、同時に膝関節周囲の皮膚を支配するような二分軸索感覚ニューロンが存在しており、股関節を起源とした膝関節周囲の関連痛の発生に関与する可能性が指摘されている¹³⁾。これらのことから、股関節と膝関節を支配するそれぞれの一次侵害受容ニューロンが同一脊髄レベルに入力し、特定の二次

侵害受容ニューロンに収束するような場合や同一の一次侵害受容ニューロンの軸索が枝分かれして股関節と膝関節を支配するような場合には、股関節を起源とした関連痛が膝関節に前面に生じると考えられる。そして、本研究において認められた大腿神経から股関節枝と膝関節枝が同時に分岐する所見は、このような一次侵害受容ニューロンの存在を示すような肉眼解剖学的所見である可能性が考えられ、股関節疾患患者にみられる膝関節前面の関連痛の発生に関与している可能性が推察される。

まとめ

今回、日本人遺体における大腿神経および閉鎖神経から分岐する股関節枝・膝関節枝を肉眼解剖学的に剖出し、それらの分布状況について調査した。その結果、11肢中8肢では大腿神経から股関節枝および膝関節枝が同時に分岐しており、大腿神経が股関節と膝関節を同時に支配することが明らかになった。股関節疾患患者の膝関節前面の関連痛の発生にはこのような大腿神経から分岐する関節枝の肉眼解剖学的所見が関与している可能性が考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご協力いただきました長崎大学大学院医歯薬学総合研究科肉眼解剖学分野の弦本敏行教授、顎顔面解剖学分野の真鍋義孝教授、ならびに運動障害リハビリテーション学研究室の先生方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Hsieh PH, Chang Y, et al.: Pain distribution and response to total hip arthroplasty: a prospective observational study in 113 patients with end-stage hip disease. *Orthop Sci.* 2012; 17: 213-218.
- 2) Morimoto Y, Kondo Y, et al.: Investigation of Pain in Hip Disease Patients before and after Arthroplasty. *J Phys Ther Sci*, 2011; 23: 535-538.
- 3) Street J, Lenehan B, et al.: Do pain referral patterns determine patient outcome after total hip arthroplasty? *J Acta Orthop Belg.* 2005; 71: 540-547.

- 4) Ruch TC: Visceral sensation and referred pain. In: Fulton JF, editor. Howell's textbook of physiology. 15th ed, Philadelphia, WB Saunders, 1946, pp. 385-401.
- 5) Sinclair DC, Weddell G et al.: REFERRED PAIN AND ASSOCIATION PHENOMENA. Brain, 1948; 71: 184-211.
- 6) Khan AM, McLoughlin E, et al.: Hip osteoarthritis: where is the pain? Ann R Coll Surg Engl, 2004; 86: 119-121.
- 7) Sakamoto J, Yosuke M, et al.: Investigation and Macroscopic Anatomical Study of Referred Pain in Patients with Hip Disease. J Phys Ther Sci, 2014; 26: 203-208.
- 8) Birnbaum K, Prescher A, et al.: The sensory innervation of the hip joint - An anatomical study. Surg Radiol Anat, 1997; 19: 371-375.
- 9) Hirasawa Y, Okajima S, et al.: Nerve distribution to the human knee joint: anatomical and immunohistochemical study. Int Orthop, 2000; 24: 1-4.
- 10) Kampa RJ, Prasthofer A, et al.: The internervous safe zone for incision of the capsule of the hip. A cadaver study. J Bone Joint Surg Br, 2007; 89: 971-976.
- 11) Kennedy JC, Alexander IJ, et al.: Nerve supply of the human knee and its functional importance. Am J Sports Med. 1982; 10: 329-335.
- 12) Aizawa Y.: On the organization of the Plexus lumbalisI. On the recognition of the three-layered divisions and the systematic description of the branches of the human femoral nerve. Okajimas Folia Anat Jpn. 1992; 69: 35-74.
- 13) Hines AE, Birn H, et al.: Fiber type composition of articular branches of the tibial nerve at the knee joint in man. Anat Rec. 1996; 246: 573-578.

(指導教員:坂本淳哉)

関節リウマチ患者に対する生物学的製剤投与と

上肢リウマチ体操の併用について

荒木奈都子・田原由梨

要旨

本研究では、A病院リウマチ・膠原病内科受診中の関節リウマチ患者6名を対象に生物学的製剤投与中の患者に上肢のリウマチ体操を実施し、生物学的製剤投与中のリウマチ患者に対するリハビリテーションの有効性について検討した。自宅にて1か月間、1日1回リウマチ体操を行ってもらい、実施前と1か月後に圧痛・腫脹関節数、疼痛VAS、CRP、DAS28-CRP、mHAQ、上肢関節可動域、粗大筋力、リーチ動作を評価した。その結果、全症例で疼痛VAS、CRP、DAS28-CRP、粗大筋力、関節可動域が改善し、ほとんどの症例で圧痛・腫脹関節数、mHAQ、リーチ動作が改善した。また、1か月間体操が継続できた早期リウマチ症例(罹病期間4か月)と、リウマチ体操を1週間しか継続できなかったリウマチが進行した症例(罹病期間29年)を比較検討した。2症例とも生物学的製剤による炎症反応低下はみられたが、リウマチ体操を継続した早期リウマチ症例において上肢機能の改善が顕著であり、大幅なADL向上を得た。

はじめに

関節リウマチ(Rheumatoid arthritis:RA)とは多発性の関節炎、滑膜炎を主症状とする全身性の自己免疫疾患である。罹患関節では腫脹、疼痛といった炎症所見のみならず、滑膜細胞増殖や破骨細胞誘導に伴う骨・軟骨の破壊が認められ、進行した症例においては、関節の変形や機能障害によるADL制限が様々な程度で出現する。¹⁾

RAの治療には、これまで運動療法、物理療法、薬物治療を中心としたリハビリテーションが行われてきた。²⁾ RAに対する運動療法は、エビデンスに基づいてどの程度推奨されるものかを示す度合いにて、「行うよう勧められる」という推奨Bランクであり、有酸素能力や筋力を増強し、疾患活動性や疼痛に影響を与えないとされる。³⁾ またアメリカリウマチ学会のガイドラインにおいてもRAに対してリハビリテーションが推奨されている。一方薬物治療においては、生物学的製剤の登場によってRA治療のパラダイムシフトが起きた。生物学的製剤は、炎症性サイトカインを標的とした薬剤であり、疼痛緩和に加えて関節破壊を抑制する効果が高く⁴⁾、これまでの治療で十分な効果が得られなかった患者にも有効とされている。しかし生物学的製剤投与中の患者におけるリハ

ビリテーションの有効性に関する研究は少ない。そこで今回、生物学的製剤投与中の患者に上肢リウマチ体操を実施し、介入前後で圧痛、腫脹関節数、疼痛VAS、CRP、DAS28-CRP、mHAQ、関節可動域、筋力、リーチ動作を評価することにより、生物学的製剤投与中のRA患者に対するリハビリテーションの有効性について検討した。

対象と方法

1. 対象者

対象者はA病院リウマチ・膠原病内科に生物学的製剤による治療を受けるために入院したRA患者6名(女性4名:年齢60歳代3名、50歳代1名、男性2名:年齢60歳代2名)で、Steinbrokerのstage分類はI期:1例、II期:3例、IV期:2例、class分類はすべてclass2であった。圧痛関節数は 15.33 ± 7.54 (平均値 \pm S.D. 以下同じ)関節、腫脹関節数は 10.67 ± 5.93 関節、CRPは 2.81 ± 1.49 (mg/dl)、DAS28-CRPは 5.72 ± 0.94 と疾患活動性が高かった。なお、本研究は長崎大学病院臨床研究倫理委員会にて承認を得て行った。

2. 方法

生物学的製剤を投与を受ける RA 患者 6 名に上肢のリウマチ体操を実施前評価時に指導した。また次回来院する 4 週間後まで 1 日 1 回疼痛の生じない範囲で行うよう注意を行った。

リウマチ体操実施前と実施 1 か月後の両時点において圧痛関節数、腫脹関節数、CRP、疼痛 Visual analog scale (VAS)、疾患活動性として Disease Activity Score28-CRP (DAS28-CRP)、modified health assessment questionnaire (mHAQ)、握力、ピンチ力、リーチ動作、上肢関節可動域(椅子座位で他動運動)を測定した。なお握力、ピンチ力、リーチ動作、上肢関節可動域は利き手を測定した。

DAS28-CRP は圧痛関節数、腫脹関節数、疼痛 VAS、CRP の値から計算する RA の疾患活動性の指標である。算出された値が、3.2 未満は低疾患活動性、3.2~5.1 は中等度疾患活動性、5.1 以上は高疾患活動性と分類される。2.6 未満の場合は寛解状態にあると判断される。

mHAQ はリウマチ患者の身体機能評価である。水道の蛇口の開閉、着衣など日常生活動作による 8 項目から成り、ふつうの人と同じにできるが 0 点、全くできないが 3 点というように 4 段階評価を行い、合計を 8 で割って平均を算出する。値が高いほど日常生活が困難であることを示す。

リーチ動作は同側鎖骨上部、対側鎖骨上部、頸部、顎、額、頭頂部、後頭部の 7 つの部位に手を伸ばし、手指が届けば可とした。またリウマチ体操実施記録表に体操を行った日にチェックをつけてもらい、実施状況の把握も行った。

結果①(6 症例まとめ)

1. 圧痛関節数(図 1)

圧痛関節数は、介入前 15.33 ± 7.54 (平均値 \pm S.D. 以下同じ) から介入後 7 ± 4.86 となり、4 症例で減少した。

2. 腫脹関節数(図 2)

腫脹関節数は、介入前 10.67 ± 5.93 から介入後 4.67 ± 2.43 となり、5 症例で減少した。

3. CRP(mg/dl)(図 3)

CRP 値は、介入前 2.81 ± 1.49 から介入後 0.36 ± 0.63 となり、全症例で低下した。

4. 疼痛 VAS(mm)(図 4)

疼痛 VAS は、介入前 62.17 ± 21.14 から介入後 38.16 ± 16.53 となり、全症例で低下した。

5. DAS28-CRP(図 5)

DAS28-CRP は、介入前 5.72 ± 0.94 から介入後 3.71 ± 1.18 となり、全症例で低下した。

6. mHAQ(図 6)

mHAQ は、介入前 1.10 ± 0.46 から介入後 0.5 ± 0.38 となり、5 症例で低下した。

7. 握力(mmHg)(図 7)

握力は、介入前 81.17 ± 35.36 から介入後 151.67 ± 73.07 となり、全症例で向上した。

8. ピンチ力(kg)(図 8)

ピンチ力は、介入前 1.23 ± 0.51 から介入後 2.45 ± 1.30 となり、全症例で向上した。

9. リーチ動作(点)(図 9)

リーチ動作は、7 項目においてできるを 1 点、できないを 0 点として 7 点満点で結果を示す。介入前 6 ± 1.15 から介入後 6.33 ± 1.11 となり 4 症例で満点になった。

10. 関節可動域(表 10)

関節可動域は、全症例で 2 関節以上の運動に改善がみられた。

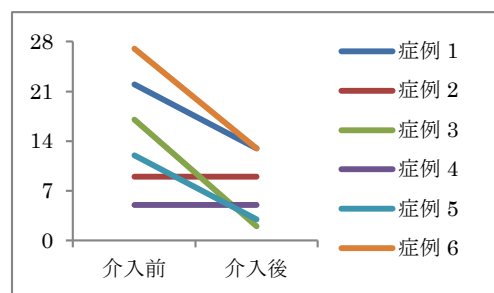


図 1 圧痛関節数

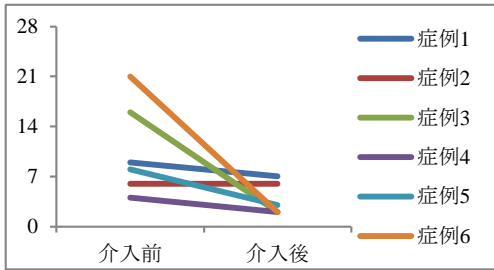


図 2 腫脹関節数

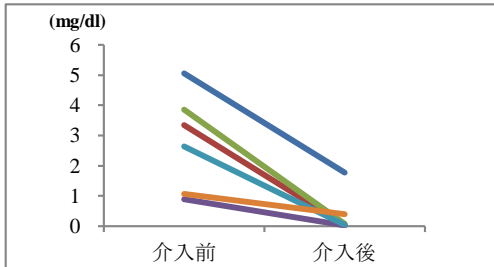


図 3 CRP

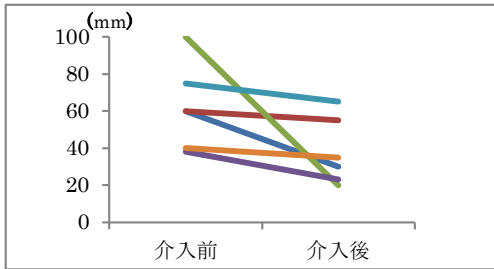


図 4 疼痛 VAS

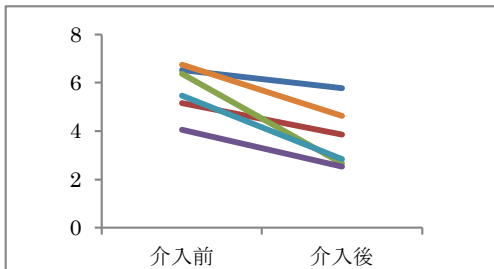


図 6 mHAQ

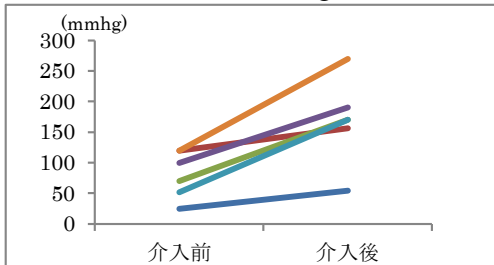


図 7 握力

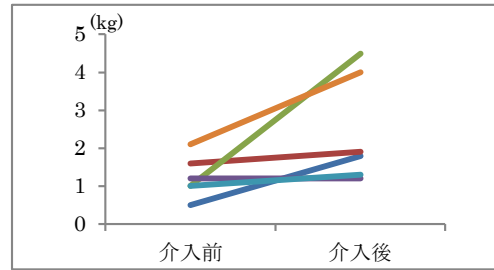


図 8 ピンチ力

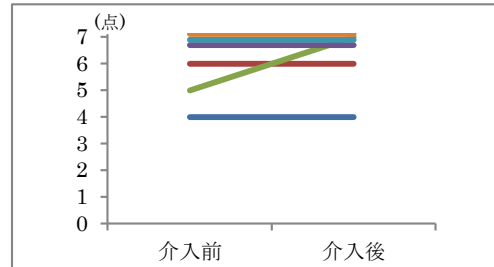


図 9 リーチ動作

表 10 関節可動域

	症例1	症例2	症例3	症例4	症例5	症例6	
肩関節	屈曲	90→110	120→140	90→140	110→125	155→160	90→90
	伸展	55→55	30→30	50→55P	70→70	20→50	30→50
肘関節	屈曲	140→140	140→140	140→150	150→145	140→150	120→140
	伸展	0→0	0→0	0→0	0→0	60→60	0→0
手関節	掌屈	40→40	40→50	50→60	35→55	55→70	40→80
	背屈	25→25	35→50	50→80	40→40	20→20	30→60
母指	屈曲 MCP	35→50	60→60	30→50	40→50	60→60	40→50
	伸展 MCP	5→15	0→0	10→35	10→10	20→20	-40→-20

結果②(症例3について)

年齢:50歳代後半女性

罹病期間:4か月

stage 分類: I, class 分類:2

生物学的製剤:エタネルセプト

1. 圧痛関節数(図1)

圧痛関節数は減少した。

2. 腫脹関節数(図2)

腫脹関節数は減少した。

3. CRP(図3)

CRPは正常値まで低下した。

4. 疼痛VAS(図4)

疼痛VASは大きく低下した。

5. DAS28-CRP(図5)

DAS28-CRPは寛解値近くまで低下した。

6. mHAQ(図6)

mHAQは低下した。

7. 握力(図7)

握力は向上した。

8. ピンチ力(図8)

ピンチ力は向上した。

9. リーチ動作(図9)

リーチ動作は後頭部, 頭頂部へのリーチ動作が可能となった。

10. 関節可動域(表10)

関節可動域は肩, 手関節の可動域改善がみられた。

※握力, ピンチ力, リーチ動作, 関節可動域は利き手の左手の結果である。

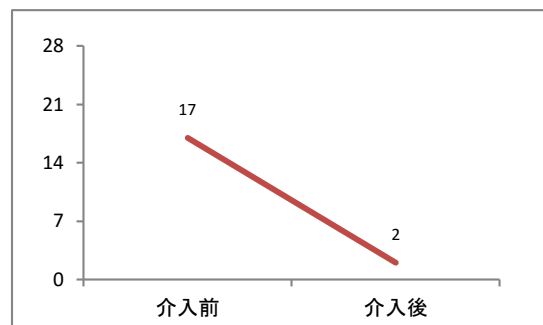


図1 圧痛関節数

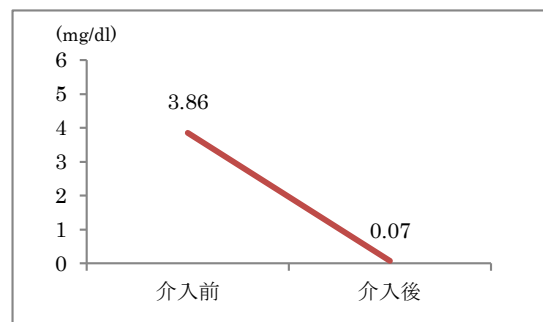


図2 腫脹関節数

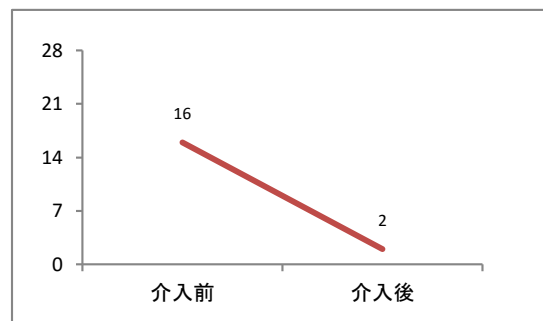


図3 CRP

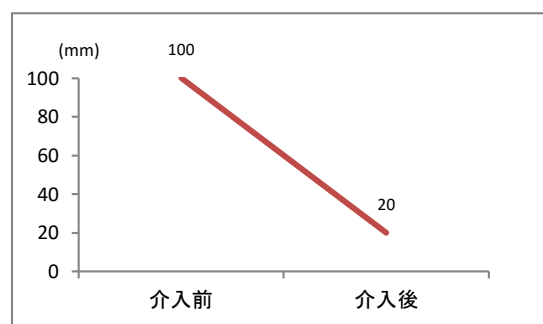


図4 疼痛 VAS

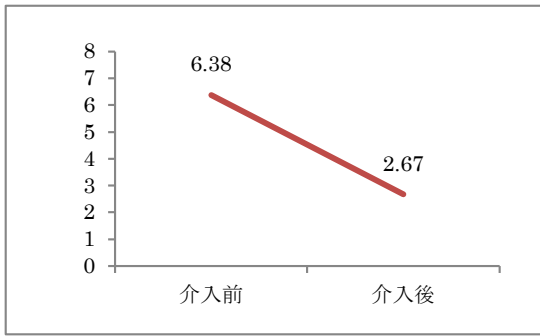


図 5 DAS28-CRP

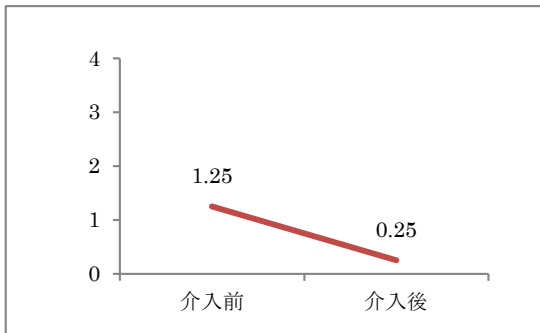


図 6 mHAQ

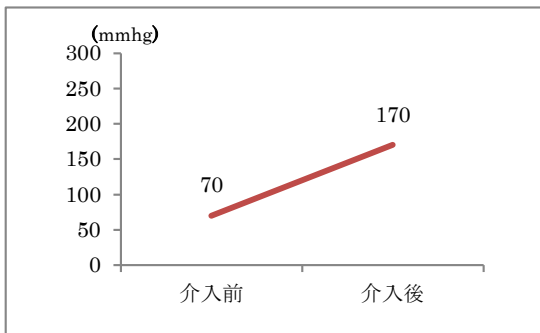


図 7 握力

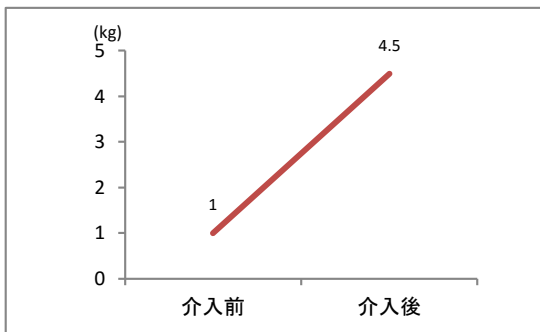


図 8 ピンチ力

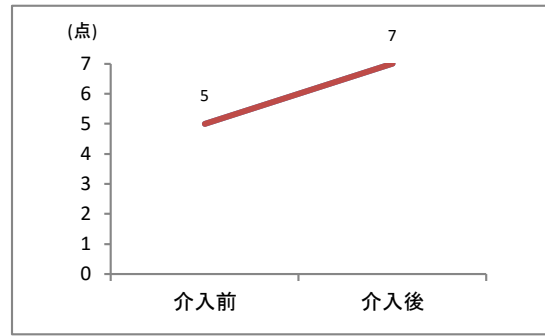


図 9 リーチ動作

表 10 関節可動域

		介入前	介入後
肩関節	屈曲	90	140
	伸展	50	55P
肘関節	屈曲	140	150
	伸展	0	0
手関節	掌屈	50	60
	背屈	50	80
母指	屈曲	30	50
	伸展	10	35

結果③ (症例 4 について)

年齢: 60 歳代後半女性

罹病期間: 29 年

stage 分類: IV, class 分類: II

生物学的製剤: トシリズマブ

1. 圧痛関節数 (図 1)

圧痛関節数は減少した。

2. 腫脹関節数 (図 2)

腫脹関節数は減少した。

3. CRP (図 3)

CRP は正常値まで低下した。

4. 疼痛 VAS (図 4)

疼痛 VAS は低下した。

5. DAS28-CRP (図 5)

DAS28-CRP は臨床的寛解値まで低下した。

6. mHAQ (図 6)

mHAQ は維持された。

7. 握力(図7)

握力は向上した.

8. ピンチ力(図8)

ピンチ力において変化はみられなかった.

9. リーチ動作(図9)

リーチ動作は介入前後とも全てのリーチ動作が可能であった.

10. 関節可動域(表10)

関節可動域は特に肩関節屈曲、手関節掌屈で可動域改善がみられた.

※握力, ピンチ力, リーチ動作, 関節可動域は利き手の右手の結果である.

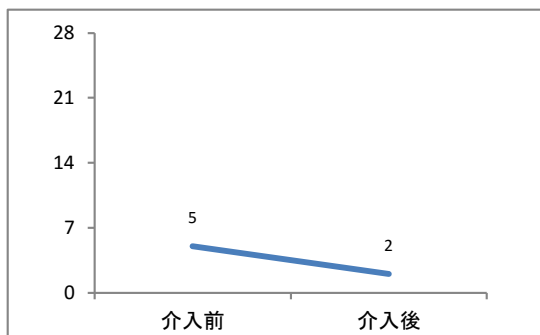


図 1 圧痛関節数

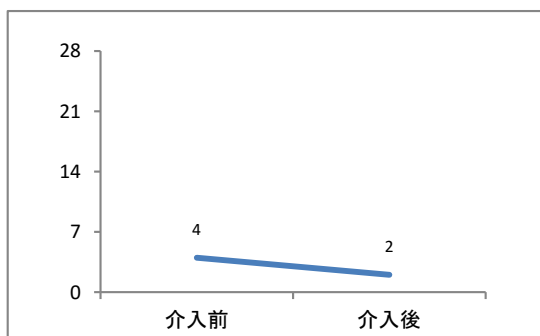


図 2 腫脹関節数

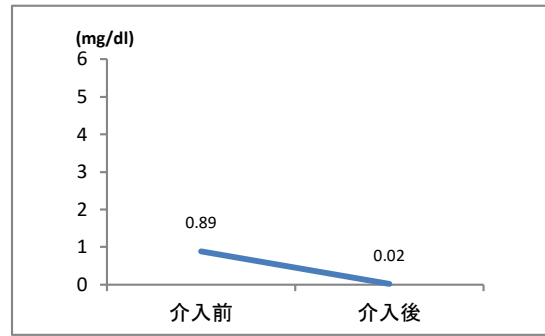


図 3 CRP

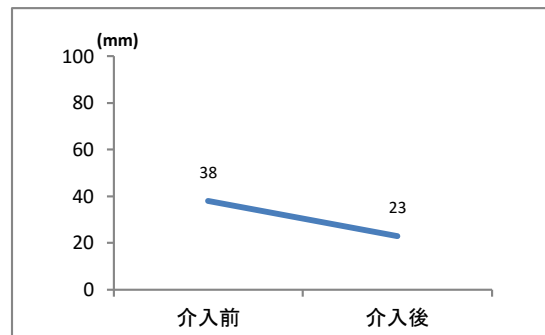


図 4 疼痛 VAS

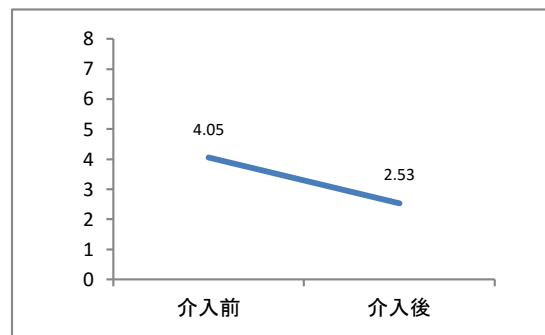


図 5 DAS28-CRP

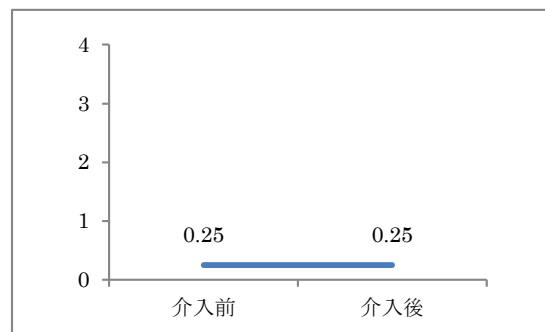


図 6 mHAQ

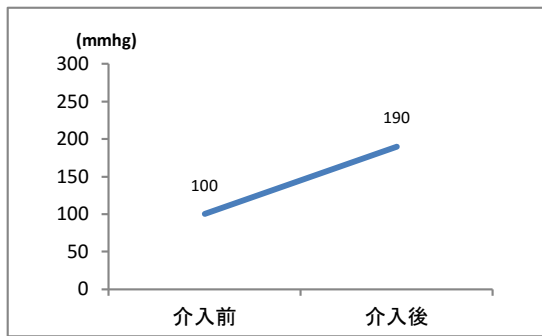


図 7 握力

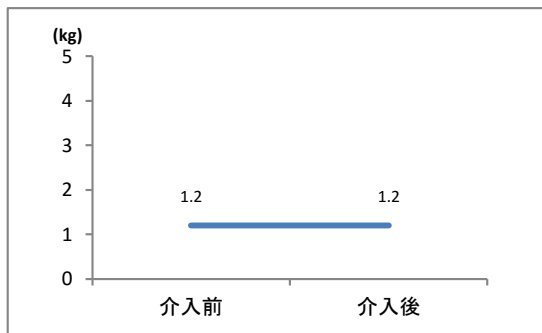


図 8 ピンチ力

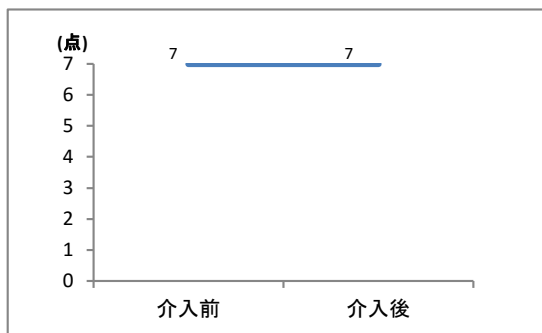


図 9 リーチ動作

表 10 関節可動域

		介入前	介入後
肩関節	屈曲	110	125
	伸展	70	70
肘関節	屈曲	150	145
	伸展	0	0
手関節	掌屈	35	55
	背屈	40	40
母指	屈曲(MCP)	40	50
	伸展(MCP)	10	10

考察

一昨年の卒業研究において、生物学的製剤が上肢機能に与える影響について検討し、生物学的製剤が RA の炎症反応低下、筋力向上、手関節掌屈の関節可動域改善をもたらすことが示唆された。⁵⁾ また彌山らは、生物学的製剤投与により、早期に炎症、関節破壊の抑制が可能であると報告している。⁴⁾ したがって生物学的製剤により炎症性サイトカインが抑制され、圧痛、腫脹関節数減少、疼痛 VAS、CRP が低下し、RA の疾患活動性が低下したと考えられる。

一方、上肢のリウマチ体操が RA 患者の上肢機能に与える影響について検討した研究においては、上肢リウマチ体操が疼痛軽減と上肢関節可動域制限改善をもたらすことが示唆された。⁶⁾ リウマチ体操はひとりでも可能で手軽な運動であり、患者にも受け入れられやすいとされている。⁷⁾ また体操は自動運動であり、患者の関節可動域を超えた運動が実施される可能性は低い。他動運動よりも過度な関節可動域運動とならず罹患関節の疼痛や腫脹を増強させる危険性が少ないため、運動強度として適切であったといえる。

以上のことから RA の炎症反応低下、疾患活動性低下は生物学的製剤による効果が大きく、関節可動域の改善は上肢のリウマチ体操によるものと考えられる。これらを併用した私達の研究では、リウマチの炎症反応低下、上肢関節可動域改善の両方が十分に得られ、結果的に大幅な ADL の改善につながったと考察した。

考察②(症例 3)

症例 3 は罹病期間 4 か月、ステージ I と骨破壊がない状態で、生物学的製剤の使用と併せてリウマチ体操を実施した。治療介入前は疼痛、腫脹により運動が制限され、筋力低下、関節可動域制限、それらによる ADL 制限が生じていた。

生物学的製剤の使用により炎症性サイトカインが抑制され、圧痛、腫脹関節数、疼痛 VAS、CRP の著しい軽減がみられた。それに加えリウマチ体操での関節運動と、その運動を最終域で保持することによる軟部組織の伸張性向上により関節可動域の改善がみられ、特に痛みにより避けがちな肩関節運動で顕著な改善が見られた。その結果リーチ動作、m-HAQ の改善もみられた。

また左右握力、ピンチ力の強化も生じ、これは疼痛が軽減されることで筋出力が発揮されやすくなったためと考えられる。また骨破壊がない早期からの治療介入により、炎症反応低下、関節可動域改善が早期に得られ、対象者のリウマチ体操への意欲向上、運動の継続が可動域改善を促進し、ADLの改善がしたと考えられる。

考察③(症例4)

症例4は罹病期間が29年と長く、ステージIVで関節変形がみられる状態で、リウマチ体操は初めの1週間しか実施できていない症例であった。介入前は疼痛、腫脹により運動が制限されること、また関節変形がみられ骨性の強直が生じているため、筋力低下、関節可動域制限、それに伴うADL制限が考えられた。

リウマチ体操は始めの1週間のみ実施し、1か月後の評価では疼痛の軽減、関節可動域改善がみられたが、症例3と比較すると程度は小さい。そして握力は向上したがピンチ力は変化がなく、結果ADL維持の状態となった。これは手指関節の変形が進行し、骨性の強直も生じているため現状以上の改善が得られなかったことが原因と考えられる。またリウマチ体操が継続できなかった原因は、関節の変形のため運動の効果少なく感じられ、介入前からADL能力が比較的高かったためリウマチ体操に必要性を感じなかったことなどが考えられる。

参考文献

- 1) 小宮浩一郎, 斉藤聖二:リウマチ性疾患の運動療法. 臨床スポーツ医学. 2006; 23: 249-255.
- 2) 佐浦 隆一 田中 一成:関節リウマチのリハビリテーションのエビデンスを求めて. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2010; 47: 310-314.
- 3) 村田紀和:リハビリテーション, 関節リウマチの診療マニュアル(改訂版)診断のマニュアルとEBMに基づく治療ガイドライン. 日本リウマチ財団, 2004, pp. 143-154.
- 4) 彌山峰史, 内田研造, 他:生物学的製剤使用下における関節リウマチ滑膜組織の組織学的, 生物学的特徴. 日関病誌. 2013; 32: 121-128.
- 5) 吉田果央里:生物学的製剤が関節リウマチ患者のQOLを改善するメカニズムの解明. 長崎大学医学部保健学科理学療法専攻. 卒業研究論文集. <http://www.am.nagasaki-u.ac.jp/physical/2013/ARGH09-10.pdf> (2015年12月27日引用)
- 6) 荒木由希子, 川上純, 他:関節リウマチ患者に対する上肢のリウマチ体操の有効性について. 日本RAのリハビリ研究会誌. 2014; 28: 60-63.
- 7) 村澤章:臨床スポーツ医学, リウマチ体操. 2006; 23: 287-290.

(指導教員:折口智樹)

結論

今回の研究では、RA患者6名を対象に、生物学的製剤とリウマチ体操を併用することによって、RAの炎症反応低下とそれに伴う疾患活動性の低下、上肢機能改善を認めた。

生物学的製剤投与中の患者にリハビリテーションを施行することの安全性も確認された、また早期の介入が有効であることが示唆された。

研究の応用

生物学的製剤投与中でもリウマチ体操程度の強度であれば症状が増悪することはなかったため、臨床において外来のRA患者に自宅での自主トレーニングとして上肢リウマチ体操を導入できると考えられる。今回の研究では実施期間が1か月と短期間であり、また患者によって体操の実施状況に差があった。臨床に応用する際は期間を定めるのではなく、体操が生活習慣に定着するよう指導する。そのためには必要に応じて、定期的に自宅に電話連絡をして実施状況や症状の増悪がないかの確認を徹底するなどの体制が必要であると考えられた。

動作時の下肢関節モーメントは表面筋電図と 関節角度変化から推定できるか。

糸川京佑・牛島 毅

動作時の「関節モーメント」を測定するためには三次元動作解析装置や床反力計といった大掛かりな設備が必要となってしまうために、臨床の現場などで測定することは困難である。そこで動作時の多関節における屈筋群と伸筋群の関節運動時の筋活動を筋電図で捉え、これに各関節の角度変化の情報を加味することで動作時の関節モーメントを推定できるのではないかという仮説を立てた。本研究ではハーフスクワットを基準動作とし、実測値の関節モーメントと筋電図情報と関節角度変化から推定式を作成し、立ち座り動作と歩行の動作において求めた推定式と実測値間で相関があるのかを検討した。求めた推定式の信頼性は高く、基準動作と立ち座り動作間では比較的高い相関が得られ、仮説を検証するための一定の成果は得られた。しかし、歩行においては相関が得られなかったため、推定式の作成方法の再検討や基準動作の再考が必要であるなどの課題も得られた。

はじめに

理学療法の臨床においては、多様な疾患で評価項目の中に「筋力」が含まれ、問題点として「筋力低下」が挙げられることが多い。

「筋力」という言葉は日常的に使用されており、臨床では徒手筋力測定法やハンドヘルドダイナモメーターを利用した個別の静的な等尺性収縮時の「筋力」が評価されている。しかし、実際の動作の中においては、本来、「筋力」とは、筋張力によって関節を回転運動させようとする力、即ち「関節モーメント」として考えていく必要がある¹⁾。しかし、現状では、日常生活に直結する動作時の「関節モーメント」を測定するためには三次元動作解析装置や床反力計といった大掛かりな設備が必要となってしまう^{2,3)}。

先行研究では、筋電図の筋張力側定において、等尺性収縮時には筋張力と筋電図の間には比例関係があることが分かっている⁴⁾。

動作時においては関節運動によって筋電図の電極と筋の間に相対的な位置のずれが生じることで、筋の発生する張力は筋の長さによって変化するなどの理由から動作時の筋張力を測定する

ことは難しい。また関節運動には複数の筋が関与しており、「関節モーメント」は運動に関係する全ての筋張力の合力として表わされる。しかし、表面筋電図では深層の筋活動を捉えることは難しく、そもそも表面筋電図自体が複数の電気信号の合成波形となるためどの筋のどの部分に起因する信号なのかを特定することには限界がある⁵⁾。これらについては、歩行時において筋電図情報を取り入れた最適化手法により推定した個別の筋張力は、実測値との妥当性があり、筋電図情報を取り込んでいない別の下肢筋についてもこの最適化手法により筋張力が推定できると一定の成果が報告されている⁶⁾。しかし、これらの研究では限られた動作でしか検証されていないこと、個別の筋を測定する為にたくさんの電極が必要であるなど、臨床の現場で測定することは困難であると考えられる。

そもそも臨床で多く用いられている徒手筋力検査法は筋力を6段階に分類する⁷⁾ということや、検査者によって少なからず測定基準に違いがあることなど曖昧な部分もあることから、動作時の関節モーメントもそれほど精度は必要ないのではないかと考えた。そこで我々は詳細に個別の筋の

活動を捉えるのではなく動作時の下肢の各関節における屈筋群と伸筋群の関節運動時の筋活動を筋電図で捉え、これに各関節の角度変化の情報を加味することで動作時の関節モーメントを推定できるのではないかという仮説を立てた。この仮説が検証されれば、臨床において筋電図情報と関節角度変化情報のみで、動作時の関節モーメントがより簡便に客観的に数値化できると考えられる。

準備・方法

1) 研究対象

成人男性(本研究グループ内1名)

2) データの収集方法・手順

〈測定機器〉

・アニマ社製三次元動作解析装置および床反力計(以下、計測 A)

三次元動作解析装置は、赤外線カメラで被験者に取り付けられた反射マーカの空間的位置を読み取り、これにより動作時の関節運動を記録・計測する。床反力計を組み合わせることで、動作時の関節モーメントを算出する。

・ロジカルプロダクト社製ワイヤレス EMG ロガーおよび9軸モーションセンサ(以下、計測 B)
筋力の活動量波形を記録すると同時に動作時の関節運動を記録する。

・メトロノーム:一定のリズムを保持するため、検査の再現性を確保する。

〈準備〉

・被験者は短パン(ハーフパンツ)を着用し、素足とする。

・被験者の両側第五中足骨頭・外果・腓骨頭・大転子・上前腸骨棘に計測 A の反射マーカを取り付ける。

・表面筋電図(計測 B)のディスポーザブル電極を以下の場所に貼付する。その際、皮膚抵抗を下げるためにスキンプュアを用い事前処理を行う。

① 下腿前面(前脛骨筋:背臥位で腓骨頭~外果の中心点。電極間距離は中心から5cmで腓骨頭側)。

② 下腿後面(下腿三頭筋:腹臥位で膝窩

と、膝窩~踵骨上縁の1/2の点)。

③ 大腿前面(大腿四頭筋:背臥位で大腿中央の膝蓋骨直上10cmの点と近位方向に電極間距離15cm)。

④ 大腿後面(ハムストリングス:腹臥位で膝窩から近位方向に10cmの点とさらに近位方向に電極間距離15cm)。

・電極パットは大(25mm)と小(20mm)サイズを用い、前脛骨筋には小を貼りつける。

・片側の足部、下腿部、大腿部、骨盤の4か所に9軸モーションセンサ(計測 B)を装着する。

・測定時のサンプリング周波数は1kHzとする。

〈測定動作〉

① ハーフスクワット

② 椅子からの立ち上がり

③ 歩行

〈方法〉

・①②③の各動作について、計測 A と計測 B を同期させて記録・計測する。

・①はメトロノームのテンポ(60BPM)を基準に3回を2セット、5回を1セット行う。1セット目は4秒で1回(2秒でしゃがんで2秒で立ち上がる)、動作間は1秒間隔をあけて行う。2セット目も同様。3セット目は1秒で1回行う。動作間は1秒間隔をあけて行う。

・足の幅は肩幅(肩の真下)でつま先は開かないようにし、上肢は胸の前に組み、体幹は垂直に保持したまま行う。

・しゃがみ込む深さは体幹を垂直に保てるどころまでとする。事前に壁に背中をつけた状態で動作の練習を行ってから測定する。

・②は椅子座位から立ち座りを3回繰り返す。上肢は胸の前に組み、下肢のみで行う。

・③は床反力計を快適速度で横断する。

3) データの分析方法

・①で得られた計測 A の関節モーメントを目的変数、計測 B の関節角度・関節角加速度と各筋群からの筋電図積分値を説明変数としてステップワイズ重回帰分析を行い、予測式を求める。求めた予測式に②立ち上がり・

③歩行時の関節角度・関節角加速度と各筋群からの筋電図積分値を代入し推定値を求める。算出された推定値と計測Aで得られた実測値を比較検討し、本法の有効性を検証する。

結果

表 1 に基準動作となるハーフスクワット時の股関節、膝関節、足関節モーメントの実測値と筋電図、関節角度、関節角加速度情報をR統計処理でステップワイズ重回帰分析を行い得られた値を

表 1 ステップワイズ重回帰分析(変数増減法)を行って得られた値。

股関節モーメント	偏回帰係数	標準誤差	t値	P値
股関節角度	0.8797039	0.01589585	55.3417	<0.001
膝関節角度	0.1305281	0.02285574	5.711	<0.001
足関節角度	-0.626327	0.03731995	16.7826	<0.001
股関節角加速度	-0.004474	0.00151355	2.956	0.00313
膝関節角加速度	-0.0052391	0.00044307	11.8246	<0.001
足関節角加速度				
下腿前面	-1.0691086	0.210712	5.0738	<0.001
下腿後面	1.9208295	0.44122357	4.3534	<0.001
大腿前面	-5.7100371	0.75996736	7.5135	<0.001
大腿後面	5.4785458	1.63901019	3.3426	<0.001
定数項	-3.1040929	0.0639904	48.5087	<0.001
膝関節モーメント	偏回帰係数	標準誤差	t値	P値
股関節角度	0.3015118	0.02107795	14.3046	<0.001
膝関節角度				
足関節角度	-0.1681604	0.05089188	3.3043	<0.001
股関節角加速度				
膝関節角加速度	-0.0068521	0.00046194	14.8333	<0.001
足関節角加速度				
下腿前面	0.8880792	0.2884677	3.0786	0.00209
下腿後面	4.8920827	0.60736018	8.0547	<0.001
大腿前面	-5.79195	1.04617731	5.5363	<0.001
大腿後面	11.3345104	2.25436121	5.0278	<0.001
定数項	5.6207967	0.08734463	64.3519	<0.001
足関節モーメント	偏回帰係数	標準誤差	t値	P値
股関節角度	-0.1712105	0.03153703	5.4289	<0.001
膝関節角度	0.328468	0.0081967	40.0732	<0.001
足関節角度				
股関節角加速度	-0.0063564	0.00307195	2.0692	0.03858
膝関節角加速度	-0.0271276	0.00089974	30.1505	<0.001
足関節角加速度				
下腿前面	-1.1896858	0.41804643	2.8458	0.00445
下腿後面	9.5155701	0.90377576	10.5287	<0.001
大腿前面	-4.7254924	1.55322342	3.0424	0.00236
大腿後面	25.7718964	3.35779137	7.6753	<0.001
定数項	16.1714459	0.12232065	132.2054	<0.001

示した。この値を、重回帰分析の一般式に実測値の関節モーメント値を目的変数、各関節の角度、角加速度、筋電図情報を説明変数として代入し、股関節モーメント、膝関節モーメント、足関節モーメントの各推定式を算出した。

重相関係数は、表 2 よりこれらの予測式の信頼性は高い。

表 2 各推定式の重相関係数。

	重相関係数
股関節モーメント	0.73481
膝関節モーメント	0.98465
足関節モーメント	0.89332

しかし、関節モーメントを測定する上では必要条件と思われる足関節角度の要素が足関節モーメントの推定式には組み込まれていなかったことや、足関節角加速度すべての推定式に組み込まれていなかった。

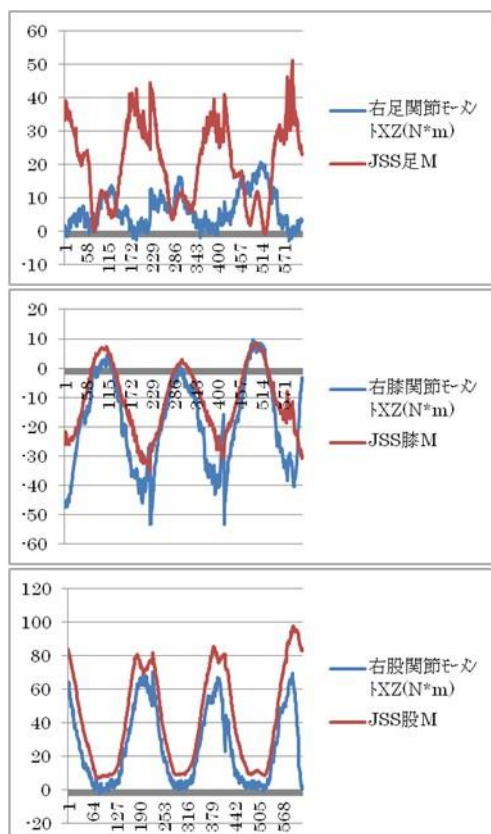


図 1-A 関節モーメント実測値と推定に式より得られた値。(立ち座り)

JSS: 推定式より得られた値

図 1 (A,B,C)には、立ち座り動作時、歩行時の三次元動作解析装置から得られた実測値の各関節モーメントと推定値から得られた関節モーメントを示し、さらにこれらの相関関係を表した散布図を図 2 (A,B,C)に示した。

立ち座りとの相関は足関節モーメントにおいては見られなかったが、股関節、膝関節モーメントにおいては相関が認められた。歩行時の実測値と推定式の相関関係はあまりにも低かった。しかし、散布図の成分に特徴が見られていたこと、今回の基準動作となるハーフスクワットは閉鎖性運動連鎖であったということを踏まえ、歩行の立脚期のみを抽出し、推定式と相関関係を比較した。(図 1,2-C)

歩行時の右立脚期においては、股関節モーメントのみ高い相関が見られた。

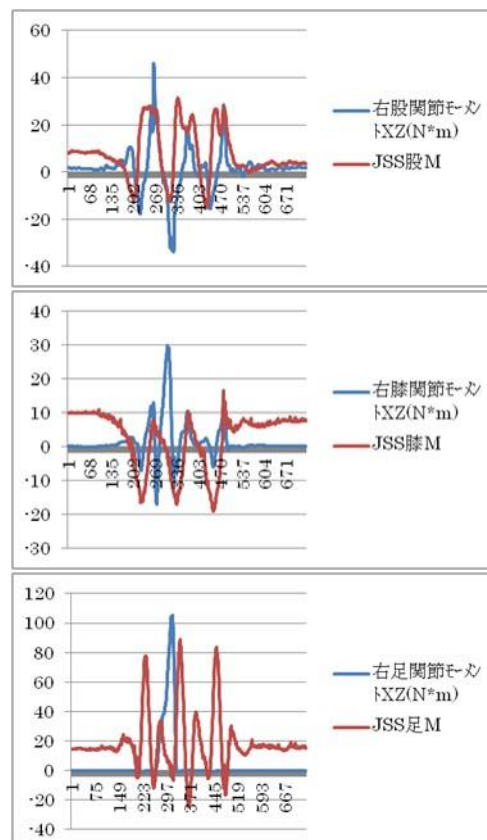


図 1-B 関節モーメント実測値と推定に式より得られた値。(歩行)

JSS: 推定式より得られた値

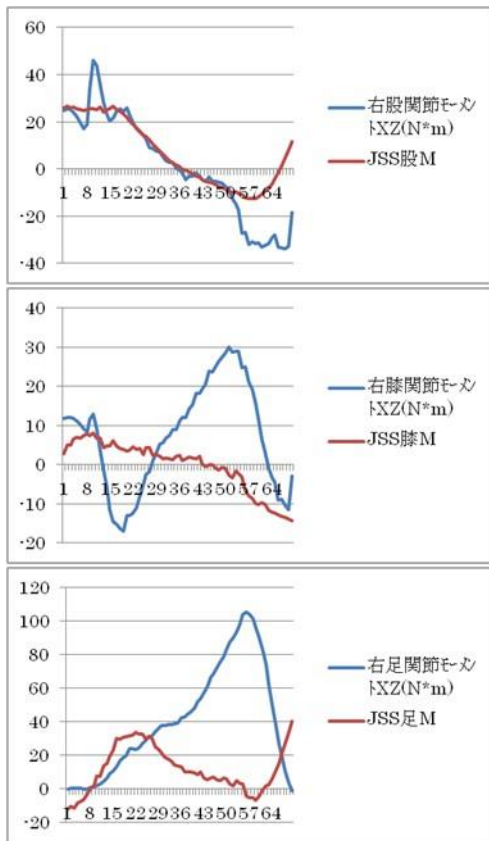


図 1-C 関節モーメント実測値と推定に式より得られた値.(歩行右立脚期)

JSS: 推定式より得られた値

考察

本研究において、基準動作であるハーフスクワットを基に立てた推定式は立ち座りとの相関は認められたが、歩行動作とは相関が見られなかった。歩行動作には基準動作と違い開放性運動連鎖の要素も加わることが推定式から高い相関が得られなかった原因ではないかと考えた。そこで、歩行動作から立脚期のみを取り出して相関関係を見てみたところ、股関節モーメントにおいては高い相関が見られた。しかし、膝関節、足関節においては相関係数が低くほぼ 0 に近い値だった。この原因を探るために、説明変数である各関節角度や関節角加速度、筋電図情報にばらつきがないかを検証してみた。

基準動作であるハーフスクワット時の関節角度の分布と、測定動作である立ち座り、歩行時の関節角度、関節角加速度、筋電図の分布には違い

があり、基準動作が、各動作の関節角度や関節角加速度の分布を網羅する必要があるのではないだろうかと考えられた。

また、今回はステップワイズ重回帰分析を利用して関節モーメントの推定式を予測したが、その方法にも検討の余地があると考えられる。今回は、関節角度や関節角加速度、そして筋電図から得られた筋張力を説明変数として利用した。しかし、実際に関節モーメントを求める際は、筋張力の垂直成分や、支点から作用点の距離などの情報も必要であるのでそのような情報を含むような推定式にしていく必要があるかもしれない。

さらに、今回は被験者が 1 人だったということもあり、今後はより被験者を増やして検討していく必要があるだろう。

パイロットスタディーとしての本研究によって、基準動作から得られた推定式の信頼性が高かったこと、基準動作と同じような立ち座り動作では比

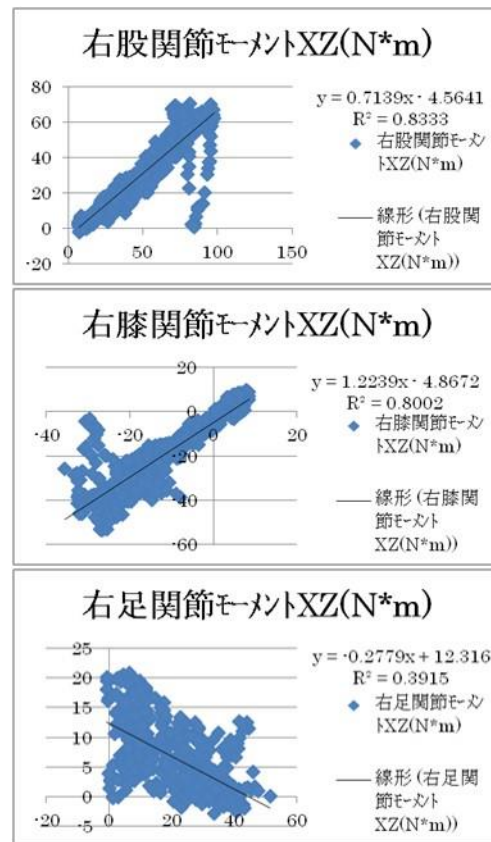


図 2-A 関節モーメント実測値と推定式により得られた値の散布図.(立ち座り)

JSS: 推定式より得られた値

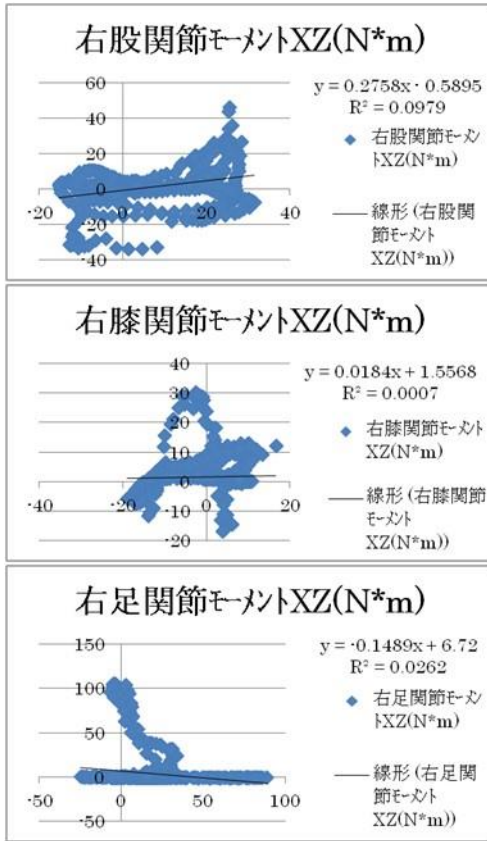


図 2-B 関節モーメント実測値と推定式により得られた値.(歩行)

JSS: 推定式より得られた値

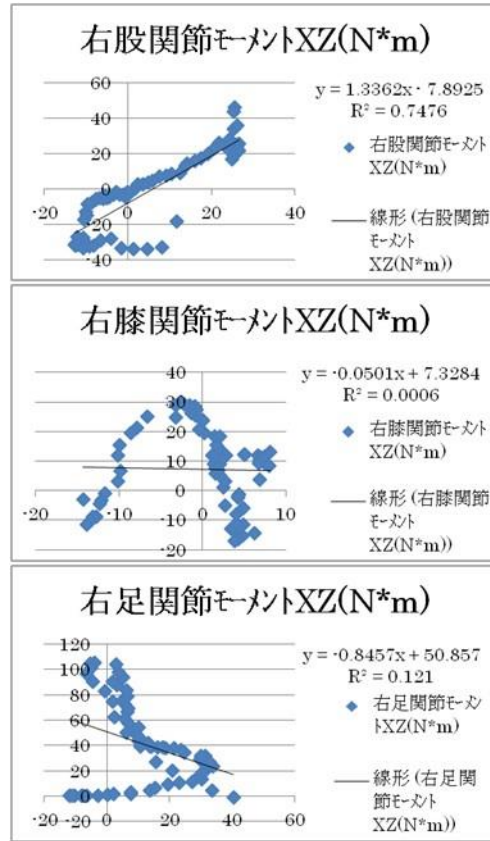


図 2-C 関節モーメント実測値と推定式により得られた値.(歩行右立脚期)

JSS: 推定式より得られた値

較的高い相関が得られたものもあったことは、これまでの先行研究では報告がなく筋電図と関節角度変化から関節モーメントを推定できる可能性が示唆された。近年、筋電図測定機器の小型化や高性能化などのハード面の進歩がこのような研究を可能にした一因であると考えられ、今後のさらなる検討により、臨床での応用を目指す。

まとめ

本研究では、ハーフスクワットを基準動作に筋電図情報と関節角度変化から下肢関節モーメントの推定式を作成し、その推定式が立ち座り動作、歩行動作にも適用できるのかという検証を行っ

結果として、立ち座り動作においては比較的高い相関が得られ、パイロットスタディーとしての一定の成果は得られたものと考えられた。しかし、歩行動作においては相関を得ることはできず、推定式の作成方法や基準動作の見直しといった課題も浮き彫りになった。

謝辞

本研究を進めるに当たりご指導ご尽力を賜りました、鶴崎俊哉准教授、髻谷研究員並びに研究にご協力いただいた長崎大学生の方々に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 細田多恵:小児理学療法学テキスト(改訂第二版). 南江堂, 東京, 2014, pp. 118
- 2) 橋本直樹, 大森弘則, 他:SIMM GAIT による歩行時の筋力変化の推定. リハビリテーション医学. 1999; 36: 754-754.
- 3) 佐藤春彦, Paul D. ANDREW:ビデオ画像による歩行時下肢関節モーメントの推定. 日本臨床バイオメカニクス学会誌. 1999; 20: 337-340.
- 4) 鈴木大雅, 澁谷健一郎,他:筋張力が表面筋電図に及ぼす影響. リハビリテーション医学. 2000; 37: 690-690.
- 5) 米国保健福祉省公衆衛生局疾病予防センター国立産業安全保健研究所:表面筋電図の人間工学応用(初版). (財)労働科学研究所出版部, 神奈川, 2004, pp. 24-25
- 6) 田中悠也, 江原義弘, 他:筋電図情報を取り入れた最適化手法により推定した歩行時の筋張力の妥当性. 人間工学. 2010; 46: 215-221.
- 7) Helen J. Hislop, Jacqueline Montgomery:新・徒手筋力検査法(原著第8版). 協同医書出版社, 東京, 2013, pp. 2

(指導教員:鶴崎俊哉)

運動サークルに参加している地域在住高齢女性の 運動機能及び認知機能について ～参加年数による比較～

奥園優介

要旨

近年の高齢化に伴い、住民主体の運動を柱とした地域コミュニティの活性化への期待は大きい。これまで、運動サークルの効果を縦断的、横断的に報告したものは少ない。そこで本研究では、スクエアステップエクササイズ(SSE)サークルに参加する地域在住高齢女性を対象に、サークルの参加年数ごとに運動機能および認知機能への効果に違いがあるのかどうかを横断的に比較した。認知機能検査においては、サークルへの参加年数ごとの差は見られなかった。一方、運動機能においては、体力測定の測定項目ごとでは有意な差は見られなかったが、総合評価である体力年齢について、参加年数1年未満群より、5年以上群の方が、有意な若返りが見られ、参加年数が長い方が、運動機能が高くなる可能性が示唆された。このことから、運動サークルへの長期的な参加が地域在住高齢者の運動機能に好影響を与えると考えられる。

緒言

近年、我が国の高齢化とその進行スピードは世界でも例のない状況にあり¹⁾、それに伴い医療費や介護給付費、社会保障負担費の増大が問題となってきた。平成25年度末現在で要介護(要支援)認定者数は過去最高の584万人となっており²⁾、これからも増え続けることが予想される。これに対し、厚生労働省は健康寿命の延伸を目的とした介護予防に力を入れていくことを健康日本21³⁾により示している。また、団塊の世代が75歳以上となる2025年を目途に、重度な介護状態となっても住み慣れた地域で自分らしい暮らしを人生の最後まで続けることができるよう、医療・介護・予防・住まい・生活支援が一体的に提供される地域包括ケアシステムの構築を推進している。

また、厚生労働省は住民が主体的に運動を実践する通いの場などを充実させていくことをこれからの介護予防の方針として挙げている⁴⁾。住民が主体となって行うサークル活動や集いの場で

あるサロンに運動を取り入れることは、介護予防を意図した地域コミュニティを構築するうえで重要であると考えられる。このような背景から、中垣内らは、10年前よりスクエアステップエクササイズ(Square-Stepping-Exercise:SSE)を月2回以上、自分たちで実践するSSEサークルの立ち上げを行ってきた⁵⁾。これまでの運動サークルに関する研究の現状として、アンケートなどによる満足度や自覚的身体機能を調査した報告⁶⁾⁷⁾は数多く見られるが、実際に運動機能や認知機能を計測し、横断的、及び縦断的に研究した報告は少ない⁸⁾。

そこで本研究では、SSEサークルに参加する地域在住高齢女性を対象に、サークルの参加年数ごとに運動機能および認知機能への効果に違いがあるのかどうかを横断的に比較することを目的とした。

対象と方法

1. 対象者

本研究の対象者は長崎県諫早市に在住し、自立した生活を送る高齢女性で、2014年度に地域でのSSEサークルに継続的に参加している者である。参加年数に応じて、1年未満群(15名:80.0±3.0歳)、1~2年群(18名:78.1±2.5歳)、3~4年群(20名:79.4±3.0歳)、5年以上群(57名:80.5±3.8歳)に分けた。

2. SSEサークルについて

本研究におけるSSEサークルとは、住民が主体となって自主的に運営し、SSEを実践している団体のことである。具体的には介護予防を目的として、月に2回以上、1回あたり90分程度、SSEによる体力づくりや仲間づくりが主な活動である。自治公民館において、長崎県諫早市では、約40のSSEサークルが活動している。

3. SSEについて

SSEは、横幅100cm、奥行き250cmの面を25cm四方のマスマ目で区切ったマット上を前進、後退、左右、ななめ方向へ連続移動する全身運動である。SSEサークルではマニュアルに提示してあるパターンを見ながら、参加者全員でステップを実践している。提示している数多くのパターンはどのサークルにも同じものを配布し、それぞれのサークルでパターンを自由に選んで実践している。

4. 体力測定

運動機能の評価として、体力測定を実施した。測定項目として、①握力(kg)、②開眼片足立ち(s)、③30秒椅子座り立ち(回/30s)、④8の字歩行(s)、⑤豆運び(回/30s)の計5項目を選択した。また、体力年齢の算出には中垣内ら⁹⁾が作成した体力年齢推定式を用いた。

$$\begin{aligned} \text{体力年齢} = & -8.110 \times (\text{握力}) \\ & -0.198 \times (\text{開眼片脚立ち}) \\ & -0.879 \times (30 \text{ 秒椅子座り立ち}) \\ & +0.463 \times (8 \text{ の字歩行}) \\ & +0.463 \times (\text{豆運び}) \\ & -0.08 \times (\text{暦年齢}) + 9.78 \end{aligned}$$

5. 認知機能検査

矢富ら¹⁰⁾によって開発された集団認知検査ファイブ・コグ(以下、ファイブ・コグ)を用いた。本検査は、記憶、注意、言語、視空間認知、思考の5つの認知機能領域を検査し、加齢関連認知的低下(aging-associated cognitive decline: AACD)や軽度認知障害(mild cognitive impairment: MCI)をスクリーニングするものである。

本検査では、音声と映像に従って、5つの認知機能(①注意:文字位置照合、②記憶:手がかかり再生、③視空間認知:時計描画、④言語:言語流暢性、⑤施行:類似課題)に関する問題が課せられる。検査全体に要する時間は、説明および練習時間を含め約45分間であった。

6. 安全面への配慮

体力測定時には安全性に十分考慮し、運動指導士が検査にあたるとともに検査前後で看護師による血圧測定および体調チェックを行った。

7. 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。参加年数ごとの体力測定項目及び認知機能検査項目の平均値の差の比較には、一元配置の分散分析を用い、分散分析において有意な差が認められた場合にはTukeyの多重比較検定を施した。なお、統計解析にはすべてSPSS Statistics 21を用い、統計的有意水準は5%未満に設定した。

結果

1. 体力測定結果

表1にSSEサークルへの参加年数ごとの体力測定の結果を示した。各測定項目に有意な差は見られなかった。一方、「体力年齢と暦年齢との差」には有意な差が見られた。多重比較検定の結果、1年未満群と5年以上群との間で有意な差が認められた(図1)。

表1 SSE 参加年数による体力測定の結果

項目	1年未満 (n = 15)	1~2年 (n = 18)	3~4年 (n = 20)	5年以上 (n = 57)
握力 (kg)	20.6 ± 3.6	23.6 ± 3.8	22.6 ± 4.2	21.7 ± 3.1
開眼片足立ち(s)	12.0 ± 10.1	20.5 ± 15.3	19.9 ± 18.1	20.7 ± 19.1
30秒椅子座り立ち(回/30s)	14.6 ± 1.6	16.3 ± 2.6	16.4 ± 2.2	16.2 ± 2.5
8の字歩行(s)	25.7 ± 3.2	24.5 ± 4.7	24.3 ± 4.1	23.8 ± 4.2
豆運び(個/30s)	7.3 ± 3.1	8.2 ± 2.5	8.2 ± 2.6	8.2 ± 3.3

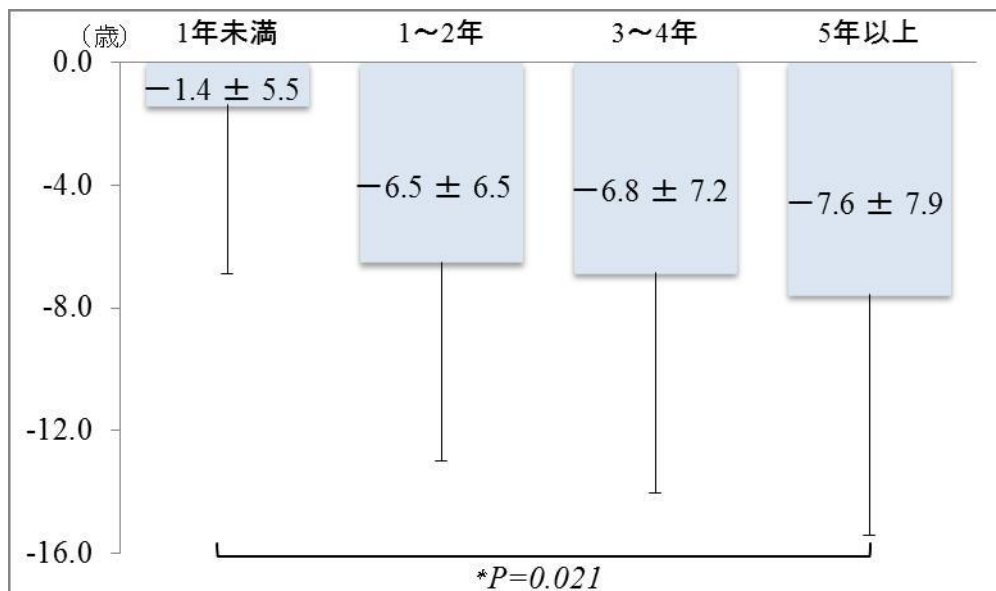


図1 SSE 参加年数による「体力年齢 - 歴年齢」の比較

2. 認知機能検査結果

表2にSSEサークル参加年数ごとの認知機能検査ファイブ・コグの結果を示した。認知機能においては各項目において有意な差は見られなかった。

表2 SSE 参加年数ごとのファイブ・コグ結果

項目	1年未満 (n = 15)	1~2年 (n = 18)	3~4年 (n = 20)	5年以上 (n = 57)
文字位置照合課題(注意)	17.5 ± 7.4	18.7 ± 8.5	18.4 ± 6.1	19.0 ± 4.8
手がかり再生課題(記憶)	12.3 ± 5.1	12.4 ± 6.0	12.3 ± 4.1	12.1 ± 5.0
時計描画課題(視空間認知)	6.6 ± 0.7	6.7 ± 0.6	6.6 ± 1.2	6.3 ± 0.9
動物名想起課題(言語流暢性)	12.9 ± 3.8	14.7 ± 3.0	13.1 ± 3.3	12.1 ± 4.7
類似課題(思考)	7.2 ± 3.7	8.4 ± 4.0	9.1 ± 3.5	9.1 ± 3.5

考察

1) 運動機能について

体力測定の結果について、SSE を短期間で実践し、その前後で比較した先行研究¹¹⁾では、「8の字歩行」や「30秒椅子座り立ち」などの移動能力や下肢の筋力に関する項目において、有意な改善が見られている。しかし、本研究では体力測定の各項目において参加年数間での有意な差は見られなかった。一方、体力測定の総合評価である「体力年齢と暦年齢との差」において、参加年数1年未満群と5年以上群との間で有意な差が認められ、参加年数が長いと、運動機能が高く維持される可能性が示唆された。

参加年数によって運動機能に差が生じる要因として、参加年数が長い人は、自身の運動や健康に対する意識(主観的健康感)が高いことが考えられる。守屋ら¹²⁾や中村ら¹³⁾は、習慣的な運動やサークル活動が主観的健康感を向上させると報告している。また、主観的健康感と運動頻度との関連性について、宮嶋¹⁴⁾らや古谷野ら¹⁵⁾は主観的健康感が高い人は運動の実践頻度が多い傾向にあると報告している。さらに、運動の実践頻度が多いほど体力水準が高いという文部科学省の報告¹⁶⁾や、運動実践頻度の違いで12ヶ月後の最大歩行速度に有意な差が見られたという田口ら¹⁷⁾の報告から、運動頻度と運動機能には正の相関関係があると考えられる。推測の域を出ないが、サークルの参加年数が長い人は、主観的健康感が高く、SSEサークル以外での運動実践頻度も多いことが、運動機能に好影響を及ぼした可能性があると考えられる。しかし、本研究では、主観的健康感やSSEサークル以外での運動頻度に至るまで詳しく調査できていない。今後、アンケートによる主観的健康感や運動頻度の調査も体力測定と併せて行っていきたい。

「体力年齢と暦年齢の差」について、平均値で見ると、全群で体力年齢の若返り傾向(体力年齢と暦年齢の差が負の値)が見られ、SSEサークルへの参加が運動機能を高める可能性は否めず、今後さらなる検討を進めたい。また、グラフにより平均値からは、1年未満群に比べ1~2年、3~4年、5年以上群では、体力年齢が若く見えるが、統計的に有意だったのは5年群のみであった。5

年群以外はサンプル数が少なかったことも影響している可能性が考えられるため、今後、さらにデータを増やして検討したい。

2) 認知機能について

SSE を短期間実施した先行研究¹⁰⁾では、記憶の指標となる手がかり再生課題において、有意な改善が見られたことを報告している。また、アルツハイマーに関する研究において、長期間の定期的な運動が認知症全体とアルツハイマーの発症リスクを3割減少させることが報告されている¹⁸⁾。これらの研究から、SSEサークルに長期間参加する事により、認知機能低下の抑制が期待される。しかし、本研究においては、ファイブ・コグ検査の各項目において、有意な差は見られず、参加年数による大きな変化は見られなかった。参加年数間で有意な差が見られなかった要因として、上記のアルツハイマーの研究が週3回の運動による報告であるのに対し、本研究では月に2回程度の低頻度の運動であり、認知機能に対しての効果を十分に得られなかったことが考えられる。松林ら¹⁹⁾は6ヵ月間、月2回の運動教室で認知機能に有意な変化は見られなかったが、運動機能において有意な向上が見られたことを報告しており、本研究結果と同様であった。認知機能においては遺伝や疾病などの個人的要因が大きく、月2回程度のサークル参加の影響は小さいと考えられる。また、今回用いたファイブ・コグ検査は認知の低下をスクリーニングするもので、HDS-Rのように個人を詳細に検査できるものではなかった。今後、個々を詳細に検査できる評価法も取り入れて検討していきたい。

結語

本研究では、SSEサークルに参加する地域在住高齢女性を対象に、サークルの参加年数ごとに運動機能および認知機能への効果に違いがあるかどうかを横断的に比較した。認知機能については、運動の頻度が低頻度であったことや個人的要因が大きく影響したことが考えられ、サークルへの参加年数ごとでの差は見られなかった。一方、運動機能において、体力測定の各項目ではサークルへの参加年数ごとでの差は見ら

れなかったが、体力測定の実験結果である「体力年齢と暦年齢との差」において、参加年数1年未満群と5年以上群との間で有意な若返りが見られ、参加年数が長いと、運動機能が高く維持される可能性が示唆された。要因としては、サークルの参加年数が長い人は、主観的健康感が高く、SSEサークル以外での運動実践頻度も多いことが、運動機能に好影響を及ぼしたと考えられる。また、「体力年齢と暦年齢の差」の平均値で見ると、全群で体力年齢の若返り傾向が見られ、SSE

サークルへの参加が運動機能を高める可能性が示唆された。以上のことから、SSEサークルへの長期的な参加が地域在住高齢者の運動機能に好影響を与えると考えられる。

謝辞

本研究を実施するに際して、ご協力頂きました対象者の方々、ならびに中垣内研究室の皆様へ深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府ホームページ:平成27年度版高齢者白書
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/gaiyou/27pdf_indexg.html(2015年12月28日引用)
- 2) 厚生労働省ホームページ:平成25年度 介護保険事業状況報告
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/13/index.html>(2015年12月28日引用)
- 3) 第2次健康日本21:健康寿命を延ばし超高齢化社会に対策
<http://www.seikatsusyukanbyo.com/calendar/2012/002101.php>(2015年12月28日引用)
- 4) 厚生労働省ホームページ:これからの介護予防
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/yobou/index.html
(2015年12月28日引用)
- 5) 中垣内真樹:地域運動サポーターによる高齢者若返り体操教室の効果～高齢化社会に立ち向かう“運動による地域健康づくり”の新たな取り組み～.日本体育学会大会予稿集.2006;57:12.
- 6) 後藤友美,牛凱軍,永富良一:地域在住高齢者が運営する運動グループへの参加が自覚的身体機能に及ぼす効果の検証.日本老年医学会雑誌.2010;47:6:601-610.
- 7) 宍戸由美子,井手玲子,他:運動指導教室参加者の運動習慣・医療費などの変化に関する研究—国民健康保険加入者を中心に—日本公衆衛生雑誌.2003;50:7:571-582.
- 8) 齋藤 陽:スクエアステップによる長期間の運動実践が地域在住高齢者に及ぼす影響
長崎大学医学部保健学科ホームページ 理学療法学専攻卒業研究論文集.
<http://www.am.nagasaki-u.ac.jp/physical/2013/ARGH09-05.pdf> (2015年12月22日引用)
- 9) 中垣内真樹,吉田大輔,他:要介護予防事業で利用できる高齢者の体力年齢推定式の作成の試み.長崎大学教育機能開発センター紀要.2010;1:17-23.
- 10) 矢富直美:集団認知検査ファイブ・コグ.老年精神医学雑誌.2010;21(2):215-220.
- 11) 谷崎真二,濱原健太郎:地域在住高齢女性に対するスクエアステップエクササイズの効果
身体機能,認知機能,健康感に及ぼす影響—長崎大学医学部保健学科ホームページ
理学療法学専攻卒業研究論文集 <http://www.am.nagasaki-u.ac.jp/physical/2012/ARGH08-08.pdf>
(2015年12月21日引用)
- 12) 健康づくり活動に参加している人々の健康観に関する実態調査(2)—運動の継続と健康習慣,健康状態,健康保持能力—.掛川市健康調査報告書.
<http://ir.twmu.ac.jp/dspace/bitstream/10470/10647/1/daikake19002.pdf>(2015年12月28日引用)
- 13) 中村好一,金子勇,他:在宅高齢者の主観的健康感と関連する因子.日本公衆衛生雑誌.2002;49(5):409-416.

- 14) 宮嶋郁恵:運動・スポーツサークル所属者の活動実態と健康意識について : 高齢者の場合. 福岡女子短大紀要 1992;43:73-87.
- 15) 古谷野亘, 上野正子, 今枝真理子:健康意識・健康行動をもたらす潜在因子. 日本公衆衛生雑誌. 2006 ;53(11):842-850.
- 16) 文部科学省ホームページ:平成 25 年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1352496.html
(2015 年 12 月 28 日引用)
- 17) 田口孝行, 柳澤健:運動頻度の相違が高齢女性の運動機能と日常生活自己効力感に及ぼす継続的効果. 日本保健科学学会誌. 2008;11(2):62-70.
- 18) Eric B. Larson:Exercise Is Associated with Reduced Risk for Incident Dementia among Persons 65 Years of Age and Older. *Annals of Internal Medicine*. 2006;144(2):73-81.
- 19) 松林義人, 小川洋介他:低頻度短期間の運動機能向上プログラムが認知機能と運動機能の改善に及ぼす影響について. 新潟リハビリテーション大学紀要. 2012;1(1),:37-44.

(指導教員:中垣内真樹)

虚弱高齢者における疼痛の多面性が 身体機能や日常生活活動に及ぼす影響について

高尾恒嗣

要旨

高齢者にとって疼痛は大きな問題であり、過去の研究では身体機能や日常生活活動への影響が報告されている。昨年度の卒業研究において一次予防事業に参加している高齢者を対象に疼痛の数や程度といった多面性に着目して調査を行った結果、ADL 低下および活動範囲に影響することが明らかになった。今回は二次予防事業に参加している地域在住高齢者 41 名を対象に、疼痛の有無や部位数、程度といった多面性を評価し、身体機能・日常生活活動について比較・検討した。疼痛の有無、程度別で、PDAS、PCS に有意差を認めた。部位数別で PDAS、TUG に有意差を認めた。さらに、PCS で比較したところ、GDS-15 に有意差を認めた。これらの結果より、高齢者の疼痛において多面性の評価が必要であり、アプローチについては身体機能や ADL のみならず、心理的介入も重要であろう。

はじめに

過去の研究で、施設入居を除いた 65 歳以上の地域在住高齢者 461 名を対象に行った調査では、高齢者の 67.4%は何らかの痛みを有していると報告されている¹⁾。

また、平成 25 年の国民生活基礎調査によると、65 歳以上の高齢者が全ての身体症状のうち最も気になる症状は男女ともに「腰痛」であり、次いで「手足の関節が痛む」となっており²⁾、疼痛は高齢者にとって大きな影響を与えていると考えられる。

昨年度の卒業研究において疼痛の多面性に着目し、一次予防事業に参加している地域在住高齢者を対象に調査を行った結果、疼痛の部位数、程度が IADL の低下、活動範囲・頻度の低下に影響することが示された³⁾。しかし、対象者の多くは身体機能が維持されている高齢者であり、対象集団の拡大が課題として残った。

そこで、本研究では体力低下が疑われる二次予防事業に参加している地域在住高齢者を対象に疼痛の多面性を踏まえて、身体機能や日常

生活活動に疼痛が及ぼす影響を検討したので報告する。

対象

対象は、長崎市の二次予防事業に参加している 65 歳以上の高齢者 41 名(男性 11 名、女性 30 名)、平均年齢は 81.7 ± 6.1 歳であった。調査内容を説明し、本人署名による同意のもと行った。

方法

(1) 基本属性

基本属性は、年齢、性別、家族構成、疾病を調査した。

(2) 疼痛評価

疼痛評価は、現在の疼痛の有無、部位と程度、持続期間を調査した。

疼痛の有無は、「現在、身体に痛むところがありますか」という質問に対して「はい」「いいえ」で回答してもらい、疼痛部位は身体図に丸で示し

てもらった。なお、部位数は身体図の丸の数とし、同じ部位でも左右あるものは2つとした。

疼痛の程度は、Numerical Rating Scale(以下、NRS)を用いて評価した。NRSは、0が「全く痛みを感じない」、10が「これ以上耐えられない程の痛み」となっており、0から10までの11段階の数字で評価される。

持続期間は、「3カ月以内」、「3カ月～6カ月」、「6～12カ月」、「12カ月以上」の4つの選択肢の中から選択してもらった。

(3) 問診評価

問診は、疼痛生活障害評価尺度; Pain Disability Assessment Scale(以下、PDAS)と疼痛破局的思考尺度; Pain Catastrophizing Scale(以下、PCS)を用いて、疼痛による日常生活への影響と心理面への影響を評価した。また、簡易版 Geriatric depression Scale⁸⁾(以下、GDS-15)、鈴木らの転倒アセスメント⁹⁾、Life Space Assessment(以下、LSA)を用いて、心理面や転倒リスク、日常生活活動について評価した。

PDAS⁵⁾は、「買い物に行く」や「ベッドに入る、ベッドから起きあがる」など身体運動・移動能力について0点から3点の4段階で回答する問診票である。20項目からなり、点数が高いほど日常生活が疼痛により障害されていることを示す。最高点は60点、最低点は0点であり、なお、カットオフ値は10点である。

PCSは、Sullivanら⁶⁾によって作成された原版を、松岡ら⁷⁾が日本語版に翻訳したものを使用した。PCSは、13項目を5段階で評価するもので、最高点が52点、最低点は0点となっている。なお本研究では、マニュアルより、臨床上意義があるとされる30点をカットオフ値とした。

GDS-15は15項目の質問に対して、「はい」「いいえ」で回答してもらう。得点が高いほどうつ状態であることを示し、5点以上でうつ傾向、10点以上でうつ状態と評価される。

鈴木らの転倒アセスメントは転倒リスクについて評価するものであり、カットオフ値は5点となっている。

LSAは対象者の生活範囲を寝室から町外まで5段階に分類された、それぞれの範囲での移動の有無と頻度、および自立度によって活動量

を得点化し、それぞれのレベルでの得点の合計により評価する。120点満点であり、得点が高いほど活動範囲が広いことを表す。

(4) 体力評価

体力評価は、握力、開眼片脚立ち、椅子起立時間、Timed Up & Go Test(以下、TUG)の4項目を評価した。

握力は、スمدレー式握力計(竹井機器 T.K.K.5001)を用い左右2回ずつ測定した。

開眼片脚立ちは、直立位で行い、片脚を床から離れた時点から挙上足が床に着いた時点、または、支持脚の位置がずれた時点までの時間を計測した。なお、支持脚は対象者に立ちやすい方を選定してもらった。

椅子起立時間¹⁰⁾¹¹⁾は、椅子からの起立動作を5回行ってもらった。椅子座位を開始姿勢とし、5回目の立位時までの所要時間を計測した。椅子の高さは約45cmとした。

TUG¹²⁾は、椅座位から3m先の目標物を周り、再び椅座位となるまでの時間を計測した。

体力測定時には、測定に十分なスペースを確保し、安全に配慮して行った。なお、各体力評価は2回ずつ計測し、いずれか高い方の値を測定値とした。

分析方法

分析は疼痛の有無、部位数、NRSを2群に分類し、年齢及び問診、体力の各評価項目をMann-WhitneyのU検定を用い、比較・検討した。統計処理は統計解析ソフトウェア JMP11.2を用い、危険率5%未満を有意水準とした。

なお本研究は、長崎大学医学部保健学科倫理委員会の承認を受け、実施した(承認番号; 15111266)。

結果

(1) 対象者の基本属性

家族構成では、独居が39.0%、夫婦が31.7%と高齢者世帯が多くを占めた。疾患では、腰痛や膝痛などの整形疾患が31名で75.6%と最も多かった(表1)。

(2) 疼痛評価結果

対象者 41 名のうち、身体に疼痛を有する者は 34 名 (82.9%) と多かった。

疼痛部位は、腰部が 19 名 (46.3%) と最も多く、次いで膝関節が 18 名 (43.9%) と多かった。

部位数は、1ヶ所が 14 名 (34.1%)、2ヶ所以上が 22 名 (48.8%) であった。

期間は、12 カ月以上疼痛が継続している者が 28 名 (68.3%) と最も多く、NRS は 4.7 ± 2.9 であった (表 2)。

表 1 基本属性

		(n=41)
年齢 (歳)		81.7 ± 6.1
家族構成 (名)	独居	16 (39.0%)
	夫婦	13 (31.7%)
	三世帯 その他	4 (9.7%) 8 (19.5%)
疾患分類 (名)	整形疾患	31 (75.6%)
	内部疾患	11 (26.8%)
	精神疾患	4 (9.7%)
	その他	8 (19.5%)

注) 疾患分類は複数回答あり

表 2 疼痛評価結果

		(n=41)
疼痛の有無 (名)	有	34 (82.9%)
	無	7 (17.1%)
部位 (名)	腰	19 (46.3%)
	膝	18 (43.9%)
	肩	16 (39.0%)
	その他	15 (36.6%)
部位数 (名)	1ヶ所	14 (34.1%)
	2ヶ所以上	20 (48.8%)
NRS		4.7 ± 2.9
持続期間 (名)	3カ月以内	1 (2.4%)
	3~6カ月	4 (9.7%)
	6~12カ月	1 (2.4%)
	12カ月以上	28 (68.3%)

(3) 問診結果

PDAS は 12.1 ± 11.7 点、PCS は 24.7 ± 15.9 点であった。GDS-15 は 3.5 ± 3.0 点、転倒アセスメ

ント 4.4 ± 1.9 点、LSA は 70.3 ± 22.3 点であった (表 3)。

(4) 体力評価結果

体力評価において、右握力 18.5 ± 5.2 kg、左握力 17.6 ± 4.8 kg、開眼片足立ち 10.5 ± 15.1 秒、椅子起立時間は 8.5 ± 2.8 秒、TUG は 8.7 ± 2.1 秒であった (表 3)。

表 3 問診・体力評価結果

問診評価	(n=41)
PDAS (点)	12.1 ± 11.7
PCS (点)	24.7 ± 15.9
GDS (点)	3.5 ± 3.0
転倒アセスメント (点)	4.4 ± 1.9
LSA (点)	70.3 ± 22.3
身体機能評価 (n=41)	
BMI (kg/m ²)	22.8 ± 3.9
握力右 (kg)	18.5 ± 5.2
握力左 (kg)	17.6 ± 4.8
開眼片脚立ち (s)	10.5 ± 15.1
5回椅子起立時間 (s)	8.5 ± 2.8
TUG (s)	8.7 ± 2.1

(5) 疼痛の有無による比較

対象者 41 名を、疼痛有群 34 名、疼痛無群 7 名に分類し、各評価項目を比較した結果、有意差が認められた項目は PDAS、PCS の 2 項目であった。PDAS について疼痛有群 14.5 ± 11.5 点、疼痛無群 0.7 ± 1.5 点、PCS では疼痛有群 29.5 ± 12.8 点、疼痛無群 1.4 ± 3.8 点であり、いずれも疼痛有群が疼痛無群より高値を示した。疼痛有群の PDAS の得点はカットオフ値である 10 点を上回り、PCS の得点はカットオフ値 30 点に近い値となった (表 4)。

(6) 疼痛の部位数による比較

疼痛有群 34 名について、疼痛の部位数が 1ヶ所の者 14 名と 2ヶ所以上の者 20 名に分類し、各評価項目を比較した結果、有意差が認められた項目は TUG、PDAS の 2 項目であった。TUG において 1ヶ所群 7.5 ± 1.2 秒、2ヶ所以上群 9.6 ± 2.4 秒であり、2ヶ所以上疼痛を有している群は有意にタイムが遅かった。PDAS では 1ヶ所群 9.6 ± 10.1 点、2ヶ所以上群 17.9 ± 11.5 点と 2ヶ所以

上群で有意に高く、カットオフ値 10 点を上回った (表 5).

有意差はないものの 6 以上群が低い傾向がみられた (表 6).

(7)NRS による比較

疼痛有群 34 名について、疼痛の程度が 6 未満群 19 名と 6 以上群 15 名に分類し、各評価項目と比較した結果、有意差が認められた項目は PDAS と PCS であった。PDAS は 6 未満群が 10.4 ± 9.8 点、6 以上群が 19.7 ± 11.8 点とどちらの群もカットオフ値を上回っていたが、6 以上群が優位に高かった。PCS は 6 未満群が 24.8 ± 11.8 点、6 以上群が 35.3 ± 11.9 点と 6 以上群が優位に高かった。なお、LSA については p 値が 0.0563 と

(8)PCS 及び PDAS による比較

疼痛の影響を評価する指標である PCS と PDAS での比較を試みた。疼痛有群 34 名について、PCS の得点が 30 未満群 16 名と 30 以上群 18 名に分類し、各評価項目との比較した結果、GDS-15 に有意差が認められた。30 未満群は 2.6 ± 2.1 点、30 以上群が 4.4 ± 2.9 点と 30 以上群の得点が有意に高かった (表 7)。PDAS については、すべての項目において有意差は認められなかった (表 8)。

表 4 疼痛の有無による比較

	(n=41)		
	疼痛有群 (n=34)	疼痛無群 (n=7)	p 値
年齢 (歳)	80.9 ± 5.8	85.7 ± 5.9	0.0854
PDAS (点)	0.7 ± 1.5	14.5 ± 11.5	0.0005
PCS (点)	1.4 ± 3.8	29.5 ± 12.8	0.0001
GDS (点)	3.1 ± 4.5	3.6 ± 2.7	0.253
転倒アセスメント (点)	3.4 ± 1.3	4.7 ± 1.9	0.141
LSA (点)	74.2 ± 23.4	69.5 ± 22.4	0.544
右握力 (kg)	17.5 ± 3.6	18.7 ± 5.4	0.567
左握力 (kg)	17.8 ± 5.1	16.8 ± 2.9	0.958
開眼片脚立ち (s)	7.4 ± 7.8	11.2 ± 16.3	0.795
椅子起立時間 (s)	8.4 ± 2.8	8.5 ± 2.8	0.945
TUG (s)	8.6 ± 0.8	8.8 ± 2.2	0.415

Mann-Whitney の U 検定

表 5 部位数による比較

	(n=34)		
	1ヶ所群 (n=14)	2ヶ所以上群 (n=20)	p 値
年齢 (歳)	82.1 ± 5.8	80.1 ± 5.9	0.326
PDAS (点)	9.6 ± 10.1	17.9 ± 11.5	0.0312
PCS (点)	28.3 ± 14.5	30.3 ± 11.8	0.806
GDS (点)	3.6 ± 3.1	3.6 ± 2.5	0.749
転倒アセスメント (点)	4.5 ± 1.4	4.8 ± 2.2	0.735
LSA (点)	73.9 ± 22.2	66.4 ± 22.5	0.294
右握力 (kg)	19.5 ± 6.2	18.2 ± 4.9	1
左握力 (kg)	18.5 ± 5.5	17.3 ± 4.9	0.713
開眼片脚立ち (s)	11.5 ± 15.3	10.9 ± 17.3	0.381
椅子起立時間 (s)	8.1 ± 2.1	8.8 ± 3.3	0.861
TUG (s)	7.5 ± 1.2	9.6 ± 2.4	0.0048

Mann-Whitney の U 検定

表 6 NRS による比較

	(n=34)		
	6未満群(n=19)	6以上群(n=15)	p値
年齢(歳)	81.2±6.1	80.5±5.6	0.651
PDAS(点)	10.4±9.8	19.7±11.8	0.0182
PCS(点)	24.8±11.8	35.3±11.9	0.0137
GDS(点)	3.7±3.2	3.3±2.0	0.972
転倒アセスメント(点)	4.3±1.7	5.1±2.2	0.168
LSA(点)	76.7±25.6	60.4±13.3	0.0563
右握力(kg)	19.1±6.6	18.2±3.6	0.822
左握力(kg)	18.4±5.4	17.0±4.9	0.742
開眼片脚立ち(s)	14.9±20.8	6.5±5.1	0.795
椅子起立時間(s)	8.6±2.9	8.3±2.7	0.849
TUG(s)	8.5±2.5	9.1±1.9	0.34

Mann-WhitneyのU検定

表 7 PCS による比較

	(n=34)		
	30未満群(n=16)	30以上群(n=18)	p値
年齢(歳)	80.7±6.9	81.1±4.8	0.755
PDAS(点)	14.3±12.7	14.6±10.9	0.849
GDS(点)	2.6±2.1	4.4±2.9	0.0459
転倒アセスメント(点)	4.4±1.9	4.8±1.9	0.819
LSA(点)	72.7±21.1	66.7±23.7	0.388
右握力(kg)	18.9±5.4	18.5±5.6	0.654
左握力(kg)	17.7±4.9	17.9±5.4	0.931
開眼片脚立ち(s)	8.3±14.1	13.8±18.1	0.308
椅子起立時間(s)	9.2±3.6	7.9±1.8	0.351
TUG(s)	8.8±2.5	8.7±2.0	0.945

Mann-WhitneyのU検定

表 8 PDAS による比較

	(n=34)		
	10未満群(n=13)	10以上群(n=21)	p値
年齢(歳)	79.5±6.3	81.8±5.4	0.255
PCS(点)	25.9±15.8	31.7±10.5	0.256
GDS(点)	3.7±2.3	3.5±3.0	0.472
転倒アセスメント(点)	4.7±1.7	4.6±2.1	1.000
LSA(点)	70.3±18.8	69.0±24.8	0.583
右握力(kg)	18.7±4.8	18.7±5.9	0.696
左握力(kg)	18.3±4.1	17.4±5.7	0.248
開眼片脚立ち(s)	13.3±20.9	9.8±13.1	0.887
椅子起立時間(s)	8.2±3.3	8.6±2.5	0.644
TUG(s)	8.2±2.1	9.1±2.3	0.156

Mann-WhitneyのU検定

考察

今回、身体機能が低下した地域在住高齢者を対象とした疼痛の実態調査より、身体に何らかの痛みを有する者は83%であった。疼痛の有訴率は昨年度卒業研究の一次予防事業に参加している高齢者よりも高く、また大淵ら¹⁾の先行研究の対象群よりも高く、痛みを抱え悩まされている者が多いことが明らかとなった。疼痛の部位は腰部や膝関節が多く、この結果は昨年度の報告と同様であった³⁾。疼痛の部位数は1ヶ所だけではなく、2ヶ所以上の複数疼痛を有している者の方が多く、また疼痛の持続期間に関しては12カ月以上継続している者が最も多かった。PDASの平均得点が慢性疼痛者と非慢性疼痛者を識別できるとされるカットオフ値の10点を上回っていたことから、慢性痛を有している者が多いと解釈できる集団であった。中山¹³⁾は高齢者の痛みは、その部位が1ヶ所に限らず、重複していることが多く、慢性的に長期間持続していると指摘しており、今回の結果はこれと一致した。

次に、疼痛の有無による比較では、PDAS、PCSに有意差を認め、どちらも疼痛有群が高値を示した。しかし、カットオフ値を上回ったのはPDASのみで、PCSは疼痛有群がカットオフ値の30点に近い値となり、影響は少ないと考えられた。一次予防事業の参加者を対象とした昨年度の結果とはPDASがカットオフ値を上回るという点が異なっていた。この理由として、平瀬ら¹⁴⁾が痛みによるADL制限と椅子起立時間、TUGといった身体機能の低下との関連を報告していることから、本研究の対象群は身体機能が昨年度の対象群と比べ低下していたことで、痛みによるADL制限への影響が大きかった可能性が考えられる。

疼痛を有する者34名について、疼痛の部位数による比較を行った結果、TUGとPDASに有意差が認められ、疼痛の部位数が2ヶ所以上群で、TUGのタイムが約2秒遅くなり、PDASではカットオフ値を上回った。本研究においてTUGは身体機能評価のうちの一つであり、PDASは疼痛によるADLやIADLの障害を反映する指標としている。安斎ら¹⁵⁾は、疼痛の部位数が2ヶ所以上だと運動機能低下が生じやすいと報告してい

る。また、Buchmanら¹⁶⁾によると、地域在住高齢者において、疼痛の部位数が増加すると、IADLの低下の度合いが大きくなると報告している。したがって、疼痛の部位数が2ヶ所以上の高齢者では、ADLやIADL、さらには身体機能の低下にも影響を及ぼしている可能性がある。

NRS6以上と6未満で比較した結果、PDASとPCSに有意差が認められ、いずれもカットオフ値より高かった。PDASに有意差が認められた今回の結果は、昨年度の調査結果³⁾と同様の傾向であるが、PCSにも有意差がみられた。PCSが表す破局的思考は痛みの経験を過度に否定的に捉える傾向であり、極度に恐ろしい結果になると予測する思考である。Sorbiら¹⁷⁾¹⁸⁾は、この傾向が強いと、痛みをより強く感じ、生活障害度が高くなると述べている。したがって、痛みの程度が強いと、破局的思考も強くなる傾向が示され、ADLだけでなく心理面に影響を与えることが考えられる。

さらに、PCSとPDASにより比較を行った結果、PCSにのみGDS-15で有意差が認められた。GDS-15において、うつ傾向と判断される5点は下回っていたが、痛みに対して強い破局的思考を有していると、うつ傾向を引き起こす可能性があることが示唆された。谷川ら¹⁹⁾の先行研究では、痛みの破局的思考が強い者や、痛みの自己効力感が低い者は、うつ傾向が特に高いことを報告している。また、今回は検討していないが、下位尺度である拡大視は不安に、無力感は痛みの強さや抑うつに、反芻は生活障害にそれぞれ影響を及ぼすとされており²⁰⁾、心理面の評価の重要性が考えられる。

今回の調査結果は、昨年度の報告より、新たに、PCSやGDS-15といった心理面への影響が明らかになった。井上ら²¹⁾は、運動療法だけでなく、教育指導を含む認知行動療法を組み合わせたペインマネジメントプログラムを実施した結果、破局的思考に大きな改善を認め、痛みの程度も有意に改善したと報告していることから、多面的にアプローチできる理学療法プログラムの作成の重要性が考えられる。

本研究の限界として、対象者が二次予防事業に参加してから期間があり、事業での運動等の効果が身体機能として表れている可能性があり、

純粋な虚弱高齢者であったとはいえない。よりサンプルサイズを増やしての検討が必要であると考えられる。

謝辞

本研究にあたり、研究に参加、協力していただいた地域在住高齢者の皆様および介護老人保健施設にしきの里、社会福祉法人致遠会サンハイツの職員皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 大淵修一, 杉本 諭: 高齢者の痛みが活動・傘下に及ぼす影響と理学療法. 理学療法ジャーナル. 2008; 42: 123-129.
- 2) 厚生労働省ホームページ 平成 25 年国民生活基礎調査.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/06.pdf> (2015 年 12 月 24 日引用)
- 3) 村上直樹, 山本勝仁: 疼痛が地域在住高齢者の心身機能や日常生活活動に及ぼす影響. 卒業研究論文集. 2014; 10. 53-58.
<http://www.am.nagasaki-u.ac.jp/physical/2014/ARGH10-08.pdf> (2015 年 12 月 24 日引用)
- 4) 杉本 諭, 大淵修一 他: 高齢者における体の痛みが日常生活関連動作および抑うつ兆候に及ぼす影響の縦断的検討. つくば国際大研紀. 2008; 4: 141-150.
- 5) 有村達之, 小宮山博朗: 疼痛生活障害尺度. 行動療研. 1997; 23: 7-15.
- 6) Michael JL Sullivan: The Pain Catastrophizing Scale. User Manual 2009.
http://sullivan-painresearch.mcgill.ca/pdf/pcs/PCManual_English.pdf (2015 年 12 月 19 日引用)
- 7) 松岡紘史, 坂野雄二: 痛みの認知面の評価: Pain Catastrophizing Scale 日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討. 心身医学. 2007; 47(2): 95-102.
- 8) Sheik JI, Yesavage JA: Geriatric Depression Scale (GDS) Recent Evidence and Development of a Shorter Version. Clinical Gerontologist: 1986; 5: 165-173.
- 9) 鈴木隆雄: ヘルスアセスメントマニュアル生活習慣病・要介護状態予防のために. ヘルスアセスメント検討委員会, 厚生科学研究所, 東京. 2000; 142-163.
- 10) Gardner MM, Buchner DM: Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. Age and Aging. 2001; 30: 77-83.
- 11) Bohannon RW: Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscle. Percept Mot Skills. 1995; 80: 163-166.
- 12) Mathias S, Nayak US: Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1986; 67: 387-389.
- 13) 中山彰一: 高齢者の痛みと運動療法. 理学療法学. 1996; 23(3): 155-159
- 14) 平瀬達哉, 片岡英樹 他: 地域在住高齢者の痛みによる日常生活活動制限に影響を及ぼす因子の検討. 日本運動器疼痛学会誌. 2014; 6: 99-106.
- 15) 安齋紗保理, 柴 喜崇 他: 地域在住高齢者の運動機能低下に関連する身体の痛み. 日老医誌. 2012; 49: 234-240.
- 16) Buchman AS, Shah RC: Musculoskeletal pain and incident disability in community-dwelling older adults. Arthritis Care & Research. 2010; 62: 1287-1293.
- 17) Sorbi MJ, Peters ML, et al. : Electronic momentary assessment in chronic pain I. psychological pain intensity. Clin J Pain. 2006; 22(1): 55-66.
- 18) Sorbi MJ, Peters ML, et al. : Electronic momentary assessment in chronic pain II. pain and psychological pain responses as predictors of pain disability. Clin J Pain. 2006; 22(1): 67-81.
- 19) 谷川大地, 三栖翔吾 他: 要介護高齢者における, 抑うつと痛みの心理的要素との関連. 老年精

神医学雑誌. 2014; 25: 177-184.

20) 本谷亮, 松岡紘史 他:緊張型頭痛患者における生活障害度の各側面を予測する因子—頭痛症状と痛みに対する破局的思考, 逃避・回避行動との比較検討—. 行動療法研究. 2011; 37:

13-20.

21) 井上雅之, 池本竜則 他:難治性の慢性痛患者に対するペインマネジメントプログラム—痛みの主観的改善度に影響を及ぼす因子の検討—. Pain Rehabilitation. 2015; 5: 28-35.

(指導教員:井口 茂)

関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンの発現量におよぼす影響

田中なつみ・吉田菜津希

要旨

本研究では、関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンの発現量におよぼす影響を検討した。実験動物には12週齢のWistar系雄性ラット31匹を用い、これらを実験群として2, 4週間両側股・膝関節を最大屈曲位でギプスで不動化する不動群(n=18)と、不動群と同週齢まで通常飼育する対照群(n=13)に振り分けた。結果、膝関節屈曲拘縮は2週間の不動によって惹起され、不動期間を4週間に延長するとさらに進行することが明らかとなった。しかし、前十字靭帯を構成するコラーゲンは遺伝子レベルでは不動2週間後から、タンパクレベルでは不動4週間後からその発現量が低下することが明らかとなり、このことは不動によって靭帯は脆弱化する可能性があることを示唆している。つまり、前十字靭帯はラット膝関節屈曲拘縮の責任病巣としてさほど重要な影響をおよぼしていないと推察される。

はじめに

臨床の現場において、ギプスや装具による関節固定や、長期臥床などの理由によって関節運動が減少すると関節拘縮(以下、拘縮)が引き起こされる。拘縮とは、皮膚や骨格筋、関節包、靭帯などの関節周囲軟部組織の器質的変化によってそれらの柔軟性・伸張性が低下し、このことが原因で関節可動域制限が生じている状態¹⁾と定義されており、関節周囲軟部組織のすべてがその責任病巣となり得る。そして、先行研究²⁾を概観すると、拘縮発生時は、皮膚、骨格筋、関節包は共通して、コラーゲンの増生に伴う線維化の発生が認められ、これが拘縮の発生メカニズムに寄与すると報告されている。

一方、拘縮に対する靭帯の関与について検討した先行研究を概観すると、一定の見解は示されていない。Wilsonら³⁾は、ラット膝関節を1, 2, 3週間屈曲位でワイヤーで内固定し、固定終了直後、膝関節周囲の骨格筋を含んで後方関節包を切除した後、ならびに前十字靭帯を切除した後それぞれ膝関節伸展可動域を測定する実験を行っている。この結果によると、すべての不動期間とも前十字靭帯切除後は膝関節伸展

可動域が改善することが示されており、このことから、拘縮の責任病巣として靭帯が関与することを提示している。また、Wilsonら³⁾の研究を裏付ける先行研究として、拘縮発生時には靭帯を構成するコラーゲン線維に配列変化が生じることも示されている。Akesonら⁴⁾は、ウサギ膝関節を9週間屈曲位で不動化し、前十字靭帯のコラーゲン線維配列を光学電子顕微鏡で観察する実験を行っており、吉田ら⁵⁾はラット膝関節を4週間屈曲位で不動化し、前十字靭帯のコラーゲン線維配列を走査電子顕微鏡で観察する実験を行っている。いずれの報告においても不動後は一部、横走・歪曲するコラーゲン線維が認められ、コラーゲン線維に配列変化が生じることが明らかになっている。そして、この所見から靭帯性拘縮の存在が示唆されている。

一方、拘縮の責任病巣として靭帯は関与していないとした先行研究も少なくない。渡辺⁶⁾は、ラット膝関節を屈曲位で1, 2, 4, 6週間不動化し、前十字靭帯の横断面積の変化を検索しており、この結果によると、不動1週間後から横断面積が縮小することが示されている。また、同研究では、各不動期間終了後に採取した前十字靭帯の力-変位曲線も検討している。この結果によれば、

不動1週間後から靭帯が断裂する最大破断力が減少することが示されており、このことは不動によって靭帯の脆弱性が高まることを示唆している。そして、多くの先行研究において不動によって靭帯の横断面積が減少し、力学的強度も脆弱になることが示されている⁷⁻¹⁰。

以上の結果から、靭帯は関節不動によって脆弱化することが明らかになっており、このことから拘縮に対する靭帯の関与は否定的な意見が多い。しかし、靭帯を構成するコラーゲンそのものの生物学的検索はほとんど行われておらず、拘縮に対する靭帯の関与を明らかにするためには解決すべき課題である。

そこで、本研究では関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンの発現量におよぼす影響を検討した。

材料と方法

1. 実験プロトコル

1) 実験動物

実験動物には12週齢のWistar系雄性ラット31匹を用い、これらを無作為に2,4週間両側股・膝関節を最大屈曲位でギプス固定する不動群(n=18)と、不動群と同週齢まで通常飼育する対照群(n=13)に振り分けた。なお、今回の実験は長崎大学動物実験委員会で承認を受けた後、同委員会が定める動物実験指針に準じ、長崎大学先端生命科学支援センター・動物実験施設で実施した。

2) ギプス固定の方法

不動群の各ラットの腹腔内にペントバルビタールナトリウム(40mg/kg)を投与し、麻酔を行った後、両側股・膝関節を最大屈曲位とし、体幹下部から後肢全体にわたってギプス包帯を巻き、不動化した。ギプス固定の際の留意事項として、足指は浮腫の発生を確認するために露出させ、不動期間中、ギプスの緩みや浮腫の発生が確認された際には、適宜巻き替えを行い、継続して膝関節を不動化しよう努めた。また、不動群のラットはギプス固定中も前肢にて飼育ケージ内を移動でき、対照群、不動群ともに水と餌は自由摂

取とした。

2. 検索方法

各不動期間終了後はペントバルビタールナトリウム(40mg/kg)の腹腔内投与によって不動群の各ラットを麻酔し、体幹下部から後肢全体のギプスを完全に除去した。そして、後述する方法で膝関節伸展可動域を測定し、その後、対照群、不動群の各ラットの両側から前十字靭帯を採取した。

1) 膝関節伸展可動域の測定方法

ペントバルビタールナトリウム(40mg/kg)の腹腔内投与によって各ラットを麻酔した後に側臥位とし、股関節を90°屈曲位に固定した。そして、下腿遠位端後面に張力計の先端部を当て、0.3Nの張力で膝関節を他動的に伸展させた。膝関節伸展可動域の測定に際しては、基本軸を大転子と膝関節裂隙中央を結んだ線、移動軸を膝関節裂隙中央と腓骨外果を結んだ線とし、膝関節裂隙中央に分度器の中心を合わせ、これらの軸がなす外角を読み取り、膝関節伸展可動域のデータとした。なお、以上の測定は3回行い、その最大値をデータに採用した。

2) 分子生物学的検索

採取した左側前十字靭帯はRNA later®(Ambion)に浸漬し、-80°Cで凍結保存後、real time reverse transcription polymerase chain reaction(以下、real time RT-PCR)法にて靭帯の主要なコラーゲンアイソフォームであるタイプI・IIIコラーゲンのmRNA発現量を検索した。具体的には、左側前十字靭帯から抽出したRNAを逆転写することでPCR反応の鋳型となるcDNAを作製し、real time PCR機器(Mx3005P; Agilent Technologies社製)を用いて、このcDNAの増幅処理を行った。その後、SYBR Green法に基づいて定量化を行い、 $\Delta\Delta Ct$ 法により解析した。なお、内因性コントロールには β -actinを用い、タイプI・IIIコラーゲンのmRNA発現量を β -actinのそれと除し、データとして採用した。なお、各ターゲット遺伝子の遺伝子配列ならびに遺伝子番号は表1の通りである。

表 1 各ターゲット遺伝子の遺伝子配列ならびに遺伝子番号

Object gene	F/R	Arrangement	Gene Back no.
type I collagen	F	5'-GATGCCACAGGATTCCATACCC-3'	Z78279.1
	R	5'-GATGCCACAGGATTCCATACCC-3'	
type III collagen	F	5'-GATGCCACAGGATTCCATACCC-3'	BC087039.1
	R	5'-GATGCCACAGGATTCCATACCC-3'	
β-actin	F	5'-GTGCTATGTTGCCCTAGACTTCG-3'	BC063166.1
	R	5'-GATGCCACAGGATTCCATACCC-3'	

3) 生化学的検査

採取した右側前十字靭帯は電子天秤にて湿重量を測定後、コラーゲン特有の構成アミノ酸であるヒドロキシプロリンの定量を行い、コラーゲンタンパク量の検索を行った。具体的には、右側前十字靭帯を凍結乾燥させ、6 規定の塩酸を加え、加水分解を行い、アミノ酸の状態にした。その後、Chrolamin-T reagent, Ehrlich's reagent を加え、ヒドロキシプロリンの呈色反応を起こし、波長 540nm で吸光度を測定し、ヒドロキシプロリンの定量を行った。そして、このデータを乾燥重量で除し(単位; μg/mg), コラーゲンタンパク量のデータとして採用した。

4) 統計処理

各不動期間における群間比較ならびに群内における不動期間の比較には、対応のない t 検定を適用し、危険率 5% 未満をもって有意差を判定した。

結果

1. 膝関節伸展可動域の変化

不動 2 週後と週齢を合致させた対照群における膝関節伸展可動域の平均値は $-34.5 \pm 7.2^\circ$, 不動 4 週後と週齢を合致させた対照群における平均値は $-34.4 \pm 4.8^\circ$ であった。また、不動群においては、不動 2 週後の平均値は $-81.4 \pm 12.3^\circ$, 不動 4 週後の平均値は $-98.1 \pm 14.7^\circ$ で、各不動期間とも不動群の膝関節伸展可動域の平均値は対照群のそれと比較して有意に低値を示した。そして、不動期間で比較すると、不動 4 週後は不動 2 週後より有意に低値を示した(図

1)。

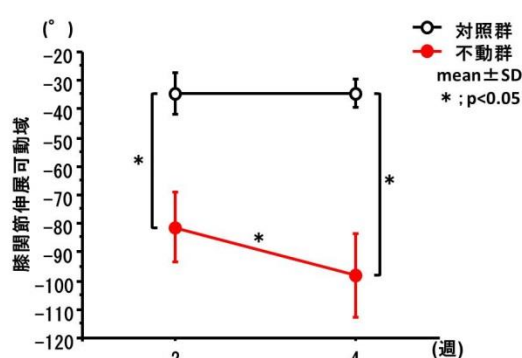


図 1 膝関節伸展可動域の変化

2. タイプ I・IIIコラーゲン mRNA 発現量の変化

1) タイプ I コラーゲン mRNA 発現量の変化

不動 2 週後におけるタイプ I コラーゲン mRNA 発現量の平均値は対照群 0.77 ± 0.12 , 不動群 0.30 ± 0.10 , 不動 4 週後におけるタイプ I コラーゲン mRNA 発現量の平均値は対照群 1.03 ± 0.32 , 不動群 0.45 ± 0.21 であった。各不動期間とも不動群は対照群と比較して有意に低値を示した。一方、不動期間で比較すると対照群、不動群ともに有意差は認められなかった(図 2)。

2) タイプ III コラーゲン mRNA 発現量の変化

不動 2 週後におけるタイプ III コラーゲン mRNA 発現量の平均値は対照群 0.94 ± 0.30 , 不動群 0.39 ± 0.07 , 不動 4 週後におけるタイプ III コラーゲン mRNA 発現量の平均値は対照群 1.17 ± 0.19 , 不動群 0.33 ± 0.17 であった。各不動期間とも不動群は対照群と比較して有意に低値

を示した。一方、不動期間で比較すると対照群、不動群ともに有意差は認められなかった(図3)。

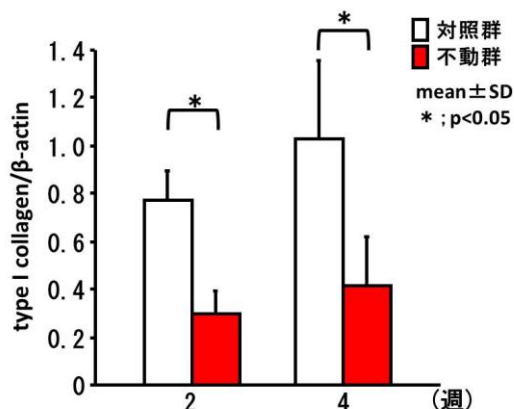


図2 タイプIコラーゲン mRNA 発現量の変化

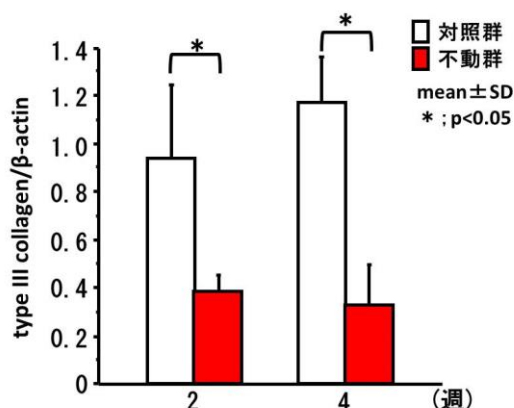


図3 タイプIIIコラーゲン mRNA 発現量の変化

3. コラーゲタンパク量

不動2週間におけるコラーゲタンパク量の平均値は対照群 $3.9 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{mg}$ 、不動群 $4.4 \pm 1.6 \mu\text{g}/\text{mg}$ 、不動4週間におけるコラーゲタンパク量の平均値は対照群 $5.3 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{mg}$ 、不動群 $3.3 \pm 1.4 \mu\text{g}/\text{mg}$ であった。対照群と不動群を比較すると、不動2週では有意差は認められなかったが、不動4週では不動群が対照群より有意に低値を示した。一方、不動期間で比較すると対照群、不動群ともに有意差は認められなかった(図4)。

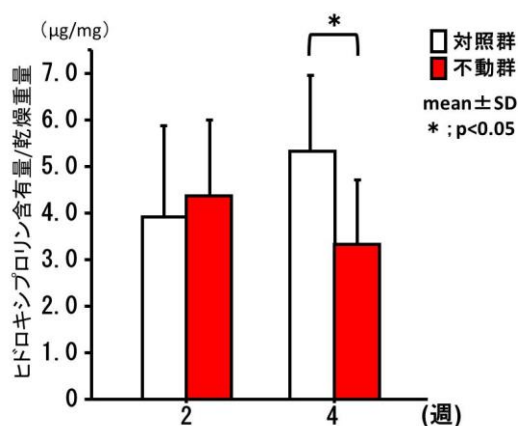


図4 コラーゲタンパク量の変化

考察

本研究では、関節不動がラット前十字靭帯のコラーゲンの発現量におよぼす影響を検討した。

今回の膝関節伸展可動域の結果から、膝関節屈曲拘縮が2週間の不動によって惹起され、不動期間を4週間に延長するとさらに進行することが明らかとなった。また、靭帯を構成する主要なコラーゲンアイソフォームであるタイプI・IIIコラーゲン mRNA 発現量は、ともに不動2週間後から低下することが明らかとなり、このことをコラーゲンの代謝回転から考えると、合成能の低下が示唆される。そして、その結果としてコラーゲンのタンパクレベルでの減少が不動4週後に認められたのではないかと推察される。

渡辺⁶⁾は、不動が靭帯におよぼす影響について横断面積の変化と生体力学的特性から検討している。具体的には、ラット膝関節を1, 2, 4, 6週間屈曲位で不動化すると、不動1週間後から前十字靭帯の横断面積の有意な減少が認められ、この変化は不動期間に準拠して顕著になる傾向にあると報告している。つまり、今回の不動群に認められたタイプI・IIIコラーゲン mRNA 発現量の低下ならびにコラーゲタンパク量の減少は横断面積の減少と関連しているのではないかと推察される。そして、靭帯の横断面積は力学的強度を決定する重要な因子であることが知られており、事実、渡辺⁶⁾の先行研究でも前十字靭帯の生体力学的特性として、最大破断力は不動1

週後から有意に低下し、この変化も不動期間に準拠して顕著になる傾向にあることが明らかになっている。したがって、今回の結果と先行研究の結果をあわせて考えると、不動によって靭帯はメカニカルストレスに対して脆弱化すると推察でき、柔軟性・伸張性の低下は惹起されない可能性が高いと思われる。

一方、先に述べたようにラット膝関節屈曲拘縮は不動によって惹起され、不動期間依存的に進行することが明らかになっている。そして、拘縮は、皮膚や骨格筋、関節包、靭帯などの関節周囲軟部組織の器質的变化によってそれらの柔軟性・伸張性が低下し、このことが原因で関節可動域制限が生じている状態と定義されていることから¹⁾

今回の結果に基づけば、前十字靭帯はラット膝関節屈曲拘縮の責任病巣としてさほど重要な影響をおよぼしていないと推察される。

しかし、関節周囲には前十字靭帯以外にも靭帯が存在し、これらの検索は今回行うことができなかった。そのため、今後は前十字靭帯以外の靭帯の検索も行う必要があると思われる。

謝辞

今回の実験において、ご指導、ご協力頂いた長崎大学大学院医歯薬学総合研究科運動障害リハビリテーション学研究室の先生方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 沖田 実: 関節可動域制限とは、関節可動域制限第 2 版—病態の理解と治療の考え方。沖田 実 (編), 三輪書店, 東京, 2013, pp. 2-20.
- 2) 沖田 実, 坂本淳哉, 他: 関節拘縮—最新のトピックス. *Locomotive Pain Frontier*. 2014; 3: 52-54.
- 3) Wilson CJ, Danners LE: An examination of the mechanism of ligament contracture. *Clin Orthop Relat Res*. 1998; 227: 286-291.
- 4) Akeson WH, Amiel D, et al: Immobility effects on synovial joints the pathomechanics of joint contracture. *Biorheology*. 1980; 17:95-110.
- 5) 吉田大輔, 沖田 実, 他: 関節不動化がラット膝関節の靭帯におよぼす影響. *長崎理学療法*. 2004; 5: 1-8.
- 6) 渡辺 進: 関節固定の靭帯に及ぼす早期の影響—生体力学的特性および横断面積の変化の検討—. *川崎医会誌*. 1993; 19: 187-197.
- 7) Newton PO, Savio LY, et al: Immobilization of the knee joint alters the mechanical and ultrastructural properties of the rabbit anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*. 1995; 13: 191-200.
- 8) Woo SL, Gomez MA, et al: The biomechanical and morphological changes in the medial collateral ligament of the rabbit after immobilization and remobilization. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69: 1200-1211.
- 9) Klein L, Player JS, et al: Isotopic evidence for resorption of soft tissues and bone in immobilized dogs. *J Bone Joint Surg Am*. 1982; 64: 225-230.
- 10) Larsen NP, Forwood MR, et al: Immobilization and retraining of cruciate ligaments in the rat. *Acta Orthop Scand*. 1987; 58: 260-264.

(指導教員: 沖田 実)

不動に伴う痛みに対する等尺性収縮運動の効果

—行動学的評価による検討—

中川晃一・永田明日翔

要旨

本研究では、足関節不動モデルラットを用い、不動に伴う痛みに対する等尺性収縮運動の効果について行動学的手法を用いて検索した。実験動物には Wistar 系雄性ラット 31 匹を用い、1) 右側足関節を4週間ギプスで不動化させる不動群 (n=12)、2) 不動群と同様の処置を行い、不動側肢の腓腹筋に電気刺激による等尺性収縮運動を負荷する不動+電気群 (n=13)、3) 無処置の対照群 (n=6) に振り分けた。結果、腓腹筋外側頭の筋圧痛閾値は3週目以降、対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に低値を示し、不動+電気群は不動群に比べ有意に高値を示した。また、遠隔部の足底部における機械的刺激に対する痛覚閾値は2週目以降、対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に高値を示し、3週目以降では不動群に比べ不動+電気群が有意に低値を示した。これらのことから、不動に伴う痛みは等尺性収縮運動による介入によって軽減できるのではないかと推察された。

はじめに

臨床におけるギプスやシーネによる関節固定、骨折や外傷による下肢の免荷状態、疾病や術後の安静臥床は、関節拘縮や廃用性筋萎縮を引き起こすだけでなく、痛覚過敏を惹起するとされている¹⁾。例えば、Hamaue ら²⁾は、ラット足関節不動モデルの足底部における痛みの発生状況を検索したところ、不動2週目から機械的刺激に対する逃避反応回数が増加し続け、さらに脊髄後角において感作の発生が認められたことから、痛覚過敏の発生が確認されたと報告している。また、同じ不動モデルを用いた大賀ら³⁾の報告では、腓腹筋外側頭の筋圧痛閾値の変化を検索しており、結果、不動2週目より痛覚過敏が発生したとされている。このように、四肢が不動化されると皮膚および骨格筋において痛覚過敏が発生

することが明らかにされつつある。

一方、近年、痛みに対する運動の効果として Exercise-Induced Hypoalgesia (以下、EIH) が注目されている。Umeda ら⁴⁾は、健常人に対して25%最大収縮力の等尺性収縮運動による手の把握運動を1分間負荷すると、手指の圧痛閾値が上昇したと報告している。また、Hoffman ら⁵⁾は、健常人に対して75%最大酸素摂取量の有酸素運動によるトレッドミル走行を30分間負荷すると手指の圧痛に対する主観的疼痛強度が低下したと報告している。さらに Koltyn ら⁶⁾は、健常人に対して75%最大収縮力によるベンチプレスを10回×3セット、45分間負荷すると手指の圧痛閾値の上昇が見られたと報告している。この他にも、同様な結果を示す EIH に関する研究は多く報告されている。既にメタ分析を用いたシステムティックレビューにおいて高いエビデンスが得られてお

り⁷⁾、等尺性収縮運動、有酸素運動、抵抗運動には疼痛の自覚的強度を低下、疼痛閾値を上昇させる効果があることはまず間違いない。

こうした EIH という現象を踏まえて、先に述べたギプス固定などといった不動に伴う痛覚過敏に対する介入方法を考えた場合、等尺性収縮運動が有効である可能性がある。等尺性収縮運動はギプス固定中の四肢でも実施可能であり、実際に臨床においては、ギプス固定中に惹起される廃用性筋萎縮の予防を目的として実施されている⁸⁾。つまり、ギプス固定中の四肢の骨格筋に等尺性収縮運動を負荷すれば、EIH により不動に伴う痛覚過敏が軽減されるのではないかと期待できる。しかしながら、不動に伴う痛覚過敏に対する等尺性収縮運動の効果を検討した報告は現在のところ見当たらない。また、先行研究^{4,7)}で検討されている EIH はすべて即時効果であり、2週間以上の不動によって惹起される痛覚過敏が等尺性収縮運動を繰り返し負荷することによって予防・軽減できるかどうかは不明である。

そこで本研究では、ラット足関節不動モデルに対して等尺性収縮運動を繰り返し負荷し、骨格筋と皮膚に生じる痛覚過敏がどのように変化するかを検討した。

予備実験

本研究では、定量・定強度の等尺性収縮運動を再現するため、等尺性収縮運動の負荷方法として電気刺激による誘発を採用した。また、その強度としては、先行研究⁴⁾を参考にして 25% 最大収縮力に設定した。そこで、電気刺激の通電条件を決定することを目的とし、以下の予備実験を行った。

- 1) 刺激強度と等尺性収縮力の関係 (予備実験 1)

25% 最大収縮力を発揮させるためにはどの程度の強度の通電が必要であるのかを検討した。具体的には、8 週齢の Wistar 系雄性ラット 11 匹をペントバルビタールナトリウム (40mg/kg) の腹腔内投与にて麻酔し、下腿後面に低周波治療器トリオ 300 (伊藤超短波社) の電極 (縦 2cm, 横 1.5cm) を添付した後、足関節が 90° 底屈位になるよう足底部にプッシュプルゲージ (AIKOH ENGINEERING 社製) のプローブを密着させた。そして、通電して刺激強度を漸増させ、プッシュプルゲージに表示される値を足関節底屈力として記録した。なお、刺激周波数は 40Hz、パルス幅は 200 μ sec とした⁹⁾。その結果を図 1 に示す。電気刺激による最大底屈力は 4.7N であり、その 25% (1.2N) を発揮する刺激強度をグラフから読み取ると 4mA であったため、これを本研究での刺激強度に決定した。

2. 刺激サイクルと筋疲労の関係 (予備実験 2)

電気刺激による筋収縮が繰り返されると筋疲労が生じることがあり、その際に痛覚閾値の低下が生じる可能性がある¹⁰⁾。本研究ではそれを避けるため、適切な通電時間と休止時間を設定する必要がある。そこで、刺激サイクル (通電時間と休止時間の繰り返し) と筋疲労の関係を検討した。

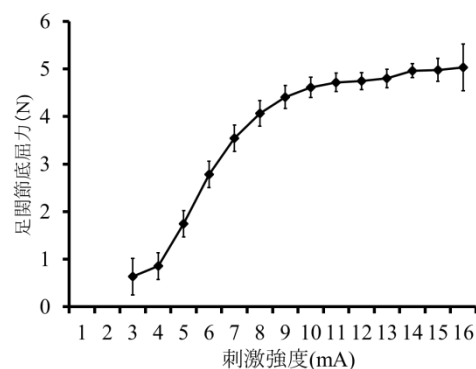


図 1 刺激強度による筋出力の変化

刺激強度を 0 から 16mA まで漸増的に上昇させた際の足関節底屈力を示している。平均 \pm 標準誤差。

対象と方法は予備実験1と同様とし、刺激強度は予備実験1の結果に基づいて 4mA とした。通電は 1 秒通電-1 秒休止の刺激サイクルと、1 秒通電-3 秒休止の刺激サイクルの条件でそれぞれ 15 分間行った。そして、足関節底屈力の変化を 1 分毎に記録した。その結果を図 2 に示す。1 秒通電-1 秒休止の刺激サイクルでは筋疲労による足関節底屈力の低下が認められたが(図 2-A)、1 秒通電-3 秒休止では認められなかった

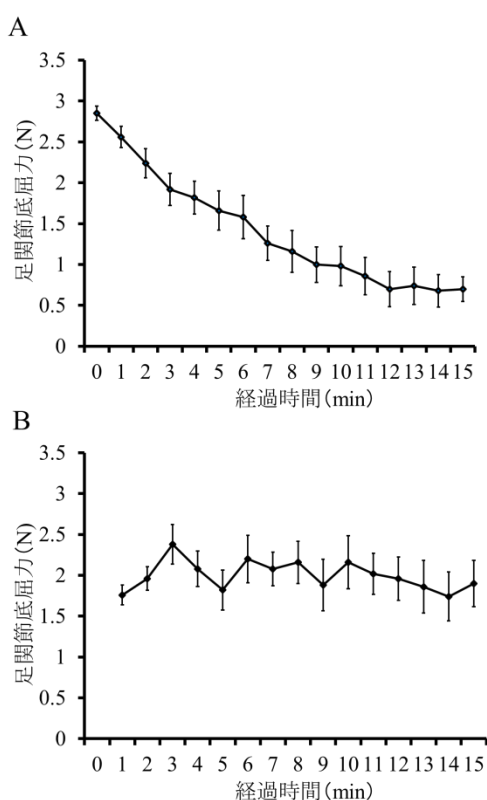


図 2 刺激時間による足関節底屈力の変化

A: 1 秒通電-1 秒休止による電気刺激. B: 1 秒通電-3 秒休止による電気刺激. 平均±標準誤差.

(図 2-B). よって、本実験での刺激サイクルは 1 秒通電-3 秒休止に決定した。

材料と方法

1. 実験プロトコル

1) 実験動物

実験動物には 8 週齢の Wistar 系雄性ラット 31 匹を用い、これらが無作為に 1) 右側足関節を 4 週間ギプスで不動化させる群 (以下、不動群; n=12), 2) 不動群と同様の処置を行い、不動側に電気刺激による等尺性収縮運動を負荷する群 (以下、不動+電気群; n=13), 3) 通常飼育を行う群 (以下、対照群; n=6) の 3 群に振り分けた。なお、今回の実験は長崎大学が定める動物実験指針に準じ、長崎大学先導生命科学研究支援センター動物実験施設で実施した。

2) ギプス固定の方法

不動群と不動+電気群に対しては、不動側の自発運動を制限する目的でギプス固定を行った。具体的には、麻酔を行った後、右足関節を最大底屈位で中足指節関節 (MP 関節) から膝蓋骨上縁より近位 2cm までの範囲をギプス包帯で 4 週間不動化した。なお、不動期間中は浮腫の発生やギプスの緩みを防ぐ目的で 2~3 日毎にギプスの巻き替えを行った。

3) 等尺性収縮運動の実施方法

不動+電気群においては、右側の腓腹筋に電気刺激による等尺性収縮運動を負荷した。具体的には、麻酔を行い、右側の下腿後面に縦 2cm・横 1.5cm の電極を添付し、低周波治療器トリオ 300 (伊藤超短波社) を用いて通電した。通電条件は予備実験の結果に従った (刺激強度: 4mA, 刺激サイクル: 1 秒通電-3 秒休止, 周波数: 40Hz, パルス幅: 200µsec)。また、ギプス固定により関節拘縮が発生することを考慮し、通電は

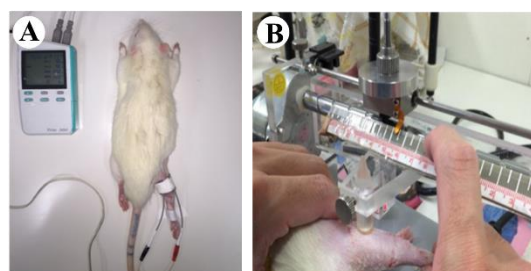


図 3 等尺性収縮運動と筋圧痛閾値測定の方法

A: 電気刺激による等尺性収縮. B: Randall-Selitte を用いた筋圧痛閾値の測定.

足関節を最大底屈位に固定して行った。運動頻度は1日10分間、週5回で、実験期間は4週間とした(図3-A)。

2. 評価方法

ギプス固定の直前と1, 2, 3, 4週目に、以下に述べる方法で筋圧痛閾値と足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値、ならびに体重と足関節可動域(Range of Motion: 以下, ROM)を測定した。

1) 腓腹筋外側頭の筋圧痛閾値

筋圧痛閾値の測定は、圧刺激鎮痛効果測定装置(Randall-Selitte, UGO BASIL 社製)を用いて行った。具体的には、先端直径が8mmのプロープで皮膚上から腓腹筋外側頭を32g/秒の速度で漸増的に加圧し、逃避反応が出現する圧力値を測定した(図3-B)。測定は5回行い、最大値と最小値を除外した3回の測定値の平均値をデータとして採用した。

2) 足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値

足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値は、von Frey filament (以下, VFF)テストにより評価した。今回は、4gと15gのVFF(ニューロサイエンス社製)を使用し、足底をそれぞれ10回刺激し、後肢の逃避反応の出現回数をカウントした。なお、4gのVFFはアロディニアを、15gのVFFは痛覚過敏を評価できるとされている¹¹⁾。

3) 足関節ROM測定

実験開始時と終了時(不動から4週目)のみ、足関節のROMを測定した。具体的には、第5中足骨、外果、膝関節裂隙中央をランドマークとし、麻酔下のラットを側臥位に固定して、丸型テンションゲージで足関節を背屈方向に押し(0.3N)、膝関節裂隙中央と外果を結ぶ線と外果と第5中足骨を結ぶ線との外角を分度器で測定した。

3. 実験期間終了後

実験期間終了後、全てのラットを麻酔した後、両側の腓腹筋外側頭を摘出、筋湿重量を計測し、体重1kgあたりの相対重量比を算出した。その後、トラガントガムに包埋し、液体窒素で冷却したイソペンタン液内(-80°C)で急速凍結した。凍結した試料は、クリオスタット(Leica 社製)を用いて7μm厚に薄切し、連続横断切片とし、組織学的検索に供した。横断切片には、ヘマトキシリン・エオジン(以下, HE)染色を施した。そして、光学顕微鏡を用いて検鏡し、筋線維損傷や筋浮腫などの筋病理学的所見の有無を確認した。

4. 統計処理

各指標の解析には、一元配置分散分析(以下, ANOVA)を適用し、有意差を認めた場合は、事後検定にFisherのPLSD法を適用して多群間の比較を行った。なお、すべての統計手法とも有意水準は5%未満とした。

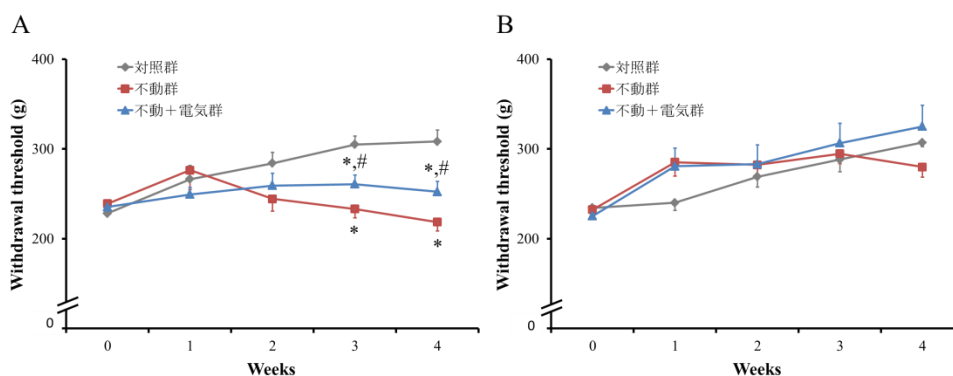


図4 腓腹筋の筋圧痛閾値の変化

A: 不動側(右側), B: 非不動側(左側)。*: 対照群との有意差($p < 0.05$), #: 不動群との有意差($p < 0.05$)。平均±標準誤差。

結果

1. 体重

不動から 1 週目以降, 対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に低値を示したが, 不動群と不動+電気群の間には有意差は認められなかった.

2. 腓腹筋外側頭の筋圧痛閾値

不動側(右側)の筋圧痛閾値は, 不動から3週目以降, 対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に低値を示した. また, 不動群と不動+電気群の 2 群を比較すると不動+電気群が有意に高値を示していた. 一方, 非不動側(左側)では, 3 群間に有意差は認めなかった. (図 4)

3. 足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値

不動側の VFF4g に対する逃避反応回数は, 不動から 3 週目以降, 対照群に比べ不動群と不

動+電気群が増加し始め, 不動 4 週目では 2 群とも対照群に比べ有意に高値を示した. また, 不動群と不動+電気群を比較すると, 不動+電気群が有意に低値を示した. 不動側の VFF15g に対する逃避反応回数も同様な傾向を示し, 不動から 2 週目以降, 対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に高値を示した. また, 不動群と比べ不動+電気群が有意に低値を示した. 一方, 非不動側(左側)においては, VFF4g および VFF15g に対する逃避反応回数とも, 3 群間に有意差は認められなかった. (図 5)

4. 足関節 ROM

実験開始時は 3 群の全てのラットとも 160°と同等であったが, 不動から 4 週目においては, 対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に低値を示した. (図 6)

5. 相対重量比と筋組織像

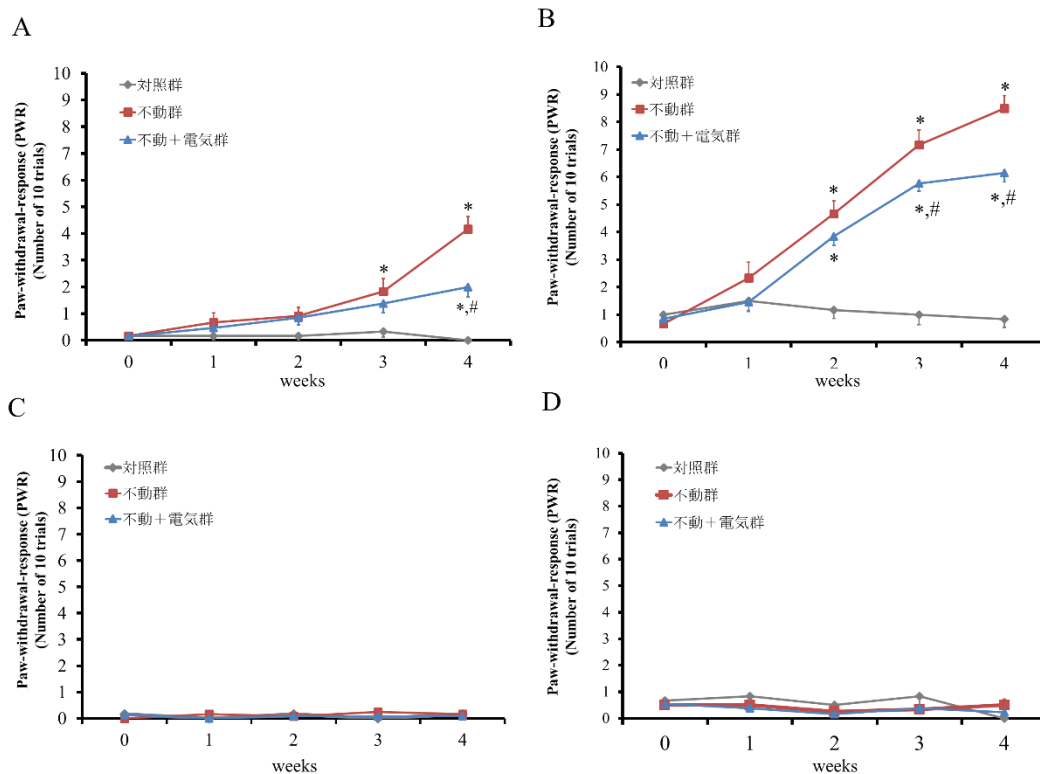


図 5 足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値の推移

A: 不動側の VFF4g に対する逃避反応回数, B: 不動側の VFF15g に対する逃避反応回数, C: 非不動側の VFF4g に対する逃避反応回数, D: 非不動側の VFF15g に対する逃避反応回数. 平均±標準誤差. *: 対照群との有意差 ($p < 0.05$), #: 不動群との有意差 ($p < 0.05$).

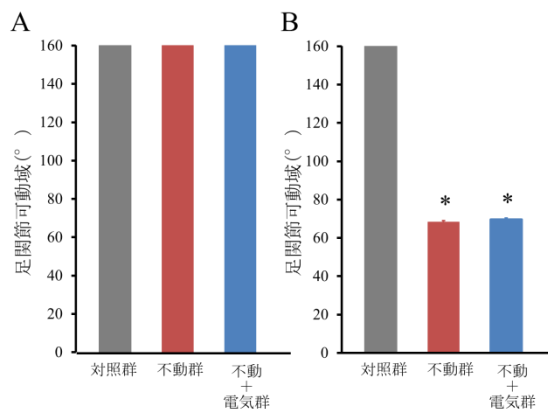


図6 不動側(右側)足関節ROM

A: 実験開始時, B: 実験終了時. 平均±標準誤差.
*: 対照群との有意差 ($p < 0.05$).

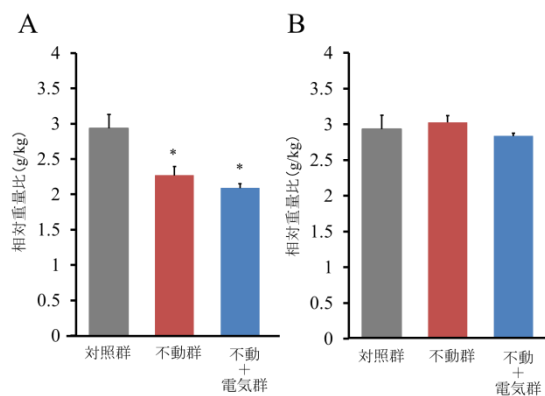


図7 腓腹筋外側頭の相対重量比

A: 不動側(右側), B: 非不動側(左側). 平均±標準誤差.
*: 対照群との有意差 ($p < 0.05$)

不動側(右側)の腓腹筋の相対重量比は、対照群に比べ不動群と不動+電気群が有意に低値を示したが、非不動側(左側)では3群間に有意差は認められなかった(図7). また、腓腹筋の組織像を鏡視したところ、不動群と不動+電気群において筋線維サイズの縮小は観察されたが、筋線維損傷や筋浮腫といった筋病理学的所見は3群の全てのラットで認められなかった(図8).

考察

本研究では、ラット足関節不動モデルのギプス固定期間中に、不動側の腓腹筋に対して電気

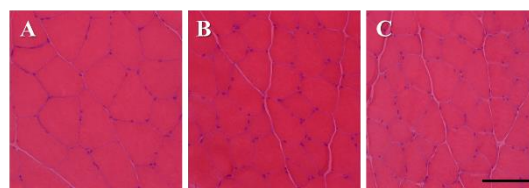


図8 不動側(右側)の腓腹筋のHE染色像

A: 対照群, B: 不動群, C: 不動+電気群.
Scale bar=10 μ m.

刺激による等尺性収縮運動(40Hz, 4mA, 10分)を4週間負荷した. 吉村ら¹²⁾の報告によれば、本研究と同様なラット足関節不動モデルの不動側後肢に対して電気刺激(1Hz, 4mA, 60分)による等尺性収縮運動を負荷すると関節拘縮の発生が軽減したとされている. これに対して、本研究では、不動群と不動+電気群の両群に足関節の関節拘縮は認められたものの、2群間に有意差は認められなかった. また、一般に等尺性収縮運動を負荷することにより廃用性筋萎縮の発生が軽減することが知られているが¹³⁾、本研究の不動+電気群では4週間のギプス固定により発生した廃用性筋萎縮は軽減されなかった. つまり、今回設定した電気刺激による等尺性収縮運動が筋組織に与える生物学的作用はさほど大きいものではなかったと推測でき、それを裏付けるように、筋組織像に筋損傷などを示唆する所見は確認されなかった.

一方、行動学的手法による痛覚閾値の評価をみると、不動群の腓腹筋外側頭の筋圧痛閾値および足底部の機械的刺激に対する痛覚閾値は低下し、痛覚過敏の発生が認められた. これは、大賀ら³⁾の先行研究で示されている不動が原因で発生する痛覚過敏と考えてまず間違いのないであろう. そして、不動期間中に電気刺激による等尺性収縮運動を負荷した不動+電気群では、腓腹筋と足底部のいずれにおいても、痛覚過敏が軽減した. つまり、不動に伴う骨格筋と皮膚の痛覚過敏は、等尺性収縮運動によって軽減できる

ことが示された。その作用メカニズムについては、本研究の結果のみから考えることはできないが、先行研究を基に、考えられる可能性について以下に述べるとする。

まず、本研究では、等尺性収縮運動による痛覚過敏の軽減は、電気刺激を直接行った腓腹筋のみならず、遠隔部に位置する同側肢の足底部でも認められた。この結果から、等尺性収縮運動による痛覚過敏の軽減効果は、腓腹筋そのものの変化ではなく、中枢神経系を介した何らかの作用によるものではないかという仮説が成り立つ。例えば、Goldfarbら¹⁴⁾の報告では、運動によって内因性オピオイドシステムの活性化が引き起こされ、末梢および中枢におけるβ-エンドルフィンの放出によって疼痛の感度が低下することが示されており、これがEIHのメカニズムの1つと考えられている。また、Koltynら¹⁵⁾の報告では、オピオイド拮抗薬を投与した健常人に対して運動を負荷した場合でもEIHが誘発されたことから、非オピオイドによる鎮痛機構の存在も指摘しており、それには内因性カンナビノイドが深く関わっていると考えられている。そして今回、内因性オピオイドシステムまたは内因性カンナビノイドのいずれか等尺性収縮運動により作用した可能性が考えられる。ただ、これまでの研究はすべて、EIHを運動による即時効果として捉えており、長期効果を検討したものは見あたらない。これに対して、本研究では定期的な繰り返しの等尺性収縮運動を負荷しており、痛覚過敏の軽減効果は不動から3週目以降に明らかとなった。これらのことを考えると、本研究で見られた痛覚過敏の軽減効果はEIHによるものとも言い切れない。

一方、今回の足関節不動モデルラットで見られ

た不動に伴う痛覚過敏の発生要因としては、感覚入力の低下が考えられている¹⁶⁾。そして、Hamaueら¹⁷⁾は、足関節不動モデルラットの足底に対して振動刺激による感覚入力を継続的に行うと、脊髄後角の中枢性感作が抑制され、その結果、痛覚過敏の発生が予防・軽減されたと報告している。これを踏まえて本研究を考えると、不動+電気群に感覚入力となされたことと捉えることができる。つまり、等尺性収縮運動によって生じる骨格筋からの感覚入力、または電気刺激そのものによって、Hamaueら¹⁷⁾の報告と同様な機序により痛覚過敏が軽減した可能性がある。

このように、等尺性収縮運動が不動に伴う痛覚過敏を抑制したメカニズムは複数考えられるが、本研究の結果のみではどのメカニズムが作用したか推測を脱することはできない。ただ、どのメカニズムが作用したとしても、不動期間中における25%最大収縮力という低強度の等尺性収縮運動の介入によって、不動に伴う痛みの発生が軽減できたのは事実であり、臨床応用も十分可能であると考えられる。今後は、本研究で明らかにできなかった痛覚過敏に対する等尺性収縮運動の作用メカニズムを明らかにし、より効果的な等尺性収縮運動の条件が検討される必要があると考える。

謝辞

今回の実験において、ご指導、ご協力いただいた長崎大学大学院医歯薬学総合研究科運動障害リハビリテーション学研究室の先生方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 沖田 実, 松原貴子・他: 機能障害科学入門, 千住秀明(監), 神陵文庫, 福岡, 2010, p56, p183.
- 2) Hamaue Y, Nakano J, et al.: Immobilization-induced hypersensitivity associated with spinal cord sensitization during cast immobilization and after cast removal in rats. *J Physiol Sci.* 2013; 63: 401-408.
- 3) 大賀智史, 関野有紀・他: ラット足関節不動モデルの骨格筋における痛覚過敏と神経成長因子の変化. *日本運動器疼痛学会誌.* 2014; 6: 107-113.
- 4) Umeda M, Newcomb LW, et al.: Examination of the dose-response relationship between pain perception and blood pressure elevations induced by isometric exercise in men and women. *Biol Psychol.* 2010; 85: 90-96.
- 5) Hoffman MD, Shepanski MA, et al.: Intensity and Duration Threshold for Aerobic Exercise-Induced Analgesia to Pressure Pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85: 1183-1187.
- 6) Koltyn KF, Arbogast RW, et al.: Perception of pain after resistance exercise. *Br J Sports Med.* 1998; 32: 20-24.
- 7) Naugle KM, Fillingim RB, et al.: A Meta-Analytic Review of the Hypoalgesic Effects of Exercise. *J Pain.* 2012; 13: 1139-1150.
- 8) 阿部信寛: ギプス固定中のリハビリテーション-しておきたい, しなければならぬリハビリ-. *整形外科看護.* 2005; 10: 1033-1036.
- 9) Ray CJ, Marshall JM: Elucidation in the rat of the role of adenosine and A2A-receptors in the hyperaemia of twitch and tetanic contractions. *J Physiol.* 2009; 587: 1565-1578.
- 10) Yokoyama T, Lisi TL: Muscle fatigue increases the probability of developing hyperalgesia in mice. *J Pain.* 2007; 8: 692-699.
- 11) Peleshok JC, Silva AR: Delayed reinnervation by nonpeptidergic nociceptive afferents of the glabrous skin of the rat hindpaw in a neuropathic pain model. *J Comp Neurol.* 2010; 519: 49-63.
- 12) 吉村彩菜, 原槇希世子・他: 電気刺激を用いた筋収縮運動の収縮様式の違いがラットヒラメ筋の線維化ならびに拘縮におよぼす影響. *理学療法学.* 2014; 41 巻大会特別号 2 : 1487.
- 13) 藤田 直人, 村上 慎一郎・他: *日本物理療法学会会誌.* 2012; 19: 53-58.
- 14) Goldfarb AH, Jamurtas AZ: Beta-endorphin response to exercise. An update. *Sports Med.* 1997; 24: 8-16.
- 15) Koltyn KF, Brellenthin AG: Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia. *J Pain.* 2014; 15: 1294-1304.
- 16) 松原貴子, 沖田実・他: *ペインリハビリテーション*, 三輪書店, 東京, 2011, p134.
- 17) Hamaue Y, Nakano J: Effects of Vibration Therapy on Immobilization-Induced Hypersensitivity in Rats. *Phys Ther.* 2015; 95: 1015-1026.

(指導教員 : 中野治郎)

呼吸介助の介助部位別における呼吸代謝応答の違いについて —座位姿勢での検証—

中津留優里奈・早崎雄喜

要旨

本研究では、座位姿勢における上部胸部と下部胸部の介助部位の違いが呼吸代謝応答に与える影響について比較検討した。若年健常者 17 名(男子 8 名, 女子 9 名)を対象に、座位姿勢で上部胸部と下部胸部へ呼吸介助を 2 回施行し、それぞれ、呼吸介助施行前・中・後において、換気面、代謝面、自覚症を評価した。その結果、換気面では下部胸部への呼吸介助は、一回換気量(tidal volume, 以下 V_T)が安静時より介助施行中に有意に増加し、呼吸数(frequency, 以下 f)は有意に減少した。 V_T の経時変化は、呼吸介助開始 2 分で下部胸部が有意に高値を示した。また、代謝面では酸素摂取量は上部胸部、下部胸部共に安静時より介助中に有意に減少した。自覚症は両部位に差はなかった。今回、座位姿勢での下部胸部への呼吸介助は換気面において V_T と f の変化量が大きく、介助による効果が早期に現れること示唆された。

はじめに

呼吸介助とは、患者の胸部に用手接触し、呼吸にあわせて、胸部を生理的な運動方向に一致して圧迫し、次の吸気時には圧迫を解放することを繰り返す、徒手的に胸部運動を他動的に介助する手技である¹⁾。その主たる目的は、換気量の改善である。加えて、気道分泌物の移動、呼吸仕事量の減少、呼吸困難の減少などの効果もあり¹⁾、呼吸リハビリテーションにおいてコンディショニングの手技として用いられている²⁾。

これまでに、呼吸介助の効果に関する先行研究は、呼吸循環機能に及ぼす影響から検討されているものが多い。伊橋らは³⁾、健常者を対象に呼吸介助施行中の静的肺気量分画について検証し、 V_T が有意に増加したことを示した。また有菌らの⁴⁾慢性呼吸器疾患患者を対象とした報告においても、 V_T の有意な増加を認めている。これらの効果の背景として、 V_T の増加には予備呼気量(expiratory reserve volume, 以下ERV)、予備吸気量(inspiratory reserve volume, 以下IRV)の減少が起こるといわれており⁵⁾、呼吸介助施行中のERVさらには機能的残気量が減少することが示されている³⁻⁶⁾。

そして、この呼吸介助は側臥位や仰臥位、座

位などの様々な姿勢で施行されるが、その姿勢の選択を明確にした先行研究はほとんどない。これまでに伊橋ら³⁾は、健常者を対象に座位の上部胸部、仰臥位の上部および下部胸部といった姿勢や介助部位など3つの条件別に静的肺気量分画を比較、検討した。その結果、これらの条件別に V_T の増加には差は認められなかったことを報告している。

一方、臨床の場面で呼吸困難が生じている患者は起座呼吸を呈することが多い。その際、呼吸困難の軽減を目的に座位姿勢で呼吸介助を施行することが多い。しかし、座位姿勢で上部胸部、下部胸部のいずれに呼吸介助を施行すればよいか、また、効果の相違はあるのか疑問である。

座位姿勢における呼吸介助の効果について、有菌ら⁴⁾は慢性呼吸器疾患患者を対象に呼吸循環応答を検討し、 V_T の有意な増加と f および酸素摂取量(oxygen uptake, 以下 $\dot{V}O_2$)の有意な減少を報告した。しかし、本研究は下部胸部のみに呼吸介助を施行したものであり、上部胸部と下部胸部の2つの部位の影響の相違について検討していない。

そこで、今回、座位姿勢における上部胸部と下部胸部への介助部位の違いについて検討することとした。

仮説として、先行研究^{3,4)}より、上部胸郭、下部胸郭ともに呼吸介助中の V_T は安静時より増加し、 f は減少すると考えた。また、 V_T の増加に介助部位別の差はないと予測した。さらに、静的肺気量分画においては、いずれにおいても予備呼吸量は減少すると仮説をたてた。

本研究の目的は、健常者を対象に座位姿勢における上部胸郭と下部胸郭の2つの介助部位の呼吸代謝応答への影響について、上記仮説を検証し、臨床での適用を明確にするための基礎資料とすることである。

対象

対象は、若年健常者22名(男性11名、女性11名)で、年齢、身長、体重は平均でそれぞれ21.6 ± 1.0歳、164.4 ± 8.2cm、58.1 ± 12.2kgであった。除外基準は、現在喫煙をしているもの、脊椎疾患、呼吸器疾患、心疾患のあるものとした。対象者には、本研究の目的および手順、リスクについて説明し、同意を得た上で安全面を重視して測定を行った。本研究は、長崎大学倫理委員会の承認後実施した(承認番号15051415)。

研究デザイン

本研究は、対象者を上部胸郭、続いて下部胸郭の順に呼吸介助を実施する群と、その逆の順番の群とにランダムに割り付け、ランダム化クロスオーバー比較試験にて行った。2回の測定の間隔は1日以上設けた。呼吸介助は手技に熟練した同一の理学療法士1名が行った。

評価項目

呼吸介助施行中、施行前後において、携帯型呼吸ガス分析装置(アニマ社製エアロソニックAT-1100 Ver. 3. 01)を使用し、 V_T 、 f 、 $\dot{V}O_2$ 、二酸化炭素摂取量(carbon dioxide output, 以下 $\dot{V}CO_2$)を測定した。また、呼吸介助施行前後の静的肺気量分画はスパイロメーター(ミナト医科学社製AUTOSPIRO AS-500)を使用し、ERV、IRVを測定した。自覚症の評価は、2回の呼吸介助施行後、上部胸郭、下部胸郭への呼吸介助でどちらがより呼吸が楽であったかを口頭で聴取した。

測定プロトコル

測定は呼吸介助前にスパイロメーターを用い、静的肺気量分画を3回測定し、予測値に近い測定値を採用した。その後、被験者は図1に示すような安楽した椅子座位にて前方のテーブルを支持した前傾座位とした。その際、呼気ガス分析器のマスクを装着し、10分間の安静座位後に呼吸介助を5分間施行、終了後は3分間の安静座位を保ち、合計18分間にわたって連続的に測定した。呼吸介助終了後、再度スパイロメーターにて静的肺気量分画を測定した。自覚症は、上部胸郭および下部胸郭の2回の呼吸介助実施後に聴取した。



図1 測定実施状況

統計処理と解析方法

呼気ガス分析による測定データはbreath-by-breath方式で取り込み、1分ごとの平均値を算出した。安静時と施行中の比較については、安静時は最も呼吸が安定した3分間の平均値、呼吸介助中は呼吸介助開始後2分経過後からの1分間の平均値を用いた。

上部胸郭と下部胸郭の比較ならびに安静時と呼吸介助施行時の比較について、正規性の検定をShapiro-Wilk検定を実施し、正規性が認められた場合は対応のあるt検定、認められなかった場合はWilcoxonの符号付順位検定を実施した。また、統計解析ソフトはPASW Statistics 18を使用し、危険率5%を統計学的有意とした。

結果

対象者 22 名中, 上部胸部と下部胸部の呼吸介助開始前の安静時の V_T の差が標準偏差の 2 倍を越えていた者 (5 名) を除外し, 解析対象者は, 若年健常者 17 名 (男性 8 名, 女性 9 名) となった. 解析対象者の平均年齢は 21.6 ± 1.0 歳, 平均身長は 164.4 ± 8.2 cm, 平均体重は 58.1 ± 12.2 kg であった.

①換気面

V_T は下部胸部, 上部胸部ともに安静時より呼吸介助施行中において増加したが, 下部胸部のみで有意差を認めた (表 1). f も下部胸部において有意に減少した (表 2). さらに, 上部胸部と下部胸部の V_T の変化率の経時的変化の違いについては, 開始 2 分で下部胸部が 26.6%, 上部胸部は 7.8% 増加し, 上部胸部に比べ下部胸部が有意に高値を示した (図 2). 静的肺気量分画の IRV と ERV は, 呼吸介助前後で上部胸部, 下部胸部とも有意差は認められなかった (表 3, 4).

表 1 V_T

	安静時	呼吸介助中
上部(ml)	555.6±96.2	594.6±96.4
下部(ml)	539.3±82.6	660.1±159.2*
	Mean±SD ※P<0.05	

表 2 : f

	安静時	呼吸介助中
上部(回/min)	16.3±3.7	18.1±4.5
下部(回/min)	16.4±2.7	14.0±3.4*
	Mean±SD ※P<0.05	

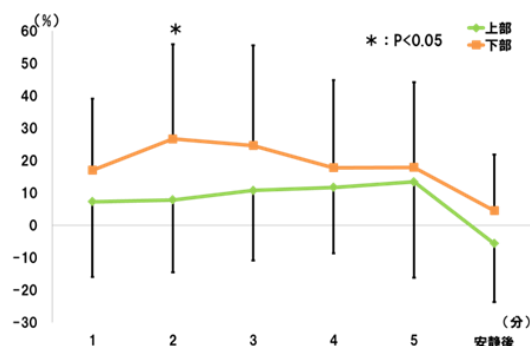


図 2 V_T の経時的変化

表 3 IRV

	呼吸介助前	呼吸介助後
上部(L)	1.65±0.49	1.67±0.53
下部(L)	1.79±0.58	1.62±0.42
	Mean±SD	

表 4 ERV

	呼吸介助前	呼吸介助後
上部(L)	1.65±0.49	594.6±96.4
下部(L)	539.3±82.6	660.1±159.2
	Mean±SD	

②代謝面

$\dot{V}O_2$ は上部胸部と下部胸部共に安静時より呼吸介助施行中で有意に減少した (表 5). $\dot{V}CO_2$ は上部胸部と下部胸部共に有意差は認められなかった (表 6). さらに, $\dot{V}O_2$ の経時的変化の違いについても上部胸部と下部胸部の間で有意差を認めなかった (図 3).

表 5 $\dot{V}O_2$

	安静時	呼吸介助中
上部(ml/min)	238.3±78.7	207.9±59.9*
下部(ml/min)	231.9±56.3	202.5±47.1*
	Mean±SD ※P<0.05	

表 6 $\dot{V}CO_2$

	安静時	呼吸介助中
上部(ml/min)	246.7±74.7	258.2±85.7
下部(ml/min)	240.3±50.7	246.7±70.6
	Mean±SD	

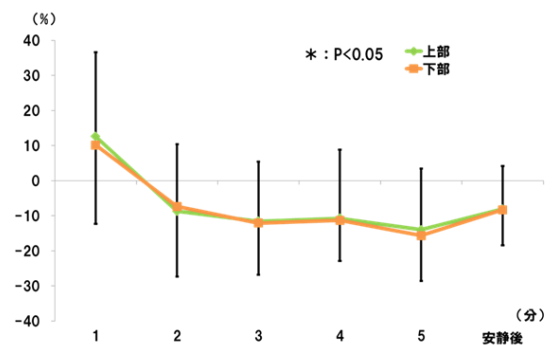


図 3 $\dot{V}O_2$ の経時的変化

③自覚症

上部胸郭の方が呼吸が楽であったと答えた者が7名、下部胸郭と答えた者が10名であった。

考察

座位姿勢における呼吸介助の介助部位の違いが呼吸代謝応答に与える影響について換気、代謝、自覚症の面から比較、検討した。

換気面においては、下部胸郭への呼吸介助において V_T の早期に増加し、かつ呼吸介助施行中での有意な増加、 f の有意な減少が認められた。 V_T の増加に関する先行研究において、胸郭の呼吸時の圧迫と吸気時の拡張の可動域が胸郭拡張差に反映され V_T の増加量に影響しているということ⁷⁾が報告されている。健常者の胸郭拡張差は、腋窩部で2.8~2.9cm、剣状突起部で3.3~3.5cm、第10肋骨部で3.1~3.6cmと上部胸郭より下部胸郭の方が胸郭拡張差が大きいといわれている⁸⁾。また田平ら⁹⁾は上部胸郭より下部胸郭の方が胸郭の可動性が大きい傾向にあったと報告している。今回、我々の結果も胸郭拡張差に反映し下部胸郭で V_T が有意に増加した可能性があると考えられた。 f に関して、呼吸介助を行うと V_T が増加することで f が減少し、 V_T 優位の呼吸パターンになることが示されている¹⁰⁾。有菌らの研究⁴⁾でも、慢性呼吸器疾患患者に呼吸介助を行うことで V_T が増加し、 f が減少すると報告されている。今回の結果において、下部胸郭では有菌らの報告と同様の結果が示された。しかし、上部胸郭において V_T は有意に増加せず、 f は減少を認めなかった。この理由として、上部胸郭は吸気時に前後径が増大するが、仲保ら¹¹⁾は、前傾座位姿勢では上部胸郭の上前方への拡張運動が制限されるという報告している。このことから、本研究における測定姿勢が前傾座位であり、上部胸郭の動きが制限されたことで V_T の増加が抑制されたものと推測された。それにともなって、 f も減少しなかったと考えられる。IRVとERVはともに呼吸介助施行前後で上部胸郭、下部胸郭ともに有意差は認められなかった。健常者を対象とした研究において、呼吸介助は安静呼吸位を越えて呼吸を介助するため、呼吸介助施行中はERVが減少すると報告されている³⁾。このことから呼吸介助の肺気量分画への影響は呼吸介助施行中のみであり、

手技終了後は速やかに施行前の状況に復するものと考えられた。

代謝面においては、 $\dot{V}O_2$ は上部胸郭、下部胸郭ともに呼吸介助中は有意に減少した。これは、呼吸介助によって呼吸を介助することで、次の吸気が受動的に行われることにより、吸気の際の呼吸筋の仕事量が減るため、酸素消費量が減少したと考えられる。呼吸器疾患患者を対象とした有菌ら⁴⁾の研究でも、 $\dot{V}O_2$ の減少は呼吸筋の仕事量が減少していると推察している。

さらに自覚症においては上部胸郭と下部胸郭で違いはなかった。これは、今回の対象は健常者であり、日常生活の中で呼吸困難や呼吸努力を自覚することがないため、呼吸介助そのものによる影響の相違が得られなかったと考えられる。また、呼吸器疾患患者を対象に、息切れ感と SpO_2 の関連性を検討した研究では、主観的指標と客観的指標は一致しなかったという報告されており¹²⁾、われわれの結果も同様であったと推察した。

本研究の制限因子として、上部胸郭および下部胸郭の柔軟性を評価していないこと、被験者の前傾姿勢の条件を設定しなかったことなどが考えられた。今後はこれらの因子の影響を検討するとともに、対象者数を増やし、その年齢層や基礎疾患ならびに呼吸困難の有無といった状況を考慮して検討していく必要がある。

本研究では下部胸郭への呼吸介助にて換気面の変化量が大きい結果となった。今回の対象は健常者という制限はあるが、臨床で応用する際も下部胸郭への呼吸介助において呼吸代謝応答が得られやすい可能性が予想される。

まとめ

今回、座位姿勢での介助部位別における呼吸代謝応答の違いについて、若年健常者を対象に比較、検討した。その結果、換気面では下部胸郭の呼吸介助で V_T が安静時より呼吸介助中に有意に増加し、 f は有意に減少した。また、 V_T は上部胸郭より早期に増大していた。代謝面、自覚症では両部位間に差は認められなかった。以上のことから、座位姿勢での呼吸介助の介助部位の違いの特徴として、下部胸郭への呼吸介助の方が換気面において V_T と f の変化量が大きく早期に影響が現れることが明らかになった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご尽力を賜りました田中貴子助教、神津玲教授ならびに長崎大学大学院医歯薬学総合研究科の諸先生方、

研究にご協力いただいた長崎大学生の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 千住秀明, 眞淵 敏, 他監修:呼吸理学療法標準手技 第1版. 医学書院, 東京, 2008, pp. 92-95.
- 2) 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 他編:呼吸リハビリテーションマニュアル-運動療法-, 第2版 照林社, 東京, 2012, pp38.
- 3) 伊橋光二, 斎藤昭彦, 他:呼吸介助手技が肺気量分画に与える影響. 理学療法学. 1989;16;4:267-272.
- 4) 有菌信一, 北川知佳, 他:慢性呼吸器疾患患者に対する座位呼吸介助手技の換気代謝機能へ及ぼす影響. 長崎大学医療技術短期大学部紀要. 2000;13;133-137.
- 5) A. I. Kapandji, 訳:塩田悦二:カバンジー機能解剖学 カラー版 第6版. 医歯薬出版, 東京, 2010, pp. 152-155.
- 6) 山崎允, 上村洋充, 他:用手的呼吸介助手技施行時の肺気量分画の変化と横隔膜の移動距離の観察. 日本私立医科大学理学療法学会誌. 2008;25:113-116.
- 7) 鋤崎利貴, 横山茂樹, 他:胸郭の柔軟性が呼吸介助手技時の一回換気量に及ぼす影響について. 長崎理学療法. 1998;1:13-17.
- 8) 千住秀明:呼吸リハビリテーション入門 理学療法士の立場から 第4版. 神陵文庫, 長崎, 2004, pp82.
- 9) 田平一行, 神津玲, 他:中高年者における胸郭拡張差を加味した肺機能予測式の検討. 理学療法学. 1996; 23;2:66-71.
- 10) 上村洋充, 眞淵敏, 他:術後呼吸不全患者に対する徒手的呼吸介助時の換気変化について. 理学療法学. 1997, 24;203
- 11) 仲保徹, 山本澄子, 他:脊柱後彎位が胸郭運動に与える影響 Slump SittingとStraight Sittingの比較から. 理学療法科学. 2009;24:697-701.
- 12) 大場友裕, 小松直正, 他:患者の訴えに振り回される新人理学療法士の取り組み 主観的な訴えと客観的指標との関連. 理学療法京都. 2013;42;102-103.

(指導教員: 田中貴子・神津 玲)

高齢者サークルの主たる活動内容の違いによる主観的効果への影響

野中愛弥

要旨

近年の高齢化に伴い、長崎県の要介護・要支援認定者は増加の一途をたどっている。しかし、離島地域では十分な介護サービスの提供体制が整っていないのが現状である。本研究では、長崎県新上五島町で運動や集いの場となるサークルに参加している在宅高齢者を対象に、サークルの主たる活動内容の違いが参加者の主観的効果に影響を及ぼすのかを調査した。その結果、介護予防・認知機能改善を意図した運動であるスクエアステップでは精神的充実、レクリエーション・食事会等を含むミニデイでは交流・利他、転倒予防の体操サークルでは身体機能に主観的効果が大きく表れた。本結果から、サークルの主たる活動内容の違いによって、参加する高齢者の主観的効果にも違いがあることが示唆された。今後、地域の実情やニーズに応じて、サークルの活動内容を工夫しながら、地域のコミュニティの活性化を図ることが重要であろう。

1. 緒言

本県では、全国平均に比べ高齢化が早く進んでおり、2025年には65歳以上の高齢者人口が約44万人、高齢化率では35.2%（全国30.3%）に達すると推測されている。さらに、離島地域においてその傾向は顕著に現れている。2013年10月1日時点の各離島地域での高齢化率は総じて30%を超え、2025年には43.4%になると見込まれており、本土と比べ、離島地域においては高齢化の進行はより急速である¹⁾。

長崎県における要介護・要支援認定者は、高齢者人口の増加に伴い、年々増加している。介護サービス基盤は、大規模離島においては、施設サービスを中心に比較的充実しているが、医療系の介護サービス基盤は本土に比べ不足している。人口が少ない小離島については、人口規模や地域的特性から市場原理が働きにくく、介護サービス提供事業者の参入が難しいため、医師やコメディカルの偏在化が進行し、要介護者・要支援者に対する介護サービスの提供体制が整っていない状況にある。以上のことから、離島の高齢者対策においては、住民の主体的な取り

組みによって安心して暮らせる地域づくりに取り組んでいく必要がある。

このような地域では、地域スポーツ（運動）活動を通して地域の絆の結びつき、地域での支え合いを再発見できるよう運動を柱とした地域コミュニティの再構築が重要と考えられる。しかし、先行研究によると、石飛ら²⁾は、サークル運営の課題として、参加意欲維持の困難さや世話役の高齢化と人材不足による活動の困難性、企画内容の工夫の困難性、実施場所と回数の不足、実施場所の環境整備不足などを挙げている。また、後藤ら³⁾は、高齢者家族の地域関係は、極めて疎遠な状況であること、そして、高齢者自身も町内会や敬老会といった地域活動よりも、個人の趣味趣向に合致した活動のみを実施するサークルやサロンといった活動に参加する傾向が強いことを明らかにしている。その上で、社会の近代化と生活の個人主義の進展により、生活においても個人的差異が顕著になるのは当然であることから、高齢者にとって地域関係の支えは必要不可欠である。しかし、それらが古い意識のまま運営・

維持されることで、住民のニーズに対応できず、密な地域関係の構築は今後ますます困難になると指摘している。今後の地域コミュニティの再構築、もしくは新しい地域コミュニティの形成時にもこれらの問題は大きな影響を与えうる。高齢者問題の解消のために、行政がどのようなコミュニティづくりを考えていくのかが、今後の課題となりうる。

今回の研究では、地域コミュニティの中でも運動を柱とするサークルに焦点を当てた。光本ら⁴⁾は、高齢者のスポーツにおける運動の効果として、体力の向上、運動習慣や運動への興味・意識の変容が改善されたことを報告している。また、中垣内ら⁵⁾は、新たな介護予防の運動であるスクエアステップについて高齢者の身体機能、認知機能に効果があることを報告している。このように、運動の継続的な実践により、身体機能や認知機能の向上、健康寿命の延伸、転倒率の低下への効果が報告されている。つまり、これらの効果は、運動を継続して実践するサークル活動にもつながると考えられる。一方、サークル活動の活性化は、参加者の身体的効果のみならず、主観的効果が重要になりうる。しかし、これまでこのような運動サークルに参加することによって得られた主観的効果を検討した報告はほとんどみられない。また、運動を柱としたサークル活動とは言っても、活動内容や実施している運動種目にはそれぞれ違いがあり、その違いによって得られる効果にも差異が生じると考えられる。

そこで本研究では、長崎県新上五島町で実施されている運動自主サークル活動であるスクエアステップ、ミニデイ、転倒予防体操の各サークルに参加する高齢者の主観的効果を調査し、高齢者サークルの主たる活動内容の違いによる、効果の違いを検討することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象者

本研究の対象者は、長崎県新上五島町に在住して自立した生活を送り、スクエアステップ、ミニデイ、転倒予防体操のいずれかのサークルに所属する70～80歳代の女性173名(77.6±11.4歳)であった。それぞれのサークルでの内訳は、

スクエアステップ 73名(76.4±11.6歳)、ミニデイ 57名(79.5±10.5歳)、転倒予防体操 43名(77.2±11.4歳)であった。

2. サークルの活動内容

1) スクエアステップ

本研究の対象者はスクエアステップを中心に月2回活動しているサークルである。本研究では9サークル(地区)を対象とした。スクエアステップとは横幅100cm、奥行き250cmの面を25cm四方のマス目で区切ったマット上を前進、後退、左右、斜め方向へ連続移動する運動である。片脚に十分に自重負荷がかかることを意図して、80bpmのリズムに合わせてステップする。サークルでは、マニュアルに提示してあるパターンを見ながらステップを実践している。先行研究⁵⁾により動的バランス能力、下肢筋力への効果や記憶といった認知機能への効果も確認されている。

2) ミニデイ

お手玉などのレクリエーションや運動、それに加え食事会などを中心に月2回活動しているサークルである。本研究では5サークル(地区)を対象とした。

3) 転倒予防体操

転倒予防体操を中心に月2回活動しているサークルである。本研究では5サークル(地区)を対象とした。転倒予防体操は様々な運動機能のレベルの参加者が危険なくストレッチや筋力トレーニングできるように考案された体操であり、特に転倒予防に関する筋肉(大腿四頭筋、ハムストリングス、前脛骨筋、下腿三頭筋、腸腰筋、腰方形筋)に特化したものが多い。

3. 調査方法

スクエアステップ、ミニデイ、転倒予防体操のいずれかのサークルに所属する対象者に運動や健康、生きがいなどに関する自記式アンケートを実施した(付録)。

アンケート項目としては、①過去1年間に実施した運動の種目、②過去1年間の運動の実施頻度、③運動実践の理由、④健康のイメージ、⑤健康状態、⑥同年代と比較した体力の自信感、⑦生

活への満足度, ⑧「生きがい」など精神的充実度, ⑨在住地域への愛着の度合い, ⑩サークル参加の理由, ⑪サークル参加の動機, ⑫サークル参加による主観的効果, ⑬サークル参加・継続での難点, ⑭在住地域での問題点・課題点, ⑮サークルの感想の 15 項目とした。今回は, サークル参加による主観的効果を検討するため, ③運動をする理由, ④健康のイメージ, ⑩サークル参加の理由, ⑪サークル参加の動機, ⑫サークル参加の 5 項目を分析することとした。

4. 統計解析

全対象者におけるアンケート項目ごとの人数分布を求め, 人数分布の期待値を算出し, χ^2 検定を用いた。統計的有意水準は 5% 未満に設定し, 調整済み残差が +1.96 未満であれば 5% 水準で有意に多く, < -1.96 であれば 5% 水準で有意に少ないとした。なお, 統計解析には IBM SPSS Statistics 20 を用いた。

III. 結果

1. 運動をする理由(図 1)

選択肢を「体力づくり」「健康づくり」「運動不足」から構成される“1. 身体機能”, 「気晴らし・楽しみ」「運動が生きがい」から構成される“2. 趣味・娯楽”, 「友人・仲間との交流」「家族との触れ合い」から構成される“3. 交流”, 「周囲の人から勧められた」から構成される“4. 勧誘”の 4 つに分類した。3 サークルにおいて有意な差は見られず, 運動をする理由に関する質問では“1. 身体機能”が多かった。

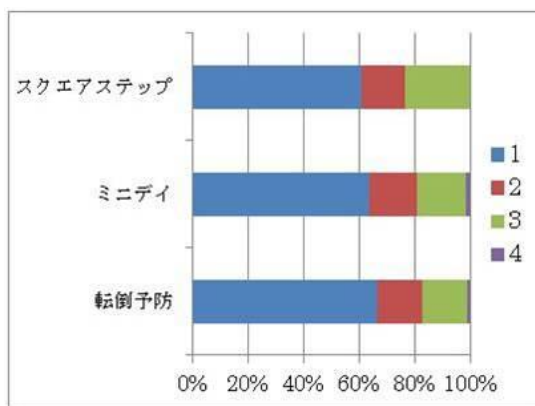


図 1 運動をする理由

2. 健康のイメージ(図 2)(図 3)

選択肢を「体力がある」「病気を持っていない」「薬を服用していない」から構成される“1. 身体”, 「精神的ストレスがない」「くよくよ・イライラがない」「食欲がある」から構成される“2. 精神”, 「地域や友達と交流ができる」「仕事を持っている」「趣味・生きがいがある」「人の役に立っている」から構成される“3. 社会”の 3 つに分類した。“1. 身体”“2. 精神”については有意な差は見られないが, “3. 社会”がスクエアステップでは有意に少なく, 転倒予防体操では有意に多かった。

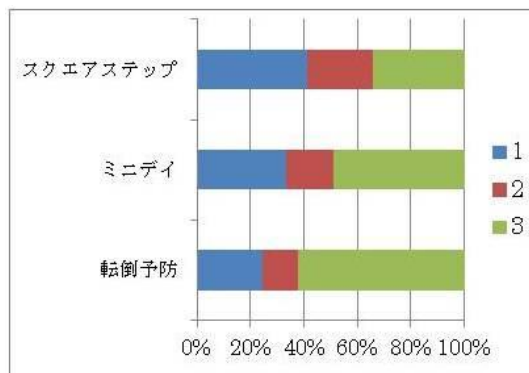


図 2 健康のイメージ

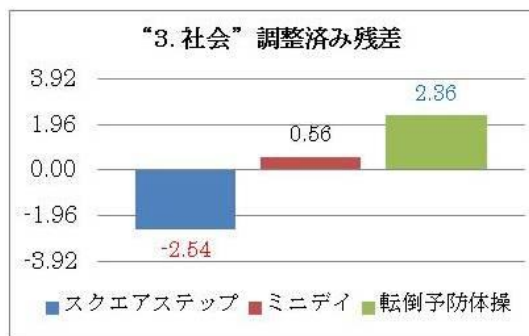


図 3 調査済み残差

3. サークル参加の理由(図 4)(図 5)

選択肢を「体力づくり」「健康づくり」「運動不足」から構成される“1. 身体機能”, 「気晴らし・楽しみ」「運動が生きがい」から構成される“2. 趣味・娯楽”, 「友人・仲間との交流」「家族とのふれあい」から構成される“3. 交流”, 「人の役に立つから」「地域でのつながりのため」から構成される“4. 利他”, 「周囲の人から勧められた」から構成される“5. 勧誘”の 5 つに分類した。3 サークルにはばらつきがみられるが, スクエアステップと転倒予防体操においては“1. 身体機能”が有

意に多かった。一方ミニデイにおいては“1. 身体機能”が有意に少なく，“4. 利他”“5. 勧誘”が有意に多かった。また、スクエアステップにおいては“5. 勧誘”が有意に少なかった。

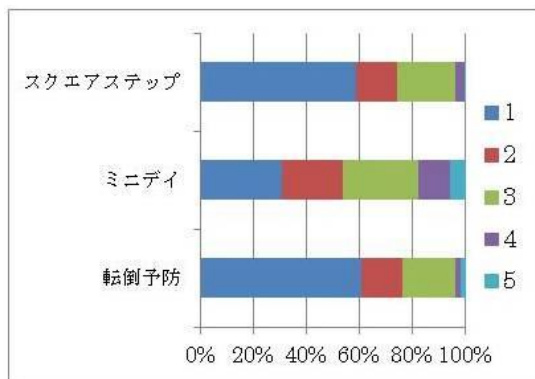


図 4 サークル参加の理由

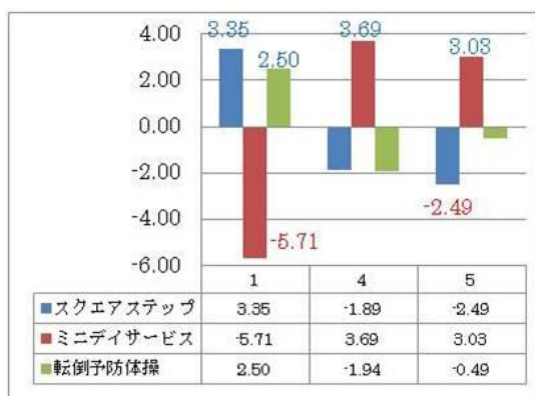


図 5 調査済み残差

4. サークル参加の動機(図 6)(図 7)

選択肢を「体力づくり」「健康づくり」「運動不足」から構成される“1. 身体機能”，「気晴らし・楽しみ」「運動が生きがい」「興味があった」から構成される“2. 趣味・娯楽”，「友人・仲間との交流」「家族とのふれあい」から構成される“3. 交流”，「人の役に立つから」「地域でのつながりのため」から構成される“4. 利他”，「周囲の人から勧められた」「既に集まりがあった」から構成される“5. 勧誘”の 5 つに分類した。スクエアステップにおいては“1. 身体機能”が有意に多く、それに対してミニデイにおいては有意に少なかった。スクエアステップの“1. 身体機能”以外の選択肢を選択した割合は他のサークルより少なく、その中でも“5. 勧誘”は有意に少なかった。

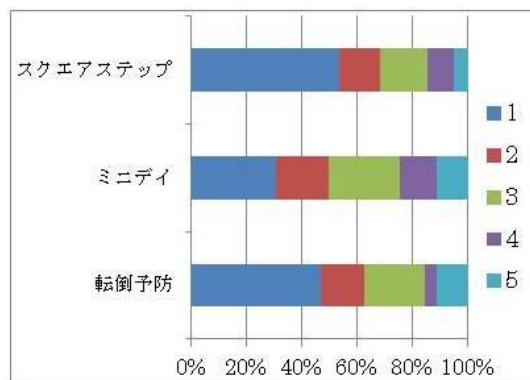


図 6 サークル参加の動機

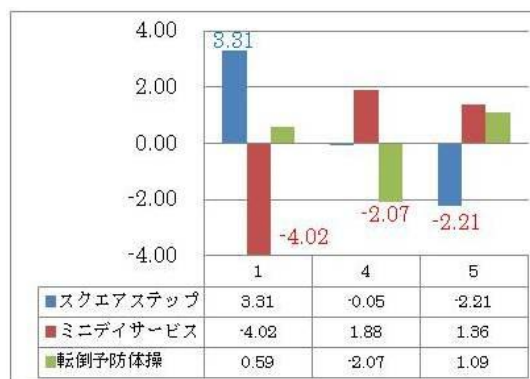


図 7 調査済み残差

5. サークル参加により得られた効果(図 8)(図 9)

選択肢を「体力がついた」「つまずきにくくなった」から構成される“1. 身体機能”，「人と話す時間が増えた」「笑いが増えた」から構成される“2. 精神的充実”，「友達が増えた」「地域の交流が増えた」から構成される“3. 交流”，「人の役に立てるようになった」「生きがいが増えた」から構成される“4. 自尊”，「助け合いの気持ちが増した」，「地域に活気が増えた」から構成される“5. 地域活性”の 5 つに分類した。転倒予防体操では“1. 身体機能”が有意に多かった。それに対して、ミニデイでは“1. 身体機能”が有意に少なく，“4. 自尊”が有意に多かった。転倒予防体操では“2. 精神的充実”が有意に少なかった。

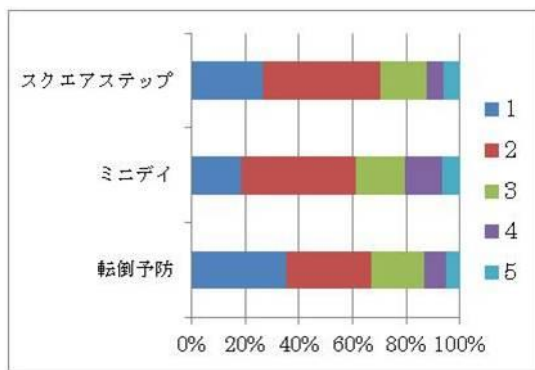


図 8 サークル参加により得られた効果



図 9 調査済み残差

IV. 考察

本研究では、離島地域における運動自主サークル活動に参加する高齢者の主観的効果を調査し、サークルの主たる活動内容の違いによる、効果の違いを検討した。

運動をする理由としては、どのサークルも身体機能と回答する者が多い傾向が見られた。荻内⁹⁾は、高齢者運動教室参加者の身体に関する認知、運動参加動機、体力について調査している。運動をする理由としては、「体力や健康の保持・増進」が最も多いと報告しており、本研究も同様の結果が得られた。しかし、サークルへの参加理由や参加動機などの質問には、スクエアステップと転倒予防体操では「身体機能」のためと回答している者が多いのに対して、ミニデイでは「交流」や「利他」と回答している者が多いことが分かった。活動内容からも推測できるように、スクエアステップと転倒予防体操のサークル活動は運動のみであり、参加者は目的どおり「身体機能」の維持・向上を求めて活動していることが分かった。それに

対してミニデイのサークル活動は、運動の他にもレクリエーションや食事など交流活動や生活行動が活動目的に含まれており、参加者はより「交流」「利他」を活動に求める傾向にあった。宮嶋⁷⁾は、運動・スポーツサークルに所属する高齢者の活動実態と健康意識について調査している。運動・スポーツサークルに加入した理由としては、「健康・体力の維持」が最も多く、次いで「仲間との交流」が多いと報告しており、本研究も宮嶋の報告を支持する結果であった。

サークル活動への参加の効果について、転倒予防体操では「体力がついた」「つまづきにくくなった」など主観的身体機能の向上を挙げた者が他のサークルよりも多い。これは転倒予防体操のプログラムが転倒予防に的を絞る、自己の運動機能に合わせた負荷量で、転倒予防に関連する筋のストレッチや筋力トレーニングを重点的に行ったことによるものと思われる。ミニデイでは「人の役に立てるようになった」「生きがいが増えた」など自尊面での効果を挙げた者が他のサークルより多かった。これはサークル参加によって利他を優先することで「人の役に立てるようになった」や「生きがいが増えた」という自尊の表現として表出したと推測される。スクエアステップでは「笑いが増えた」「地域の交流が増えた」との回答が多い傾向にあった。スクエアステップの身体面への効果は既に報告されており、転倒予防体操と同様、運動による介護予防を目的とした運動サークルである。しかし、転倒予防体操とは異なり、スクエアステップでは身体機能の維持・向上を効果に挙げた者は多くなかった。これは、身体機能の維持・向上の効果よりも精神的充実の効果の優先順位が高かったと推測する。その理由として、スクエアステップのゲーム性や互いにステップパターンを教え合うことによって交流機会の増加が図られており、交流による精神的充実が優先順位として高かったのだと考えられる。優先順位に基づく推察で限界はあるものの、スクエアステップは「精神的充実」、ミニデイは「自尊」、転倒予防体操「身体機能」に主観的効果を感じやすいサークルと言えよう。しかし、優先順位に基づく評価であることから、スクエアステップのように、複数の効果により、1つの効果が十分に表出しない場合があることに留意する必要もある。

これからのサークル活動を営む上で、各活動内容の効果や特徴を見出した上で、地域の実情とニーズに応じて活動内容を工夫して提供することが重要ではないかと思われる。

これからの高齢化対策においては、住民主体の取り組みによる地域づくりが重要であり、高齢者主体で運動を実践する地域コミュニティの活性化はこれからの高齢化対策の一助となりうる。つまり、高齢者が主体的に運動自主サークルを運営することで、地域の絆の結びつきや地域で

の支え合いが再構築され、介護予防における重要な役割を果たすと考えられる。本研究を通して、運動サークルの効果は、参加者の健康意識の向上、体力の維持・向上だけでなく、精神面、社会心理面にも波及することがわかった。さらに、サークルの活動内容の違いによって主観的效果に違いがあることが示唆された。これからは、それぞれの特徴を基に、それぞれのサークルの役割をさらに詳細に検討することが望まれる。

参考文献

- 1) 長崎県ホームページ
<https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2013/09/1378118139.pdf>(2015年12月28日引用)
- 2) 石飛多恵子, 上村尚子, 他:住民による高齢者サロン運営の課題と対策. 島根県立大学短期大学部出雲キャンパス研究紀要. 2011;6:125-133.
- 3) 後藤昌彦, 山崎治子, 他:都市における高齢者の社会的孤立. 高齢者問題研究. 1991;7:73-90.
- 4) 光本健次, 今村貴幸:高齢者のスポーツにおける運動の効果—運動に対する意識の変容と大腰筋量の変化を中心にして—. 東海大学紀要, 開発工学部. 2005;14:7-13.
- 5) 中垣内真樹, 濱原健太郎, 他:地域在住高齢女性に対するスクエアステップエクササイズの効果—身体機能, 認知機能, 健康観に及ぼす影響—. 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻, 保健学研究. 2014;26:pp1-6.
- 6) 蓑内豊:高齢者運動教室参加者の身体に関する認知, 運動参加動機, 体力について. 北星学園大学文学部北星論集. 2002;39:21-29.
- 7) 宮嶋郁恵:運動・スポーツサークル所属者の活動実態と健康意識について:高齢者の場合—. 福岡女子短大紀要. 1992;43:73-87.

(指導教員:中垣内真樹)

健康づくりや運動に関するアンケート調査

年齢 _____ 歳 性別 男 ・ 女

- (1) あなたが昨年度（平成26年4月～27年3月）におこなった運動を下記の中から選び、あてはまるものすべての番号を○で囲んでください。なお、「その他」を選ばれた場合には、種目名等を（ ）内に記入してください。

1. ウォーキング(散歩) 2. 転倒予防体操 3. 演歌体操 4. 太極拳 5. ペタンク
6. ゲートボール 7. グランドゴルフ 8. フラダンス 9. スクエアステップ
10. その他 () 11. 運動はしなかった。

- (2) あなたは運動を昨年度（平成26年4月～27年3月）にどのくらいの割合でおこないましたか。あてはまるものを一つだけ選び、番号を○で囲んでください。

1. 週に3日以上ペース 2. 週に1～2日のペース 3. 月に1～3日のペース
4. 3ヶ月に1～2回くらい 5. 年に1～2回くらい 6. ほとんどおこなっていない

- (3) あなたが運動をするのはどんな理由からですか。最大3つまで選択可能です。

1. 体づくり(転倒予防など) 2. 健康づくり(病気予防) 3. 運動不足だから
4. 楽しみ・気晴らし 5. 友人・仲間との交流 6. 家族とのふれあい
7. 運動が生きがいだから 8. 周囲の人から勧められたから
9. その他 ()

① ② ③

- (4) あなたが健康と感じるイメージについて、最も重要だと思うものを、下記の中から1つ選び、番号を○で囲んでください。

1. 体力がある 2. 病気を持っていない 3. 精神的ストレスがない
4. 地域や友達と交流ができる 5. くよくよ・イライラがない 6. 仕事を持っている
7. 趣味・生きがいがある 8. 食欲がある 9. 人の役に立っている
10. 薬を服用していない 11. その他 ()

- (5) あなたの健康状態はいかがですか。

1. 大変良い 2. まあまあ良い 3. あまり良くない 4. まったく良くない

- (6) あなたは同年代の人に比べて体力に自信がありますか。

1. おおいに自信がある 2. まあまあある 3. あまりない 4. まったくない

- (7) あなたは自分の生活に満足していますか。

1. おおいに満足している 2. まあまあ満足している
3. あまり満足していない 4. まったく満足していない

- (8) あなたは「生きがい」など精神的な充実を感じることはありませんか。

1. ある 2. ときどきある 3. あまりない 4. ない

- (9) あなたは、いま住んでいる地域に対して愛着がありますか。

1. ある 2. まあまあある 3. あまりない 4. ない

付録2 自記式アンケート 2 枚目

現在、スクエアステップ教室に参加している方にお聞きます。

(10) あなたがスクエアステップ教室に参加するのはどんな理由からですか。最大3つまで選択可能です。

- | | | |
|------------------|----------------|-------------|
| 1. 体力づくり(転倒予防など) | 2. 健康づくり(病気予防) | 3. 運動不足だから |
| 4. 楽しみ・気晴らし | 5. 友人・仲間との交流 | 6. 家族とふれあい |
| 7. 周囲の人から勧められたから | 8. 運動が生きがい | 9. 人の役に立つから |
| 10. 地域での繋がりのため | 11. その他 () | |
- ① ② ③

(11) スクエアステップ教室に参加するきっかけはどんな理由からですか。最大3つまで選択可能です。

- | | | |
|------------------|-----------------------|-------------|
| 1. 体力づくり(転倒予防など) | 2. 健康づくり(病気予防) | 3. 運動不足だから |
| 4. 楽しみ・気晴らし | 5. 友人・仲間との交流 | 6. 家族とふれあい |
| 7. 周囲の人から勧められたから | 8. 運動が生きがい | 9. 人の役に立つから |
| 10. 地域での繋がりのため | 11. 既に集まりがあってそこで始めたから | |
| 12. 興味があったから | 13. その他 () | |
- ① ② ③

(12) スクエアステップ教室に参加するようになって得られた効果はなんですか。最大3つまで選択可能です。

- | | | |
|---------------|------------------|--------------|
| 1. 体力がついた | 2. つまづきにくくなった | 3. 友達が増えた |
| 4. 人と話す時間が増えた | 5. 人の役に立てるようになった | 6. 生きがいが増えた |
| 7. 地域の交流が増えた | 8. 助け合いの気持ちが増した | 9. 地域に活気が増えた |
| 10. 笑いが増えた | 11. その他 () | |
- ① ② ③

(13) スクエアステップ教室への参加・継続で難しい点はなんですか。最大3つまで選択可能です。

- | | | |
|----------------|------------------|-------------|
| 1. 膝・腰が痛くて出来ない | 2. 場所が遠い(移動が困難) | 3. ステップが難しい |
| 4. 一緒にする友達が少ない | 5. リーダー(世話役)がいない | 6. 人間関係の問題 |
| 7. 参加人数が少ない | 8. 実施の回数が少ない | 9. マンネリ化の問題 |
| 10. その他 () | | |
- ① ② ③

(14) お住まいの地域での問題点・課題点があれば自由にお書きください。

(15) スクエアステップ教室の感想を自由にお書きください。

コード化によるハイハイ動作分析の試み

～運動学習過程の経時的变化に着目して～

三宅杏奈・李 瑛熙

要旨

従来、運動発達理論は遺伝的要因が強い神経成熟理論で捉えられてきたが、近年、個人・環境・課題の相互作用によるというダイナミック・システムズ理論が有力視されてきている。運動発達は、個体自身の要因や環境要因が様々な運動バリエーションを生み出しながら獲得されていくものと推測される。この考えに基づき、我々は、臥位から二足歩行への橋渡しでありヒトが最初に獲得するダイナミックな移動動作であるハイハイ動作に着目し、「ハイハイ動作分析基準」によるコード化を試みている。今回我々は第5版に至ったこの分析基準を用いて3名の乳幼児のハイハイ動作を理学療法学生4名でコード化し、その信頼性について検討した。検査者間と検査者内の一致度を求めた所、1つの項目を除き検査者間と検査者内共に一致度の高い結果となった。今後はさらに分析基準の信頼性を高め、運動のバリエーションの変化を追っていき、運動発達の規則性を見出して行きたい。

はじめに

古典的な発達神経学の運動発達理論は、McGraw¹⁾や Gesell²⁾が提唱した神経成熟理論により捉えられてきた。この理論は、中枢神経系の下位領域から上位領域に向かって成熟が進み、上位領域の発達によって下位領域の活動が抑制され、随意運動が獲得されていくという階層的かつ直線的な発達モデルである。中枢神経系が前もって決めたパターンが段階的に出現し、運動発達は遺伝に制御されているという考えで、環境要因の影響は重要視されていなかった。

しかし、ここ20~30年で、神経成熟理論への疑問が投げかけられるようになった。多様性に富む発達変化を「起こす」のが神経成熟だけであるという見方は偏りすぎている、運動発達を説明するのに中枢神経系は必要であるが、運動の変化を説明するためには十分ではない、というような観点から、Gibson³⁾のアフォーダンス理論や Thelen⁴⁾のダイナミック・システムズ理論が新たに有力視されるようになった。これらの理論は、運動発達は個人・環境・課題の相互作用によるものであるというもので、神経成熟理論が直線的であったのに比べ同時並列的な視点を持った理論である。

また、このダイナミック・システムズ理論の観点から胎児行動発達を検討した deVries⁵⁾らの研究により、胎児の行動発現、運動開始時期にも順序性があることがわかっている。この研究では、行動発現は遺伝的ではなく、感覚器を持つ筋骨格系の身体構造に導かれて現れ、結果として一貫した行動発現の順序性も自然に現れるということを示している。これは、出生後の発達においても重要な見方であると考えられる。

しかし、いまだにヒトの発達過程には謎が多く、発達の順序性は生得性によるものなのか、環境における経験によるものなのか明らかになっておらず、発達メカニズムの再検討が迫られている。

そこで、我々が所属する鶴崎研究室では臥位から二足歩行への橋渡しの意味を持つと考えられ、ヒトの最初のダイナミックな移動動作であるハイハイ動作に着目し、運動発達を経時的に追える評価法を考案し、発達過程の規則性を見出すことを模索している。

試作段階である「ハイハイ動作分析基準」は改訂を重ね現在第5版である。

今回我々は、この分析基準の信頼性について検討していきたい。

表 1 大項目と小項目
「ハイハイ動作分析基準(第 5 版)」

I. ハイハイのパターンおよび上肢の使い方に関する項目	
-1.	ハイハイの種類
-2.	右上肢の使い方(支持期)
-3.	左上肢の使い方(支持期)
-4.	上肢の動かし方
-5.	上下肢の動かし方の組み合わせ
-6.	上下肢を動かすタイミング
II. 頭部の位置および動きに関する項目	
-1.	右上肢を前に出す時(左上肢で支持している時)の頭の傾き方
-2.	右上肢が床に着いた時の頭の上がり方
-3.	左上肢を前に出す時(右上肢で支持している時)の頭の傾き方
-4.	左上肢が床に着いた時の頭の上がり方
-5.	身体を前進させる時の頭の動き
III. 体幹の動きに関する項目	
-1.	右上肢を前に出す時(左上肢で支持している時)の上部体幹の傾き方
-2.	左上肢を前に出す時(右上肢で支持している時)の上部体幹の傾き方
-3.	右下肢を前に出す時(左下肢で支持している時)の下部体幹の傾き方
-4.	左下肢を前に出す時(右下肢で支持している時)の下部体幹の傾き方
-5.	脊柱の伸展
-6.	右下肢を前に出す時(左下肢で支持している時)の脊柱の側彎
-7.	左下肢を前に出す時(右下肢で支持している時)の脊柱の側彎
IV. 下肢の使い方に関する項目	
-1.	右下肢の支持の仕方(左下肢を前に出すとき)
-2.	左下肢の支持の仕方(右下肢を前に出すとき)
-3.	右下肢が床についた時の膝の位置
-4.	左下肢が床についた時の膝の位置
-5.	右足部の使い方
-6.	左足部の使い方

表 1 選択肢の例示
「ハイハイ動作分析基準(第 5 版)」

I-1. ハイハイの種類	
0.	コード化できない
1.	腹這い
2.	四つ這い
3.	混在
9.	コードに該当するものがない
II-1. 右上肢を前に出す時(左上肢で支持している時)の頭の傾き方	
0.	コード化できない
1.	頭をほぼ垂直に保っている
2.	頭が左に傾く
3.	頭が右に傾く
9.	コードに該当するものがない
II-3. 左上肢を前に出す時(右上肢で支持している時)の頭の傾き方	
0.	コード化できない
1.	頭をほぼ垂直に保っている
2.	頭が右に傾く
3.	頭が左に傾く
9.	コードに該当するものがない
IV-1. 右下肢の支持の仕方(左下肢を前に出すとき)	
0.	コード化できない
1.	足部で支持する
2.	膝関節で支持する
3.	大腿部が接地する
4.	下肢が接地しない
9.	コードに該当するものがない

「ハイハイ動作分析基準(第5版)」について

この分析基準は、三次元動作解析機のような大掛かりな装置を使用せず、場所を問わず乳幼児の自然なハイハイ動作を分析でき、保育士や保護者などの動作分析についての専門的な知識がない者でも扱えるというコンセプトの元に考案された。コード化に関する項目は大項目Ⅰ～Ⅳ、小項目計24項目からなる(表1)。

Ⅰ. ハイハイのパターンおよび上肢の使い方に関する項目

Ⅱ. 頭部の位置および動きに関する項目

Ⅲ. 体幹の動きに関する項目

Ⅳ. 下肢の使い方に関する項目

各小項目に5~7個の選択肢を設定し、その中から検査者が判断したものを選択しコード化を行うものとする。選択肢の中には、動画の角度等により観察ができないためにコード化できない場合に選択する「0. コード化できない」、基準の中に適切な選択肢がない場合に選択する「9. コードに該当するものがない」を各小項目すべてにおいて含んでいる(表2)。

対象と方法

1. 対象

長崎市近郊の保育園を利用している乳幼児で、本研究に関する説明を受け、研究協力に保護者からの同意が得られたもの3名とする。対象の条件として、追跡調査が可能なもので、神経学的・整形外科的疾患のあるものを除外する。また、コード化・分析は長崎大学で理学療法学を学んでいる臨床経験のない学生4名(年齢 25.3 ± 5.1 歳)を対象(検査者)とした。

2. 撮影方法

乳幼児3名のハイハイ動作を、カメラ(IO DATE Qwatch 型番TS-WLCAM)を6台を用い撮影した(図1)。撮影環境は保育園内の畳上である。

撮影は約 180×180 cmの正方形の範囲内で行い、カメラは正方形の四つ角に4台、支柱の約175cmの高さに2台設置し、可能な限り前後左右、上方からの動作が映るよう同時に6方向から撮影した。乳幼児によってハイハイに対する動機づけが異なったため、時間や距離に対する条件付け

は行っていない。また、乳幼児が拒否の行動を示した場合は撮影を中止した。撮影は週1回行い、撮影期間は2015年5月7日~11月4日までの約6か月間である。



○:カメラの位置

→:撮影方向

図1 撮影方法

カメラの位置と撮影方向

3. コード化の方法

コード化には「ハイハイ動作分析基準(第5版)」を用い、検査者4名がそれぞれ2回ずつ行った。コード化は、1サイクルごとに動画を観察し各小項目について検査者が最も適した選択肢を選んでいる。なお、1サイクルは右手(もしくは左手)が床に着いてから一旦離れ、再び右手(もしくは左手)が床に着くまでとしている。

4. 分析方法

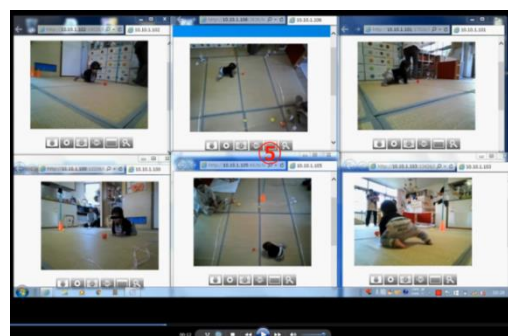


図2 動画のサイクル付け

①6台のカメラで撮影された動画は、中央赤数字のサイクル付けの処理後、パソコン画面上でこのように表示される(図 2).

*「サイクル」とは、対象児が四つ這い姿勢をとり、右手が離地する瞬間を開始とし、その後再び右手が離地する瞬間までを 1 サイクルとする。

②動画を再生しながら評価用紙にサイクルごと各項目の数字を記入していく。この作業をコード付けとする。

③コード付けしたものをを用いて、

1- i) 検査者4名が各1回ずつコード化したデータ一覧において、検査者間の各コードの一致率を大項目ごとに Siegel の κ 係数を用いて分析

1- ii) 検査者2名が2回ずつコード化したデータ一覧において、検査者内での 1,2 回目の各コードの一致率を大項目ごとに Cohen の κ 係数を用いて分析

2- i) 検査者4名が各1回ずつコード化したデータ一覧において、対象児の日齢におけるコードのバリエーション数を大項目ごとに級内相関係数(以下 ICC)を用いて分析

2- ii) 検査者2名が2回ずつコード化したデータ一覧において、検査者内での 1,2 回目の対象児の日齢におけるコードのバリエーション数を大項目ごとに ICC を用いて分析

*「バリエーション」について

コード化した各小項目の数字を、大項目ごとに一つにまとめたものを 1 バリエーションとする。例えば、日齢数 x の 1 サイクル目各小項目、I-1 を「1」、I-2 を「2」、I-3 を「3」とした場合、日齢数 x における 1 サイクル目の大項目 I のバリエーションは「123」となる。バリエーション数とは大項目ごとのバリエーションの種類を数えたものとする。

*「 κ 」について

$-1 < \kappa < 1$ で示され、1 に近いほど一致を表し、

$\kappa = 1$ で完全な一致

$0.81 \leq \kappa < 1$ でほぼ完全な一致

$0.61 \leq \kappa < 0.81$ で信頼度の高い一致

となる。

*「ICC」について

Case1, Case2, Case3 の 3 種類があり、今回は検査者間の、または検査者内の一貫性を求める Case2-ICC (2, k) で示される一を用いる。ICC は 0 から 1 の範囲をとり、0.7 以上で信頼度が高い

とされる。

本研究は、長崎大学医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を得て行っている(承認番号 13071126)。

結果

1- i) について、表 3 が示すように大項目 II が $\kappa \approx 0.5$ となった。検査者間での一致度が低いことがわかる。その他の大項目は一致度が高かった。1- ii) においては、大項目すべてにおいて、表 3 に示す通り、一致度、級内相関ともに高い数値となっていることから検査者内での再現性が高いことがうかがえる。

2- i) に関しては表 3 から分かるように、どの大項目においても、検査者間でのバリエーション数の級内相関が高いことがわかる。2- ii) においても 2- i) 同様すべての大項目において、検査者内での再現性が高いことが分かる

表 3 各項目の一致率と級内相関

1- i) 検査者間での大項目ごとの一致度	
I	$\kappa = 0.9755651$
II	$\kappa = 0.5203204$
III	$\kappa = 0.8223510$
IV	$\kappa = 0.9293127$
1- ii) 検査者内での 1,2 回目大項目ごとの一致度	
I	$\kappa = 0.9896813$
II	$\kappa = 0.8246546$
III	$\kappa = 0.8246546$
IV	$\kappa = 0.9836804$
2- i) 検査者間での対象児の日齢数におけるコードのバリエーション数の大項目ごと級内相関	
I	ICC (2, 4) 0.8121354
II	ICC (2, 4) 0.7869865
III	ICC (2, 4) 0.8364834
IV	ICC (2, 4) 0.9361021
2- ii) 検査者内における 1,2 回目の対象児の日齢数におけるコードのバリエーション数の大項目ごと級内相関	
I	ICC (2, 2) 1
II	ICC (2, 2) 0.9830996
III	ICC (2, 2) 0.8994239
IV	ICC (2, 2) 0.9748797

考察

結果1)の検査者間での大項目ごとの一致率より、検査者間でのコード化の一致率は高いことがわかった。しかし、大項目Ⅱの頭部の位置および動きに関する項目のみ κ 係数 0.52 と、信頼度が低い結果となる。これは、選択肢が「頭が垂直かそれ以上上がっている」、「頭が水平かそれより下がっている。もしくは視線が手元かそれより下肢方向を向いている」という内容になっており、検査者によって、対象児の頭部の位置で判断した者と、視線の位置で判断した者に分かれたためと思われる。

結果 2)の検査者間での対象児の日齢数におけるコードのバリエーション数の大項目ごと級内相関より、同じ撮影日のハイハイ動作のバリエーション数が検査者間で高い一貫性を示している。このことから、検査者間で選択したコードが異なってもバリエーション数の級内相関は高いということがわかる。

つまり、大項目Ⅱの κ 係数から検査者間でのコード付けの基準に個人差があると言える。しかし、検査者間でのバリエーション数の級内相関が高いことから、動きの変化の捉え方には個人差が少ないと思われた。

また今後、このコード付けを行ったものを使って、日齢数ごとのバリエーション数の推移に着目していく。今回の caseA・B・C において、日齢数ごとのバリエーション数を検査者間で平均値を出しグラフ化を行った(図 3)。

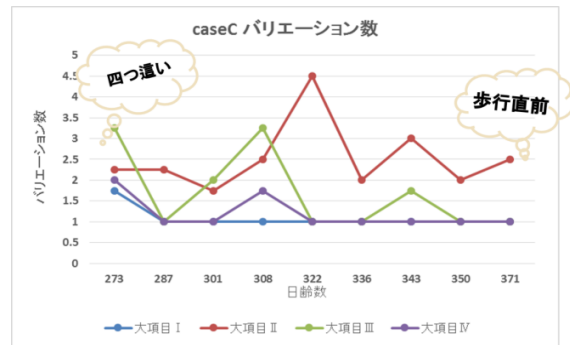
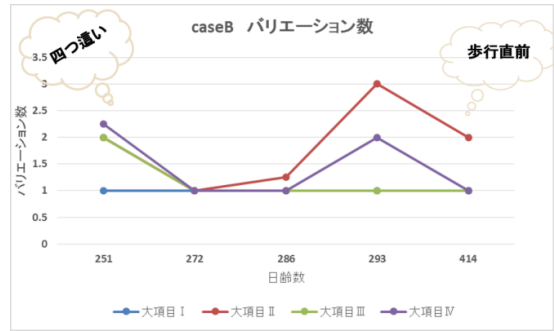
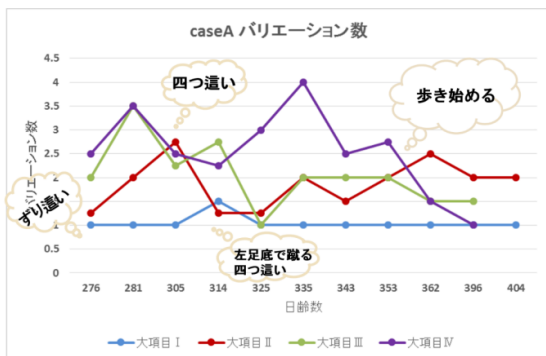


図 3 日齢数におけるバリエーション数の推移

すべての case において、今回は、四つ這い→立ち上がり移行期に、ハイハイ動作のバリエーションが増加したことがわかる。caseA のみ、ずり這い→四つ這い移行期が観察でき、移行期にバリエーション数の増加がみられた。

このことから、caseB・C でもずり這い→四つ這い移行期にバリエーション数の増加が見られれば、新たな動作獲得前に動きのバリエーションが増やし、環境に適した動きを模索し、1つの動きに収束していくということが言えるのではないかと考えられる。

今回はコード化の信頼性の検証がおもな研究の内容だが、将来的にコードを使って上記したような、ハイハイ動作の変化を追っていき、一定の規則性が見えてくる可能性がある。

まとめ

コード付けに個人差はあるが、動きのバリエーションを追うという面では一定の結果が見られた。また、可能な限りずり這い開始期から動画の撮影を始め、新たな動作獲得前後の動きのバリエーシ

ヨン数の増減を見ることで発達の過程の規則性が対象児の立位や歩行獲得といった、その後の発達過程と重ね合わせることで、正常発達のパターン化が行え、発達異常との早期判別の材料にもなり得るよう今後の研究をさらに深めていく必要がある。

また、今回の研究の限界として、検査者数が少なかったため、一致度、級内相関の数値は軒

見えてくるのではないかと予測できた。そして、並み高かったものの、母数が増加しても同様になるかの検証が必要であると思われる。

謝辞

本研究にご協力頂いた保育園の職員の方々、母子の皆様には厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) McGraw M.B.: Neuro muscular development of the human infant as exemplified in the achievement of erect locomotion. *Journal of Pediatrics*, 17, 747-771.
- 2) Gesell, A.: The ontogenesis of infant behavior. In L. Carmichael (Ed.), *Manual of child psychology*, pp.295-331, 1946
- 3) Gibson E.J.: *Perceiving affordances, A portrait of two psychologists*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002
- 4) Thelen, E. Motor development: New Synthesis. *American Psychologist*, 50, 79-59, 1995
- 5) J.I.P. de Vries, G. H. A. Visser, and H. F. R. Prechtl: The emergence of fetal behavior. i. qualitative aspects. *Early human development*, Vol. 7, pp.301-322, 1982

(指導教員: 鶴崎俊哉)

地域在住高齢者の尿失禁とロコモティブシンドロームの関連

本田峻人

本研究では、長崎市の介護予防教室の参加者 63 名(平均年齢 76.2±5.2 歳)を対象に、年齢や出産に関する問診、尿失禁 QOL 質問票、ロコモ 25、身体測定及び筋力測定(握力、股関節内転筋力、膝関節伸展筋力)を調査した。そして、尿失禁の早期発見のために、地域在住高齢者の尿失禁と運動機能との関連を検討した。その結果、尿失禁の有無と出産回数に有意差があり、尿失禁あり群では有意に出産回数が多かった。そして、ICIQ-SF 得点と出産回数及びロコモ 25 得点に弱い正の相関がみられた。出産回数と尿失禁については関連を示す先行研究が多く、本研究でも同様の結果であった。また、ロコモ 25 の質問項目には、先行研究で関連が指摘されている ADL・IADL、移動能力、社会活動への参加状況、将来の不安の項目が多く含まれていた。よって、ロコモ 25 を用いた運動機能の評価により尿失禁の早期発見・介入に結びつく可能性を示唆した。

研究背景

尿失禁は加齢によって増加する老年年齢症候群の一つであり、Quality of life(以下:QOL)に大きく影響することが知られている。尿失禁の要因には様々あり、高齢になるほど尿失禁頻度が上昇し、出産を経験する女性に多い¹⁾と報告されている。また、BMI が高くなるほど尿失禁のリスクが高まり²⁾低 activities of daily living(以下:ADL)との関連⁴⁾を示した報告もある。

一方、近年新たな尿失禁の要因として“運動機能の低下”が検討されている。尿失禁と運動機能に関する先行研究では、尿失禁頻度が高い群で、歩行速度、バランス能力が有意に低下していた⁵⁾と報告するものや、尿失禁群とない群の握力・膝伸展筋力に有意差はなく、体力との関連も見られなかった⁶⁾と報告するものがある。このように先行研究では尿失禁の有無と運動機能の低下には統一した見解がない。尿失禁と運動機能の関連を明らかにすることは健康寿命の延伸や QOL の観点から急務である。

本研究では、運動機能の低下を測定するためにロコモティブシンドローム(locomotive syndrome:以下ロコモ)に着目した。ロコモとは運

動器の衰えや加齢、生活習慣を原因とする障害によって、要介護リスクになるリスクが高まる状態と定義⁸⁾され、厚生労働省が進める「健康日本 21」で認知度向上に向けた取り組みが行われるなど、非常に注目されている。

尿失禁とロコモを含む運動機能の関連が明らかになれば、地域在住高齢者の参加する一次介護予防教室において、運動機能の低下から尿失禁を予測し、早期発見、早期介入に結びつく可能性がある。

目的

本研究の目的は、尿失禁と筋力及びロコモとの関連を明らかにすることである。

対象

長崎市内で一次予防の介護予防教室に参加している地域在住高齢者に研究への協力を依頼した。調査対象者は、63 名であり、口頭と紙面にて十分なインフォームド・コンセントを行い、署名にて同意を得た。なお、本研究の実施にあたり、長崎大学医学部保健学科倫理委員会にて承認

を得た。(承認番号:15051448)

測定項目・方法

1)問診

①基本情報

性別, 年齢, 妊娠・出産経験についての各アンケート項目について読み上げ, 自記にて記入した。また, 難聴や視力障害等にて個別に説明が必要な対象者には個別に対応した。

②尿失禁に関するアンケート

国際共通の尿失禁症状・QOL 評価質問票として妥当性が検証されている international consultation on incontinence Questionnaire Short form(以下:ICIQ-SF)を用いた。

ICIQ-SFは, 「尿失禁頻度(0~5点)」, 「通常の失禁量(0~6点)」及び「日常生活に対する影響(0~10点)」の3項目により得点化される。その他, スコアには含まれない尿失禁症状の自覚的評価1項目からなり, 得点が高いほど尿失禁症状が悪く, QOL が低下していることを示す。

③運動機能に関するアンケート

ロコモの評価スケールとして日本整形外科学会が推奨する, 全25項目からなる質問紙“ロコモ25”を用いた。

ロコモ25では, 各設問項目の回答を0点から4点に得点化することができる。総点(ロコモ25スコア)は0点~100点で表され, 得点が高くなるほど要介護になるリスクが高い状態を示す。なお, カットオフ値は16点とされている⁹⁾。

2)身体測定・筋力測定

身長・体重の測定を行い, Body Mass Index(以下:BMI)を算出した。また, 全身筋力の指標となる握力と, 下肢筋力として股関節内転及び膝関節伸展筋力の測定を行った。

a:握力

立位姿勢にてPIP 関節屈曲90°位となるようにデジタル握力計をセットし, 肘関節伸展位にて測定を行った。左右2回ずつ測定し, 良い方の値を採用した。

b:股関節内転筋力

測定姿勢は股関節屈曲, 膝関節屈曲90°座位で, 両膝を骨盤の幅に開く。ハンドヘルドダイナモメーター(Hoggan 製 microFET2: 以下 HHD)を大腿遠位内側に当て, 等尺性最大筋力を2回計測し, 良い方の値を採用した。

c:膝関節伸展筋力

測定姿勢は股関節屈曲, 膝関節屈曲90°座位で, ベルトにて下腿遠位部前面にHHDを固定し, 等尺性最大筋力を左右2回ずつ測定し, 良い方の値を採用した。

分析・検討方法

・尿失禁の有無について

ICIQ-SF 得点における尿失禁の頻度の回答より, 「1週間に2~3回」, 「1日に1回」, 「1日に数回」及び「常に」を『あり群』, 「1週間に1回あるいはそれ以下」及び「なし」を『なし群』と分類した。

・有意差の検討方法について

尿失禁『あり群』・『なし群』の年齢, 身体計測及び筋力測定の平均値の差の検定として, 対応のないt検定を行った。また, BMI, ロコモ25得点, 出産回数の平均値の差の検定にMann-Whitney のU検定を行った。

・尿失禁タイプ別分類について

ICIQ-SF の回答から, Minassian らの分類法¹⁰⁾に従い, 「トイレにたどりつく前に漏れる」のみに該当した者を切迫性尿失禁, 「咳やくしゃみをした時に漏れる」「体を動かしている時や運動している時に漏れる」のみに該当した者を腹圧性尿失禁とした。腹圧性尿失禁と切迫性尿失禁どちらの項目にも該当した者を混合性尿失禁に分類した。また, 「眠っている間」, 「排尿後」, 「理由が分からず」, 「常に」にのみ該当した者を『その他』に分類した。

・ICIQ-SF との相関に関する分析方法について

ICIQ-SF 得点と検査項目の関連を検討するために, Spearman の相関係数を求めた。

なお, 統計解析には統計解析ソフト IBM SPSS

Statistics 21 for windows を使用し、有意水準は 5%以下とした。

結果

1. 対象者の属性(表 1)

今回の対象者の属性、身体機能の平均値を示した。対象者63名は全て女性で、平均年齢は 76.3 ± 5.2 歳であった。

尿失禁の有無の2群で各検査項目の平均値の差の検定を行った結果、出産回数では、尿失禁なし群で 2.1 ± 0.8 回、あり群で 2.9 ± 0.8 回で、尿失禁あり群では有意に出産回数が多かった。

2. 尿失禁タイプ別分類(図1)

腹圧性尿失禁が過半数の7名、切迫性尿失禁が3名、混合性尿失禁が2名、その他が0名であ

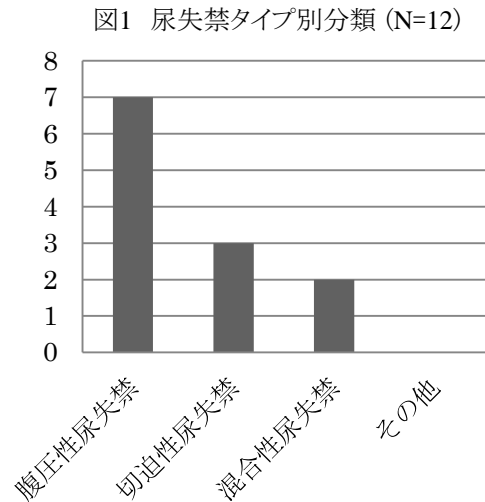


表 1 対象者の属性,平均値 (N=63 名)

項目	なし群(51 名)	あり群(12 名)	P 値
年齢(歳)	76.2 ± 5.3	76.4 ± 4.8	0.91*
身長(cm)	145.6 ± 5.5	149.7 ± 3.5	0.49*
体重(kg)	51.5 ± 7.6	56.4 ± 9.4	0.06*
BMI	23.3 ± 3.4	25.1 ± 3.9	0.12*
出産回数(回)	2.1 ± 0.8	2.9 ± 0.8	0.04*
ロコモ 25(点)	11.0 ± 10.3	12.7 ± 10.4	0.63**
握力 (kg)	21.9 ± 4.6	23.4 ± 4.5	0.29**
股関節内転筋力(N)	136.5 ± 41.4	132.2 ± 23.3	0.74*
膝関節伸展筋力(N)	191.8 ± 60.9	221.9 ± 61.4	0.15*

*:t 検定 **:Mann-Whitney の U 検定

表 2 ICIQ-SF 得点と各測定項目との関連

		出産回数	ロコモ得点	BMI	股関節 内転筋力	膝関節 伸展筋力	握力
ICIQSF 得点	Spearman の順位 相関係数	<u>.260*</u>	<u>.254*</u>	.066	-.124	.035	-.020
	有意確率 (両側)	.039	.044	.610	.345	.793	.875

*P<0.05

3. ICIQ-SF との相関(表 2)

ICIQ-SF 得点と出産回数およびロコモ得点に弱い正の相関がみられた。

考察

本研究では一次予防教室に参加する地域在住高齢者を対象に、尿失禁と運動機能の関連を

検討した。

本研究の対象者の属性と尿失禁の有無での差の検定においては出産回数のみ有意差があった。また、ICIQ-SF と出産回数の関連では、弱い正の相関を示した。尿失禁と出産に関する先行研究は多く、それら全て出産回数が多いほど尿失禁の有訴率が上がる³¹¹⁾¹²⁾と報告している。本研究の結果もそれを支持する結果であった。出産後に尿失禁が発生する要因について、骨盤底の脱神経損傷、解剖学的損傷の残存が関係している¹³⁾ことが報告されている。本研究の対象者においても、妊娠・出産に伴う何らかの解剖学的変化が生じていた可能性が示唆された。

筋力と尿失禁においては、尿失禁の有無と筋力で有意差は見られず、ICIQ-SF と尿失禁に関連は見られなかった。吉田ら⁶⁾は、尿失禁がある群とない群の握力・膝伸展筋力に有意差はなかった報告し、Kimら¹⁴⁾は、股関節内転筋力と尿失禁に明らかな関連は見られなかったと報告している。本研究の結果も、先行研究と同様の結果であった。本研究の対象者は結果的に女性のみであったが、男性を対象とした研究では、尿失禁なし群に比べ尿失禁あり群の膝伸展筋力・握力が有意に低く、加えて血清アルブミン値も低かった⁶⁾と報告している。栄養状態の指標となる血清アルブミン値は、高齢期の筋力低下の予測因子となる¹⁵⁾となる。本研究では、血清アルブミン値の測定は行っていないが、BMI から見る栄養状態は不良ではなく、両群共に良好で有意な差は見られなかった。また、失禁あり群の股関節内転筋力及び膝関節伸展筋力は一般的な高齢者の平均値¹⁶⁾と比べて高く、筋力低下が起きていなかったと推測される。そのため、尿失禁の有無と筋力に差が見られず、ICIQ-SF 得点と筋力に関連がなかったと思われる。

尿失禁タイプ別分類においては、「せきやくしやみをした時に漏れる」、「運動しているときに漏れる」に該当する腹圧性尿失禁が過半数の7名であった。女性の尿失禁では半数程度が腹圧性尿失禁である¹⁷⁾¹⁸⁾と報告しており、本研究の結果も同様の結果であった。平川ら¹⁹⁾は、重度でない腹圧性尿失禁や混合性尿失禁に対し骨盤底筋体操が効果的であると報告している。一方、Boら²⁰⁾は、骨盤底筋体操では指導者が収縮を視覚

的にモニタリングできないことや口頭説明による指示の限界を問題点として挙げており、十分な運動学習ができない可能性を指摘し、有効性はあるが、実施上の問題点も多いことを示している。近年、骨盤底筋の収縮を視覚化し、効果的な運動学習方法として非侵襲的な経腹エコーの有用性が指摘されている²¹⁾。また、田舎中²²⁾は、腹横筋の収縮は骨盤底筋の活性化に繋がると報告している。よって、運動介入を行う際は実施場所や設備の有無を考慮し、多面的にトレーニング方法を検討する必要がある。地域で実施される運動教室では、腹横筋の筋力向上のための体幹トレーニングを行うことが簡便で有効的な手段であると思われる。

ICIQ-SF 得点とロコモ 25 得点の関連では、弱い正の相関を示した著者が、ロコモ 25 の質問を質問内容別に分類すると 5 項目に分類できた。項目分類は「ADL・IADL」10 項目、「基本動作・歩行能力」7 項目、「疼痛・しびれ」4 項目、「社会活動の参加」2 項目、「転倒恐怖・不安感」2 項目であった。先行研究では、低 ADL と尿失禁は関連があり、社会活動への参加状況と将来の不安についても関連があった⁴⁾と報告されている。また、金ら⁵⁾や吉田ら⁶⁾は、尿失禁頻度が高い群では、有意に歩行速度が低下していたと報告している。ロコモ 25 の質問項目には、先行研究で関連が指摘されている ADL・IADL、移動能力、社会活動への参加状況、将来の不安の項目が多く含まれていた。そのため、ICIQ-SF 得点とロコモ 25 得点に有意な正の相関がみられたと考えられる。

また、本研究にはいくつかの限界がある。まず、本研究の対象者は比較的体力のある高齢者であったため、著しく下肢筋力が低下している者は含まれてなかった可能性がある。2 つ目に、尿失禁のアンケート調査では、有病率や重症度を過小評価する可能性が指摘されている⁷⁾²³⁾。本研究においても、有病率や重症度を過小評価したかもしれない。3 つ目に調査時間、調査人員が限られており、十分なサンプルサイズを得られなかったことが挙げられる。

本研究において、尿失禁のアンケート調査では、有病率や重症度を過小評価する可能性が指摘されているが、ロコモ 25 を回答することで

ICIQ-SF 得点が推測でき尿失禁の早期発見に ボランティアの皆様に感謝いたします。
繋がる可能性が示唆された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、今回の研究を快く受
けてくださった対象者の皆様、運営スタッフ及び

参考文献

- 1)本間之夫, 柿崎秀宏, 他:排尿に関する疫学的研究. 日排尿機能会誌 2003, 14, pp. 266-277.
- 2)原井美佳, 大浦麻絵, 他:女性高齢者の尿失禁と関連する体重などの要因の断面研究. 日本公衛誌. 2013, 60, pp. 79-86.
- 3)道川武紘, 西脇祐司他:中高年者における尿失禁に関する調査 日本公衛誌 2008, 55(7), pp. 44.
- 4)中西範幸, 多田羅浩三:地域高齢者における尿および便失禁:出現頻度, 関連要因と生命予後日本公衆衛生雑誌 1997, 44(3), pp. 192-200.
- 5) 金憲経, 吉田英世, 他:農村地域高齢者の尿失禁発症に関連する要因の検討. 日本公衛誌 2004, 51, pp. 612-622.
- 6)吉田祐子, 金憲経, 他:都市部在住高齢者における尿失禁の頻度及び尿失禁に関連する特性:要介護予防のための包括的検診(「お達者健診」)についての研究. 日老医誌 2007, 44, pp. 83-89.
- 7)中村知子:地域在住高齢者の尿失禁の有訴と体力の関連について 長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻 9 期生, 卒業研究論文集, 2013, pp. 45-49.
<http://www.am.nagasaki-u.ac.jp/physical/2013/ARGH09-08.pdf> (2015 年 12 月 28 日引用)
- 8)日本整形外科学会ホームページ ver2011/5/16 since2009/3/3 <http://www.jcoa.gr.jp/locomo/>
(2015 年 12 月 25 日引用)
- 9)星地重都司, 星野雄一, 他:ロコモティブシンドローム判定ツール(ロコモ 25):カットオフ値の検討 運動療法と物理療法 The Journal of physical medicine 2012, 23(4), pp. 420-425.
- 10) Minassian VA, Drutz HP, et al: Urinary incontinence as a worldwide problem. Int J Gynecol Obstet 2003, 82, pp. 327-338.
- 11)坂口けさみ, 荒井祐紀, 他:健康女性における尿失禁発症の実態とリスク要因について. 母性衛生. 2005, 46, pp. 284-291.
- 12)東 玲子:就労女性の尿失禁の実態と腹圧性尿失禁の危険因子に関する分析 山口医学2003, 52(6), pp. 237-244.
- 13)岡本美香子, 村山陵子, 他:分娩後の腹圧性尿失禁予防を目的にした骨盤底筋群機能回復支援の開発と効果検証 健康医科学研究助成論文集2012, 27, pp. 23-33.
- 14)Hunkyung Kim, Takao Suzuki, et al: Effectiveness of Multidimensional Exercises for the Treatment of stress Urinary Incontinence in Elderly Community-Dwelling J Am Geriatr Soc. 2007, 55, pp. 1932-1939.
- 15)Visser M, Kritchevsky SB, et al: Lower serum albumin concentration and change in muscle mass: the Health, Aging and Body Composition Study. Am J Clin Nutr 2005, 82, pp. 531-537.
- 16)古西勇, 押木利英子, 他:高齢女性における健脚度と膝伸展筋力の横断的調査, 新潟医福誌, 3(2), pp. 117-122.
- 17)石河修, 平井光三:プライマリケアのための女性の尿失禁のマネジメント 医薬ジャーナル社2002, pp. 36-44.

- 18)末永芳子:中高年女性の尿失禁—予防と改善に向けた調査研究—保健科学研究誌Journal of Health Sciences, 9, pp. 29-36.
- 19)平川倫恵:腹圧性尿失禁に対する理学療法のエビデンス 理学療法学2014, 41(5), pp. 312-319.
- 20) Bo K, Hagen, et al:RH Pelvic floor muscle exercise for the treatment of female stress urinary incontinence II. Effects of two different degrees of pelvic floor muscle exercises. Neurorol Urolyn, 1990, 9, pp. 489-502.
- 21)村山陵子, 岡本美香子, 他:妊娠・出産を契機とする腹圧性尿失禁の効果的な予防プログラムの開発とその効果, 2010, 科学研究費補助金研究成果報告書, 課題番号 20592573 <https://kaken.nii.ac.jp/d/p/20592573.ja.html> (2015年12月28日引用)
- 22)田舎中真由美:腹圧性尿失禁の理学療法とコアスタビリティトレーニング 理学療法学2009, 26, pp. 1228-1233.
- 23)安田耕作, 西山友典:尿失禁の病態と治療,日本老年医学会, 1992, 29(3), pp. 161-168.

(指導教員:中原和美)