
卒業研究論文集

第 9 卷

ANNUAL REPORTS OF GRADUATION THESES

Vol. 9

長崎大学医学部保健学科

理学療法学専攻 9期生

2013 年

卒業研究論文集 第9巻 2013年

目次

卒業研究論文

ラット膝関節炎モデルに対する前肢を用いた運動が腫脹や痛みにおよぼす影響青木久実・橋爪稚乃	1
慢性閉塞性肺疾患患者の身体活動量に最も影響をおよぼす呼吸機能の指標朝倉千絵・宮本佳織・山下はるか	8
高齢者のソーシャル・キャピタルに影響する因子について衛藤緑里・山田雄大	13
関節リウマチモデルラットの炎症と痛みに対する温熱刺激の影響川内春奈	20
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齋藤 陽	28
全身持久性体力の簡易評価法の提案高木 葵	34
短時間の歩行運動ならびに温熱負荷の併用による 筋萎縮と拘縮の進行抑制効果の検討中村早紀	39
地域在住高齢者の尿失禁の有訴と体力の関連について中村知子	45
ハイハイ動作の縦断的研究 ～量的評価方法に着目して～水澤裕貴・吉岡 元	50
生物学的製剤が関節リウマチ患者の ADL を改善するメカニズムの検討吉田果央梨	57

ラット膝関節炎モデルに対する前肢を用いた運動が 腫脹や痛みにおよぼす影響

青木 久実・橋爪 稚乃

要旨

本研究ではラット膝関節炎モデルを用い、その発生直後から前肢を用いた運動を負荷し、腫脹や痛みにおよぼす影響を検討した。8週齢のWistar系雄性ラット24匹を実験群(n=16)と対照群(n=8)に振り分け、実験群に対しては右側膝関節に起炎剤を投与することで関節炎を惹起させるとともに、患部の自発運動を制限する目的でギプスによる不動化を行った。そして、実験群は前肢運動を負荷する運動群(n=8)と負荷しない非運動群(n=8)に分け、運動群には小動物用トレッドミルを用い、分速20m、1回あたりの実施時間20分の前肢運動を1日3セット、週6回、述べ4週間負荷した。結果、患部の痛覚閾値に関しては起炎剤投与2週目以降、運動群で有意に軽減し、遠隔部にあたる足背の痛覚閾値に関しても起炎剤投与4週目で運動群に有意な軽減を認めた。これらのことから、患部以外を使用した運動でも患部に鎮痛効果を認め、この影響で中枢性感作が減弱し、患部から離れた部位の痛み、すなわち慢性痛の兆候を軽減できることが示唆された。

はじめに

組織損傷から波及する慢性痛の発生メカニズムの一つに、侵害刺激の持続によって起こる中枢性感作があり¹⁾、そのため、患部の安静や薬物療法によって炎症の鎮静化を早期に図る治療戦略が一般的に行われている。しかし、患部の必要以上の安静、すなわち不活動の惹起は近年、慢性痛の発生の危険因子になると指摘されており¹⁾、この点についてVerbuntら²⁾は、腰痛発生後4日以上安静にした群では、4日未満の安静群に比べ痛みを含めた機能障害度が高く、これは12ヶ月後においても持続したと報告している。これらのことから、組織損傷発生直後における理学療法としては可及的早期から炎症の緩解をねらった物理療法に加え、運動療法の実践が重要となるが、組織損傷後は患部の痛みやその医学的管理などの影響で患部周辺の積極的な運動は実践できないことが多く、結果、不活動が惹起される。

一方、Marissaら³⁾の研究によると、人工股関節全置換術後のプログラムとして通常の下肢運動プログラムに上肢エルゴメータ運動を加えると、単に下肢運動プログラムのみを行うよりも術側下

肢の運動機能改善に効果的であったと報告されている。また、最近の研究では運動そのものが鎮痛効果を発揮し、そのメカニズムに関しても明らかになりつつある。具体的には、Staggら⁴⁾は神経障害性疼痛モデルラットにトレッドミル走行を負荷すると、鎮痛効果が認められるとともに、脳幹領域においてβ-エンドルフィンやMet-エンケファリンなどの内因性オピオイドの発現が認められ、運動による鎮痛効果のメカニズムには下行性疼痛抑制系の賦活化が影響していると報告している。つまり、これら報告を参考にすれば、患部以外を使用した運動でも鎮痛効果が得られる可能性があると思われるが、この点に関してはこれまで検証されていない。

そこで、本研究ではラット膝関節炎モデルを用い、その発生直後から前肢を用いた運動を負荷し、腫脹や痛み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8週齢のWistar系雄性ラット24匹を用い、これらが無作為に実験群(n=16)と対

照群(n = 8)に振り分けた。そして、実験群に対しては右側膝関節に起炎剤である 3%カラゲニン・カオリン混合液を注入することで関節炎を惹起させ、併せて患部の自発運動を制限する目的で膝関節を伸展位の状態でギプスで不動化した。次に、実験群を前肢運動を負荷する運動群(n = 8)と負荷しない非運動群(n = 8)に振り分け、運動群に対しては後述する方法で前肢運動を負荷した。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、長崎大学先端生命科学研究所支援センター動物実験施設で実施した。

2) 関節炎の作製方法

運動群と非運動群に対しては、ペントバルビタールナトリウム(40 mg/kg)の腹腔内投与によって麻酔を行い、右側膝関節周囲を剃毛した。そして、生理食塩水で溶解した 3% λ -カラゲニン(シグマ社)・カオリン(Wako 社)混合液 300 μ l を膝蓋靭帯の直上から注入することで関節炎を惹起させ、投与後 1 日目に後述の方法で腫脹と痛みの評価を行い、関節炎発生の有無を確認した。一方、対照群に対しては上記と同様の方法で生理食塩水 300 μ l を右側膝関節に注入する疑似処置を行った。

3) 膝関節の不動化方法

運動群と非運動群に対しては、患部の自発運動を制限する目的で起炎剤投与後 1 日目より以下の方法で右側膝関節を不動化した。具体的には、ペントバルビタールナトリウム(40 mg/kg)の腹腔内投与によって麻酔を行った後、右側膝関節を最大伸展位の状態でギプス包帯を用いて 4 週間不動化した。なお、足指は浮腫の発生と皮膚の状態を確認するために露出させ、ギプスの緩みや浮腫を確認した際には適宜巻き替えを行った。

4) 運動負荷の方法

運動群のラットは小動物用トレッドミル(シナノ製作所)に設置した台上に体幹部を固定し、手掌面がその歩行路に接地するよう調整した。そして、20 m/分の速度で歩行路を稼働させ、これを前肢のみで追従させることで運動を負荷した。この前肢運動の実施時間は 20 分/回とし、20 分の休息をはさみ 3 セット実施し、これを 6 回/週、述べて 4 週間実施した。なお、非運動群のラットは小動物用トレッドミルに設置した台上に体幹部を

固定する処置のみを行い、その際、手掌面はその歩行路に接地しないように調整した。

次に、前肢運動の効果の確認のため実験終了後に上腕二頭筋を採取し、その筋湿重量を体重で除した相対重量比を算出した。また、上腕二頭筋の凍結横断切片に対して Hematoxylin & Eosin 染色を施し、筋線維横断面積の計測を行った。その結果、相対重量比の平均値は運動群が対照群より有意に高値を示したが、運動群と非運動群の間には有意差は認められなかった(図 1)。また、筋線維横断面積の平均値は運動群、非運動群ともに対照群より有意に高値を示したが、運動群と非運動群の間には有意差は認められなかった(図 2)。以上のことから、運動群と非運動群に認められた筋線維肥大は同程度であることが確認され、これは前肢運動の影響というよりも患側後肢の不動化によって飼育環境の中で生じた代償性筋肥大の影響が大きいと推察された。つまり、今回の前肢運動は筋線維肥大を惹起するような負荷強度ではなかったと考えられる。

2. 腫脹および痛みの評価方法

実験期間中は患部である右側膝関節の炎症症状の評価として腫脹と圧痛閾値を測定した。また、遠隔部である両側足背の機械的刺激に対する痛覚閾値も測定した。なお、これらの測定は起炎剤もしくは生理食塩水を投与する前日と投与後 1 日目ならびに 1, 2, 3, 4 週目に実施した。

1) 膝関節の腫脹の評価

麻酔下で右側膝関節の内・外側裂隙間の横径をノギスで測定することで評価した。

2) 膝関節の圧痛閾値の評価

プッシュプルゲージ(AIKOH ENGINEERING 社)を用いて、覚醒下で右側膝関節の外側裂隙部に圧刺激を加え、後肢の逃避反応が出現する荷重量(N)を測定することで圧痛閾値を評価した。なお、この測定においては荷重量の減少が圧痛閾値の低下を意味しており、測定は 5 回実施し、最大値および最小値を除いた 3 回分の平均値をデータとして採用した。

3) 機械的刺激に対する足背の痛覚閾値の評価

足背の機械的刺激に対する痛覚閾値の評価には 4g, 15 g の von frey filament(以下, VFF ; North Coast Medical 社)を用いた。VFF テストと

は、毛髪状のフィラメントが折れ曲がるまで皮膚に押し当てるもので、フィラメントの太さの違いによって皮膚に入力される機械的刺激の強度が異なることを利用した痛覚検査法であり、アロディニア(4g)と痛覚過敏(15g)の両者を評価することができる⁵⁾。具体的な方法としては、各VFFを用いて覚醒下で両側足背をそれぞれ10回刺激し、その際の痛み関連行動(刺激時における刺激側後肢の逃避反応、鳴き声、非刺激側後肢をばたつかせる動きなど)の出現回数を測定することで評価した。なお、この測定においては痛み関連行動の出現回数が増加するほど痛覚閾値が低下していることを意味する。

3. 生化学的検索

実験期間終了後には各群から全脳を採取し、その後、視床下部のみを切り出し、これにTris-HCl緩衝液(pH7.4)を加え、ホモジュネートした。そして、遠心分離を行い、上清液を回収し、検索用の試料とした。そして、試料はEnzyme-linked immunosorbent assay(以下、ELISA)法に供し(Phoenix Pharmaceuticals社)、 β -エンドルフィン含有量を測定した。なお、測定された β -エンドルフィン含有量は試料内の総タンパク質量に依存するため、BCA protein assay kit(Pierce社)にて総タンパク質量を測定し、単位タンパク質量あたりの β -エンドルフィン含有量を求め、これをデータとして採用した。

4. 統計処理

各検索結果については一元配置分散分析(以下、ANOVA)を適用し、3群間での有意差を判定した。そして、ANOVAにて有意差を認めた場合は、事後検定としてScheffe法を適用し、2群間の有意差を判定した。なお、すべての統計手法とも有意水準は5%未満とした。

結果

1. 膝関節の腫脹

運動群、非運動群の腫脹はともに起炎剤投与後1日目をピークに2週目までは対照群より有意に増加していたが、3週目以降は対照群との有意差は認められなかった。また、運動群と非運動

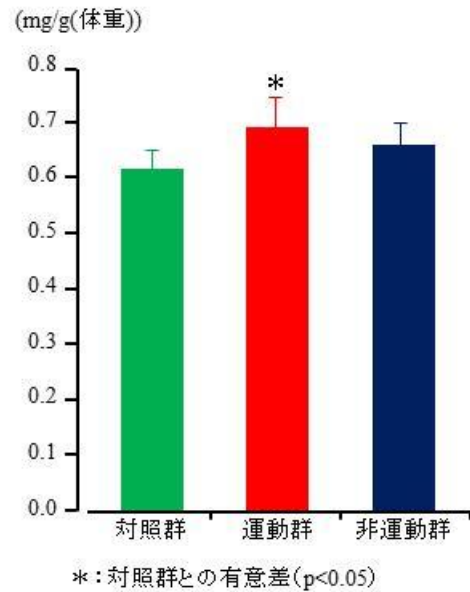


図1 上腕二頭筋の相対重量比の比較

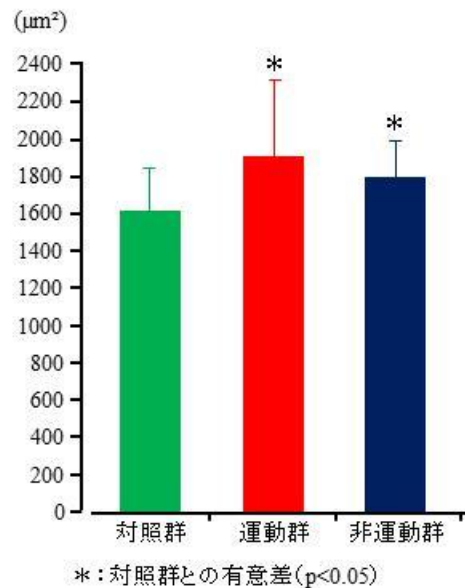
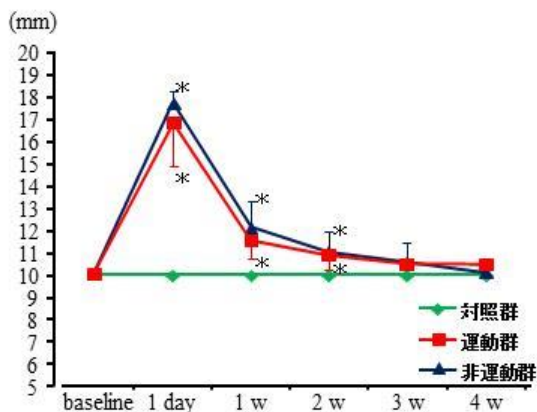


図2 上腕二頭筋の筋線維横断面積の比較

群を比較するとすべての測定日とも有意差は認められなかった(図3)。

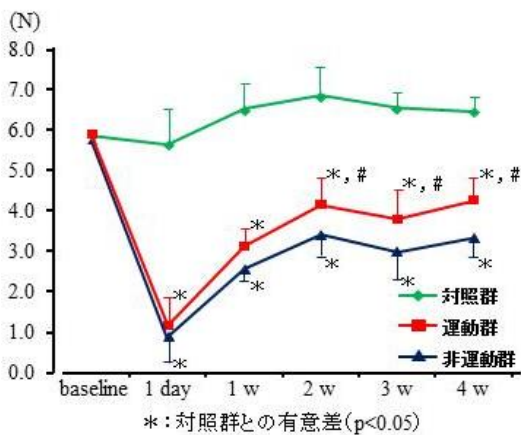
2. 膝関節の圧痛閾値

運動群、非運動群の圧痛閾値は起炎剤投与後1日目において対照群より有意に低下し、この2群間には有意差は認められなかった。また、その後の推移をみると4週目まで運動群、非運動



*: 対照群との有意差, #: 非運動群との有意差 (p<0.05)

図 3 膝関節の腫脹の変化



*: 対照群との有意差 (p<0.05)

図 4 膝関節の圧痛閾値の変化

群ともに圧痛閾値の上昇が認められたが、この傾向は運動群で顕著で、2週目以降は2群間に有意差が認められた(図4)。

3. 足背の痛み関連行動の出現頻度

注射側である右側足背における痛み関連行動出現頻度は、4g、15gのVFFいずれにおいても運動群と非運動群は起炎剤投与後2週目以降、対照群に比べ有意に増加していた、また、運動群と非運動群を比較すると、運動群で減少している傾向が認められ、4週目における15gのVFFの結果では2群間に有意差が認められた(図5a)。一方、非注射側である左側足背に関しては、4g、15gのVFFいずれにおいてもすべての測定日で3群間に有意差は認められなかった(図5b)。

4. 視床下部におけるβ-エンドルフィン含有量

視床下部におけるβ-エンドルフィン含有量は対照群、運動群、非運動群の3群間で有意差は認められなかった(図6)。

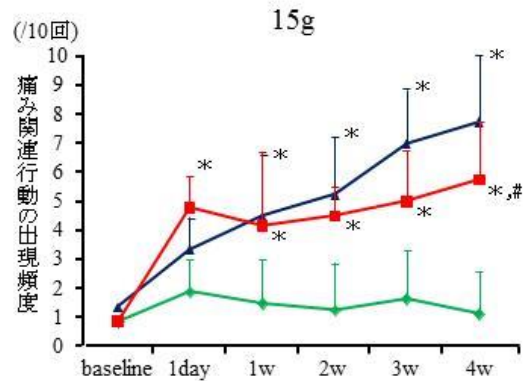
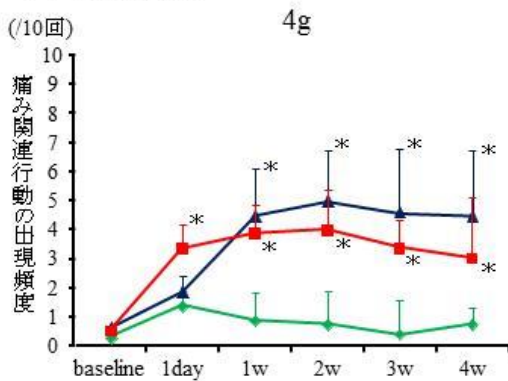
考察

本研究ではラット膝関節炎モデルを用い、その発生直後から前肢を用いた運動を負荷し、腫脹や痛みにおよぼす影響を検討した。

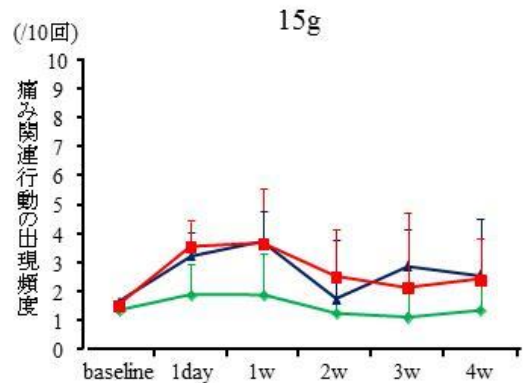
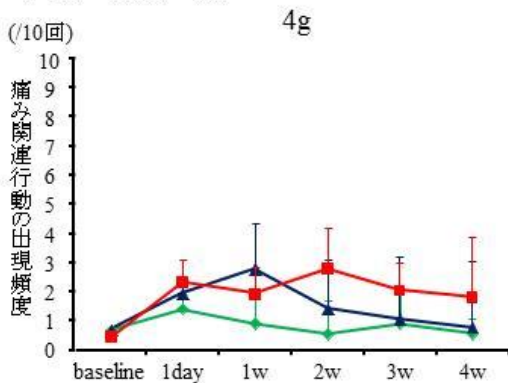
まず、起炎剤の投与によって膝関節に炎症が惹起されていることを確認するため、今回は膝関節の腫脹と圧痛閾値を評価した。その結果、起炎剤投与後1日目において運動群と非運動群の2群における腫脹と圧痛閾値は、いずれも対照群と有意差を認め、かつこの2群間に有意差を認めなかった。このことから、起炎剤を投与した運動群と非運動群には同程度の炎症症状が発生していたと推測できる。

次に、起炎剤投与後1日目以降の経過をみると、膝関節の腫脹に関しては運動群、非運動群とも回復傾向にあり、起炎剤投与後3週目以降は対照群との有意差も認められなくなった。また、運動群と非運動群を比較するとすべての測定日も有意差は認められず、このことから前肢運動を負荷しても腫脹の回復には影響をおよぼさないことが示唆された。一方、膝関節の圧痛閾値に関しては、運動群、非運動群とも回復傾向にあるものの、起炎剤投与後4週目においても対照群より有意に低下していた。つまり、今回の実験モデルにおいては患部の痛みが長期間残存しているといえる。この点に関して、吉野⁹⁾は今回と同様の方法でラットの膝関節に関節炎を惹起させ、不動化を行わないモデルで膝関節の圧痛閾値を調査しているが、このモデルの場合は起炎剤投与後4週目で対照群との有意差が認められなくなっている。したがって、今回の実験モデルの場合は患部の自発運動を制限する目的で不動化を行ったが、この処置が影響し、患部の痛みが長期間残存したのではないかと推察される。そして、運動群と非運動群を比較すると起炎剤投与後2週目から有意差が認められるようになり、運動群が非運動群より有意に高値を示していた。つまり、関節炎発生直後からの前肢運動を用い

a) 注射側(右側)



b) 非注射側(左側)



◆ 対照群 ■ 運動群 ▲ 非運動群

*: 対照群との有意差(p<0.05), #: 非運動群との有意差(p<0.05)

図5 各VFFに対する足背の痛覚閾値の変化

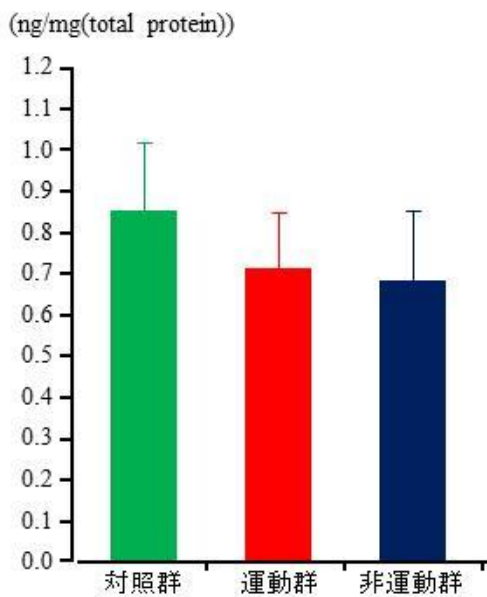


図6 β-エンドルフィン含有量の比較

た治療介入によって患部の痛みが早期から軽減した可能性があると思われる。加えて、遠隔部である足背の痛覚閾値の変化をみると、4g、15gのVFFいずれにおいても運動群と非運動群は起炎剤投与後2週目以降、対照群に比べ有意な低下が認められており、これは患部の痛みが残存していることに基づいた中枢性感作が影響していると推察される。しかし、運動群と非運動群における足背の痛覚閾値を比較すると、運動群で上昇する傾向が認められ、4週目における15gのVFFの結果では2群間に有意差が認められた。つまり、前肢運動によって患部の痛みが軽減したことで中枢性感作が减弱し、遠隔部の痛み、すなわち慢性痛の兆候が軽減したのではないかと推察される。

以上のように、今回の結果から前肢といった患部以外を使用した運動でも鎮痛効果が得られる

可能性が示唆された。そこで、この鎮痛効果のメカニズムの一端を探る目的で本研究では下行性疼痛抑制系の賦活化に着目した。運動負荷による下行性疼痛抑制系の賦活化に関しては、Stagg ら⁴⁾が行った神経障害性疼痛モデルラットを用いた検索によって明らかにされており、この研究では脳幹領域におけるβ-エンドルフィンの発現を一つの指標としている。そして、脳幹領域のβ-エンドルフィンの多くは視床下部で産生されることも知られており、これらを参考に今回は視床下部におけるβ-エンドルフィン含有量を検索した。その結果、対照群、運動群、非運動群の3群間で視床下部におけるβ-エンドルフィン含有量は有意差を認めなかった。視床下部におけるβ-エンドルフィンが運動によって発現増加することはよく知られており、ランナーズハイと称される兆候はこの変化に基づいているといわれている。そして、朝比奈ら⁷⁾は、ラットにトレッドミル走行運動を負荷した場合、視床下部のβ-エンドルフィン濃度は運動後3時間および5時間において有意な増加が認められたと報告しており、β-エンドルフィン発現は運動負荷後早期の段階で発現する可能性が指摘されている。今回の実験では、腫脹や痛みの評価を行う関係で、実験期間内の最後の前肢運動を負荷した48時間後に視床下部の採取を行い、β-エンドルフィン含有量を測定している。つまり、前肢運動負荷後の視床下部の採取時期に問題があった可能性があり、この点に関しては今後検討を重ねる必要があると思われる。また、その他のメカニズムとしては運動による炎症性サイトカインの発現の影響も考えられる。Umamotoら⁸⁾は胸椎損傷患者ならびに健常者を対象に、最大酸素摂取量の60%以上の運動負

荷強度で上肢エルゴメータ運動を60分間負荷した結果、炎症性サイトカインであるIL-6の血中濃度が有意に上昇したと報告している。そのため、今後はこの点についても検討を加えるべきではないかと考えている。

臨床場面では、従来から関節炎や組織損傷の急性期においては、患部の安静を保つことが重要であると提唱されてきた。しかし、近年、患部の必要以上の安静、すなわち不活動の惹起は患部の痛みを助長するだけでなく、新たな痛みを生み出し、慢性痛の悪循環を構築することが指摘されており、急性期でさえ安静は必要最小限に留めるべきとされている。しかし、組織損傷後や運動器外科術後など、やむを得ず患部の積極的な運動を実施できない場合がしばしばある。一方、今回の結果から、早期からの患部以外の運動を実施することによって患部の痛みに加え、患部から離れた部位の痛み、すなわち慢性痛の兆候を軽減できる可能性が見いだされた。つまり、今回の結果は急性期における疼痛マネジメント戦略のあり方を示唆する基礎データの一部になると考えられ、今後はそのメカニズムの解明に加え、臨床での検証を行っていくことが必要と思われる。

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: 痛みの発生メカニズムー末梢機構, Pain Rehabilitationーペインリハビリテーション. 松原貴子, 他 (著), 三輪書店, 東京, 2011, pp. 134-177.
- 2) Verbunt JA, Sieben J: A new episode of low back pain: Who relies on bed rest?. Eur J Pain. 2008; 12: 508-516.
- 3) Mendelsohn ME, Overend TJ, et al. : Improvement in aerobic fitness during rehabilitation after hip fracture. Arch Phys Med Rehabil. 2008; 89: 609-617.
- 4) Stagg NJ, Mata HP, et al. : Regular exercise reverses sensory hypersensitivity in a rat neuropathic pain model. Anesthesiology. 2011; 114: 940-948.

- 5) Migita K, Moriyama T, et al. : Modulation of P2X receptors in dorsal root ganglion neurons of streptozotocin-induced diabetic neuropathy. *Neurosci Lett*. 2009; 452: 200-203.
- 6) 吉野孝明: ラット膝関節炎モデルに対する持続的他動運動の早期介入が腫脹や痛みにおよぼす影響. 長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻卒業研究論文集. 2011; 7: 1- 8.
- 7) 朝比奈茂, 浅野和仁, 他: ラット視床下部 β -エンドルフィン含有量の運動による増加. *体力科学*.2003; 52: 159-166.
- 8) Umemoto Y, Furusawa K, et al. : Plasma IL-6 levels during arm exercise in persons with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011; 49: 1182-1187.

(指導教員 沖田 実)

慢性閉塞性肺疾患患者の身体活動量に 最も影響をおよぼす呼吸機能の指標

朝倉千絵・宮本佳織・山下はるか

要旨

本研究では、集中的な呼吸リハビリテーション終了後の外来通院中 COPD 患者 16 例(男性 16 名, 76.0 ± 6.9 歳, %FEV₁47.8 ± 21.5%)を対象に身体活動量と呼吸機能の関係を調査することを目的とした。対象者 7 日間身体活動量(歩数, 運動量, 総消費量)を測定し, これらの 1 日の平均値と呼吸機能との相関を検討した。その結果, 対象者を GOLD の重症度分類を用い分類したところ, stage III, IVの者が 10 名と多かったが, 歩数の平均は 70 歳以上の健常高齢者の平均値である 5263 歩とほぼ同程度で 5072 歩であった。また, 身体活動量と呼吸機能との間に統計学的に有意な相関はみとめられなかった。今回, 身体活動量に影響を及ぼす呼吸機能の指標は抽出されなかった。一定期間の呼吸リハビリテーション終了後の COPD 患者の身体活動量は呼吸機能のみと関係するのではなく, さまざまな因子が関与していることが考えられた。

はじめに

近年, 慢性閉塞性肺疾患(Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD)患者が増加しており, COPD は日本人死亡原因の第 9 位(男性では第 7 位)である。世界では, 2030 年には死亡原因の第 3 位となるといわれている。日本においても COPD 潜在患者が多いことや高齢化が進行していることなどにより, 今後も順位が上昇することが予想されている¹⁾。COPD は, 主症状である息切れによって身体活動量の低下を招くことが問題視されており, 身体活動量が低い COPD 患者ほど死亡率が高いということが判明している²⁾。さらに Benzo RP らの重症の COPD 患者 597 名を対象に行った先行研究³⁾で, COPD 患者の身体活動量は独立して入院のリスクと相関することを明らかにしている。したがって, COPD 患者と身体活動量は密接な関係にあるといえる。

COPD 患者において, 身体活動量の低下をみとめることは Bossenbroek らの先行研究⁴⁾によって明らかである。しかし身体活動量と呼吸機能との関係をみた研究は数少ないが, ブラジルで COPD 患者 40 名(男性 21 名, 女性 19 名)を対象

として身体活動量と呼吸機能との関係をみた Pitta らの報告⁵⁾がある。最大換気量(Maximal Voluntary Ventilation : MVV)は, ①一日の総消費量, ②中強度(3METs; Metabolic equivalents)以上の活動に使われた消費量および時間, ③歩数に相関したが, 最大吸気量 (Inspiratory Capacity: IC)と一秒量(Forced expiratory volume in 1 second: FEV₁)は相関しなかったと報告されている。また, 対象者を%FEV₁ および%MVV の値で 3 群に分類し比較したところ, %FEV₁ での GOLD の重症度分類(GOLD; Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease)よりも, %MVV での分類の方が中強度以上の活動時間に統計学的に有意な差がみとめられ, %MVV が低い群ほど中強度以上の活動時間が有意に少なくなっていた。

しかし, この先行研究における制限因子として, 身体活動量の計測期間が 2 日間と短いことが挙げられる。曜日ごとの活動量や活動内容の違いなどによって実際の生活を反映した活動量を計測できないと考えられる。また, この研究は, 生活様式や生活環境が異なるブラジル人が対象であり, 日本人の生活様式で暮らす邦人 COPD 患者に適用できるか否かは明らかではない。

そこで本研究の目的は、邦人 COPD 患者を対象とした身体活動量と呼吸機能の調査を行い、身体活動量に最も影響を及ぼす呼吸機能の指標を明らかにすることである。

対象

①平成 22 年 1 月 1 日～平成 25 年 4 月 1 日の間に田上病院もしくは長崎呼吸器リハビリクリニック(以下、データ収集場所)で集中的な呼吸リハビリテーションを終了し、外来通院していた COPD 患者、②平成 25 年 4 月 1 日～同年 11 月 30 日の間で外来通院中の COPD 患者を対象とした。①と②それぞれに身体活動量と呼吸機能のデータ収集を行った。①はカルテより後方視的に調査した。3 か月以内に急性増悪を起こした者、不安定な心疾患や臨床的に重大な内分泌疾患がある者、現在喫煙をしている者は除外した。対象者は本研究の理解が得られる者とし、口頭と書面にて本研究の目的、方法およびリスクについて説明し、同意及び署名を得た。なお、本研究は当大学の倫理審査委員会の承認を受けている。

方法

以下の項目を調査した。

i) 身体活動量

身体活動量の指標は、ライフコーダ(LifecorderGS®, スズケン社)を用い歩数、運動量および総消費量とした。身体活動とは、安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費する全ての動作を指し、日常生活における労働、家事、通勤・通学等の「生活活動」と、体力の維持・向上を目的とし、計画的・継続的に実施される「運動」の 2 つに分けられる⁷⁾とされているためである。

測定は、ライフコーダを配布日と回収日を含めた 9 日間腰部に着用してもらい、1 日における装着時間は、水泳や更衣、入浴時などやむを得ない場合を除いた起床時から就寝前までとした。

身体活動量のデータ解析は専用ソフトウェア(Lifelyzer 05 Coach, スズケン社)を用い、9 日間のうち配布日と回収日を除いた 7 日間をデータ解析し平均値を使用した。

ii) 呼吸機能

データ収集場所の、呼吸機能検査に熟練している理学療法士が、スパイロメータ(AUTOSPIRO AS-500, ミナト医科学株式会社)を用いて検査を行った。Pitta らの報告に基づいて、FEV₁、MVV、IC のデータを研究に使用した。なお呼吸機能検査は、身体活動量を測定した期間の前後 1 週間以内の結果を使用した。

iii) 統計解析

正規性の検定に Shapiro-Wilk 検定を行ったのち、歩数、運動量および総消費量と各独立変数(FEV₁, %FEV₁, MVV, %MVV, IC)との相関分析に Pearson の相関係数または Spearman の順位相関係数を用いた。統計ソフトは日本製 IBM PASW ver.18 Statistics を使用し、有意水準を危険率 5%未満とした。

結果

対象者は男性 COPD 患者 17 名のうち、呼吸機能検査に不備があった者(1 名)を除いた 16 名であった。対象者特性を表 1 に示す。

表 1 対象者特性

	N=16
年齢(歳)	76.0 ± 6.9
身長(cm)	162.5 ± 5.6
体重(kg)	58.4 ± 8.7
BMI(kg/m ²)	22.1 ± 3.0
歩数(歩/日)	5072 ± 1769
運動量 (kcal/日)	115.8 ± 49.8
総消費量 (kcal/日)	1632 ± 155
FEV ₁ (L)	1.2 ± 0.5
%FEV ₁ (%)	47.8 ± 21.5
MVV(L)	46.4 ± 21.3
%MVV(%)	58.9 ± 23.8
IC(L)	2.0 ± 0.6

BMI: Body Mass Index, FEV₁: 1 秒量, MVV: 最大換気量, IC: 最大吸気量

GOLD の重症度分類⁸⁾にて、本研究における対象者を分類すると、中等度～重症者が多くみられた(表 2)。歩数、運動量および総消費量と呼吸機能(FEV₁, %FEV₁, MVV, %MVV, IC)との相関分析を行ったところ、統計学的に有意な結果は得られなかった。また、主に歩数と運動量において相関係数が負の値を示した(表 3-5)。

表 2 GOLD の重症度分類

stage	対象者数
I 軽度の気流閉塞	2 名
II 中等度の気流閉塞	4 名
III 高度の気流閉塞	7 名
IV 極めて高度の気流閉塞	3 名

表 3 統計結果(歩数)

	歩数(歩/日)	
	r	p
FEV ₁ (L)	-0.42	0.106
%FEV ₁ (%)	-0.45	0.082
MVV(L)	-0.37	0.160
%MVV(%)	-0.34	0.200
IC(L)	0.003	0.991

表 4 統計結果(運動量)

	歩数(歩/日)	
	r	p
FEV ₁ (L)	-0.42	0.106
%FEV ₁ (%)	-0.45	0.082
MVV(L)	-0.37	0.160
%MVV(%)	-0.34	0.200
IC(L)	0.003	0.991

表 5 統計結果(総消費量)

	歩数(歩/日)	
	r	p
FEV ₁ (L)	-0.42	0.106
%FEV ₁ (%)	-0.45	0.082
MVV(L)	-0.37	0.160
%MVV(%)	-0.34	0.200
IC(L)	0.003	0.991

考察

MVV は、①一日の総消費量、②3METs 以上の活動に使われた消費量および時間、③歩数に相関したが、IC と FEV₁ は相関しなかったという Pitta らの報告を基に、本研究では日本の COPD 患者の身体活動量に最も影響をおよぼす呼吸機能の指標を検討した。しかし、歩数、運動量および総消費量と各独立変数(FEV₁, %FEV₁, MVV, %MVV, IC)との間に、統計学的に有意な結果は得られなかった。この要因として、GOLD の重症度分類にて本研究における対象者を分類すると、中等度～重症者が多くみられたにも関わらず、平均歩数が健常高齢者(70 歳以上:5263 歩)¹⁰⁾に対し同等の値(76.0 ± 6.9 歳:5072.0 ± 1769.9 歩)であったことが考えられる。一般的に、COPD 患者は息切れを主症状に身体活動量が低下すると言われているが、本研究の対象者は、中等度～重症であるにも関わらず健常高齢者と同程度の身体活動を行っており、一般的な COPD 患者の身体活動量の傾向とは異なっていた。これは、対象者が一定期間集中的な呼吸リハビリテーションプログラムを終えた外来患者であり、リハビリによる機能向上が反映したためと考えられる。呼吸リハビリテーションには運動耐容能や下肢筋力といった身体機能を向上させ、高齢 COPD 患者の身体活動量を増加させる効果があるという報告¹¹⁾もされており、本研究の対象者においても同様の効果が得られていたのではないかと考える。また、身体活動量には居住環境や天候といった環境因子や、不安や抑うつ、人とのつながりといった心理・社会的因子など、

さまざまな因子が影響している⁹⁾とされていることから、今回身体活動量と呼吸機能との関係は得られなかったのではないかと考えられる。具体的に、身体活動量には世帯密度、土地利用の多様性、サービスへのアクセス、道路の連結性、歩道自転車道、景観、交通安全、治安が有意に相関している¹²⁾、冬季は夏季に比べ室内での生活時間が長くなり、活動量も30~40%減少する¹³⁾、日常身体活動の強度と総量はともに気象要素、特に降水量と平均気温に左右され、降水量増加に伴い活動量は減少する¹⁴⁾、といった環境因子に関する報告がある。加えて、COPD患者の身体活動量はうつ傾向のある者で低下がみられ、不安傾向のある者で増加がみられる¹⁵⁾、地域社会活動参加が多い者はそうでない者と比較して有意に身体活動時間が長い¹⁶⁾などの心理・社会的因子に関する報告もあるように、身体活動量に関係する因子について述べた報告が多くある。これらの様々な要因が本研究の対象者の身体活動量に影響をおよぼしていた可能性を示しているが、今回検討は出来ていない。そのため、本

研究の制限として、様々な環境因子や心理・社会的因子などを考慮できていないことや、活動強度別でも比較を行っていないことが挙げられる。

今後は対象者数を拡大し、環境因子や心理・社会的因子を考慮した検討を行うことで、患者ひとりひとりにより見合った呼吸リハビリテーションの目標設定やプログラムの作成に役立つことが期待される。

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千住秀明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、データ収集にご協力いただいた田上病院ならびに長崎呼吸器リハビリクリニックの理学療法士の先生方ならびに患者の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 福地義之助:COPDの疫学。臨牀と研究。2012;89:1013-1016.
- 2) 佐々木淳:生命予後を改善する身体活動・運動にせまる。Life Style Medicine。2010;4:238-244.
- 3) Benzo RP, Chang CC, et al. Group NR:Physical activity, health status and risk of hospitalization in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. international review of thoracic diseases. 2010;80:10-18.
- 4) Bossenbroek L, de Greef MH, et al. :Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. A systematic review. Copd. 2011;8:306-319.
- 5) Pitta F, Takaki MY, et al. :Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with copd. Respiratory medicine. 2008;102:1203-1207.
- 6) Pitta F, Breyer M, et al. :Comparison of daily physical activity between COPD patients from Central Europe and South America. Respiratory medicine. 2008;103:421-426.
- 7) 厚生労働省, 健康づくりのための身体活動基準 2013
- 8) 日本呼吸器学会, COPD(慢性閉塞性肺疾患)診断と治療のためのガイドライン第4版, メディカルレビュー社
- 9) 角田憲治, 辻大士, 他:高齢者の身体活動量と関連する要因についての分析. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告. 2009;2:25-28.
- 10) 厚生労働省, 平成23年国民健康・栄養調査結果の概要
- 11) 川越厚良, 清川憲孝, 他:外来COPD患者の身体活動量に対する包括的呼吸リハビリの介入効果—3軸加速時計を用いた解析—. 第48回日本理学療法学会(名古屋). S-C 内部-017.

- 12) 井上茂, 下光輝一, 他: 日常生活の歩数に影響を与える環境要因に関する検討. 研究成果報告書. 2007.
- 13) 岡山寧子, 木村みさか, 他: 季節による高齢者の身体活動量の変動と体力(東北農村部の場合). 体力科学. 2001;50:891.
- 14) 青柳幸利, 朴眩泰, 他: 高齢者における日常的な身体活動と心身の健康. 保健師ジャーナル. 2009;65:1042-1053
- 15) Huong Q, Vincent S, et al. :Patients With COPD With Higher Levels of Anxiety Are More Physically Active. Chest. 2013;144:145-151.
- 16) 吉澤裕世, 横山典子, 他: 地域コミュニティの再構築がソーシャルキャピタル及び身体活動量に及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2013;21:201-210.

(指導教員 千住秀明, 田中貴子)

高齢者のソーシャル・キャピタルに影響する因子について

衛藤 緑里・山田 雄大

本研究では、ソーシャル・キャピタルという概念に着目し、ネットワーク、信頼、互酬性の規範の3要素から地域在住高齢者のソーシャル・キャピタルに影響する要因を検討した。長崎市郊外に居住する高齢者277名から得られたアンケートの結果、地域特性として同居者が多く、治療中の疾患を有する者は多いが、外出頻度は高かった。また、同地域のソーシャル・キャピタルは豊かであり、アンケート項目との関連を分析した結果、生きがいや外出頻度が特に強く影響していることが明らかとなった。このことから家族の協力のもと、積極的に外出していることが高齢者の社会参加を促し、ソーシャル・キャピタルの豊かさにつながっていることが示唆された。今後は、生きがいを形成する活動を展開し、外出頻度を増加させることが、さらなるソーシャル・キャピタルの豊かさに繋がると考える。

はじめに

平成25年度の高齢社会白書の報告によると、高齢化率は24.1%に達し、高齢者世帯の半数以上が独居、または夫婦のみの世帯であり、核家族化の進行が指摘されている。また、近所づきあいに関して、『付き合いが全くない』、『頼れる人がいない』と回答する高齢者が存在しており、その結果、孤独死の増加を認め、社会問題となっている¹⁾。このような問題を解決するため、地域ネットワークの構築や、高齢者の社会参加の促進が重要とされており、その中で、ソーシャル・キャピタル(Social Capital)を用いた調査が数多くなされている²⁾。

ソーシャル・キャピタルは、1993年にパットナムにより『人々の協調運動行動を促す信頼・規範・ネットワークといった社会組織の特徴』と定義され、人々がお互いに協力することで、集団活動を円滑に行うことが可能になるという、人々のつながりの重要性を説く概念である。また、ソーシャル・キャピタルはネットワーク・信頼・互酬性の規範という3要素で成り立ち、いずれかが増えると他のものも増えるといった相互強化的な関係であるため³⁾、3要素すべてをとらえた全体的な評価が必要と考える。

わが国で初めてソーシャル・キャピタルを測定

した大規模調査は、2002年に内閣府で実施されている³⁾。その後、藤澤ら⁴⁾や長谷⁵⁾によってソーシャル・キャピタルが影響する因子について検討されているが、高齢者の特徴を示したものではない。

さらに、現在ソーシャル・キャピタルの調査方法は確立されておらず、調査ごとに質問項目は異なり、ソーシャル・キャピタルの3要素すべてを網羅していない文献も散見する⁶⁾⁷⁾。ソーシャル・キャピタルは前述した3要素が相互に影響しあうことで成り立っているため、特定要素のみを測定しただけでは解釈には不十分であると考えられる。

今回、我々は高齢者に焦点を当て、高齢者のソーシャル・キャピタルをネットワーク、互酬性の規範、信頼の3要素で評価するとともに一般状況を調査し、高齢者のソーシャル・キャピタルに関連する要因を検討したので報告する。

対象

対象は、長崎市内郊外に居住する65歳以上の高齢者795名とした。調査に際して、対象者の在住する自治会へ協力依頼し、アンケート、返信用封筒を配布していただき、郵送法にてアンケートの回収を行った。配布後2週間以内に回答

が得られた 479 名(回収率:60%)から、アンケートの全項目に回答のあった 277 名を分析対象とした。内訳は男性 126 名、女性 151 名、平均年齢は 75.6 ± 7.4 歳であった。

方法

調査方法は、アンケートにて一般的状況の調査およびソーシャル・キャピタルの評価を実施した。なお、アンケートは無記名にて回答を行ってもらうこととした。

(1) 一般的情報

一般的情報の調査項目は、個人特性と暮らしぶり、身体的情報、精神的情報、環境情報に大別して質問を行った。個人特性は年齢と性別、暮らしぶりは家族形態、経済情報として自分の暮らしを豊かだと感じているかを質問した。身体的情報は、要介護認定の有無、治療中疾患の有無、外出頻度、歩行能力を質問した。なお、歩行能力については 1km(15 分程度)連続して歩行可能かどうかを質問した。精神的情報は、主観的健康観、生きがいの有無を、環境情報は、家屋形態がアパートか、一戸建てであるか、また、外出する際に不便に感じる坂や階段の有無について質問した。

(2) ソーシャル・キャピタルの評価

ソーシャル・キャピタルの評価に際し、矢吹⁸⁾が用いられたアンケート調査を参考に、質問内容を選定した。項目は、ネットワーク、信頼、互酬性の規範について、それぞれ 5 項目 21 点満点、2 項目 18 点満点、6 項目 24 点満点とし、得られた回答から得点化を行った。なお、得点化については各質問項目の中で、もっとも社会性が低い回答を 1 点とし、社会性が高い回答が高得点となるように設定した。

ネットワークについては、近所づきあいの程度、近所づきあいをしている人数、友人・知人との付き合いの頻度、親戚づきあいの頻度、趣味・スポーツ活動の参加について質問した。信頼については、一般的信頼と地域の人に対する信頼を質問した。互酬性の規範については、地縁的な活動への参加、ボランティア活動への参加、その他

活動への参加の有無を、①参加している、②参加したいができない、③参加していないで回答してもらった。また、参加していると答えた場合のみ、参加頻度を回答してもらった。

分析方法

ソーシャル・キャピタルの評価は、対象者個々の点数を算出し、要素ごとに平均値より高得点の群を高得点群、平均値以下の群を低得点群として 2 群に区分した。その後、一般的情報との関連を検討するため、カイ二乗検定を行った。さらに、カイ二乗検定の結果を踏まえ、ソーシャル・キャピタルに関連する要因を検討するため、ロジスティック回帰分析を行った。使用ソフトは IBM SPSS (Statistics21) を用い、有意水準は 5%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審査を受け、実施した。

結果

(1) アンケート結果

アンケートの集計結果を表 1 に示す。個人特性では、70 歳代が 42.6%と最も多かった。暮らしぶりでは、家族構成で夫婦世帯が 46.6%と最も多かった。また、身体的要因では何らかの治療中疾患があると答えた人の割合が 77.3%に達した一方、要介護認定を受けていない人が 89.2%、外出頻度はほぼ毎日外出している人が 49.1%であった。精神的要因では、生きがいをまあまあ感じている人の割合が 63.9%と多かった。

(2) ソーシャル・キャピタルの評価

総合の平均点は 34.7 ± 7.2 点であった。また各要素の平均点はネットワーク 15.7 ± 3.1 点、信頼 12.4 ± 3.1 点、互酬性の規範 6.7 ± 7.2 点であった。また、得点率は、総合 55.0%、ネットワーク 74.8%、信頼 68.9%、互酬性の規範 27.9%であった(表 2)。

表 1 分析対象者の属性(N=277)

個人特性	年齢	65～69 歳	69	24.9%	
		70～79 歳	118	42.6%	
		80～89 歳	79	28.5%	
		90 歳以上	11	4.0%	
個人特性	性別	男性	126	45.5%	
		女性	151	54.5%	
暮らしぶり	家族形態	独居	49	17.7%	
		夫婦	129	46.6%	
		二世帯	69	24.9%	
		その他	30	10.8%	
暮らしぶり	経済状況	非常に豊か	2	0.7%	
		やや豊か	156	56.3%	
		やや貧しい	107	38.6%	
		非常に貧しい	12	4.3%	
身体的要因	要介護認定	要支援・要介護	30	10.8%	
	病気の有無	あり	214	77.3%	
	歩行能力	1km以上歩ける	222	80.1%	
	身体的要因	外出頻度	毎日	136	49.1%
			週 4～5 日以下	52	18.8%
週 2～3 日以下			53	19.1%	
週 1 日以下			20	7.2%	
精神的要因	主観的健康感	月に 2～3 日	16	5.8%	
		非常に健康	14	5.1%	
		まあまあ健康	175	63.2%	
		あまり健康でない	60	21.7%	
	健康でない	28	10.1%		
精神的要因	生きがい	とても感じる	35	12.6%	
		まあまあ感じる	177	63.9%	
		あまり感じていない	54	19.5%	
		感じていない	11	4.0%	
環境的要因	家屋形態	一戸建て	269	97.1%	
		アパート	8	2.9%	
	ハザード	あり	65	23.5%	

(3) ソーシャル・キャピタル各要素別の高得点群・低得点群の比較

カイ二乗検定の結果を以下に示す(表3)。この時、一般状況の回答は2群にして統計を行っている。

総合における高得点群と低得点群の比較では、年齢・病気の有無・外出ハザード以外のすべての項目で有意差がみられ、ネットワークでは、年齢・病気の有無・外出ハザード・経済状況を除いた項目で有意差を認めた。信頼の項目では、年齢・家族形態・経済状況・外出頻度・主観的健康感・生きがいの項目で有意差を認め、年齢の項目では前期高齢者が低得点群に多く分布していた。互酬性の規範では家族形態・病気の有無・家屋状況・外出ハザード以外の項目で有意差を認め、信頼の項目とは異なり、前期高齢者が高得点群に多く分布していた。

(4) ソーシャル・キャピタル高得点群と各変数との関連性

ソーシャル・キャピタル高得点群と各項目との関係を検討するため、カイ二乗検定で有意差がみられた項目(極端な分布の偏りがみられた家屋形態を除く)についてロジスティック回帰分析を用いて検討した結果、すべての要素で生きがいが抽出され、オッズ比も最も高かった(表4)。

そのほか、総合と関連がみられた項目は外出頻度、性別であり、ネットワークと関連がみられた項目は要介護認定、外出頻度、性別であった。また、信頼と関連がみられた項目は年齢、経済状況であり、互酬性の規範と関連がみられた項目は要介護認定、性別であった。

表2 ソーシャル・キャピタルの得点

	平均得点 (得点率: 得点/満点)
総合	34.7±7.2 (55.0%)
ネットワーク	15.7±3.1 (74.8%)
信頼	12.4±3.1 (68.9%)
互酬性の規範	6.7±3.4 (27.9%)

表3 ソーシャル・キャピタル各要素別の高得点群・低得点群の比較

変数	カテゴリー	総合	ネットワーク	信頼	互酬性の規範
性別	女性/男性	62.3/42.9**	61.6/47.6*	50.3/49.2	60.3/36.5***
年齢	前期高齢者/ 後期高齢者	56.1/50.7	59.0/51.4	43.2/56.5*	56.8/42.0*
家族形態	独居/同居	69.4/50.0*	63.3/53.5	61.2/47.4	61.2/46.9
経済状況	豊か/貧しい	61.4/42.9**	59.5/49.6	60.1/36.1***	56.3/40.3*
要介護認定	非該当/ 要支援・要介護	57.1/23.3***	59.5/20.0***	50.0/49.8	53.8/13.3***
病気の有無	あり/なし	53.7/52.4	57.0/49.2	50.5/47.6	49.1/50.8
歩行能力	歩ける/歩けない	58.6/32.7**	59.0/40.0*	51.4/43.6	55.4/25.5***
外出頻度	週4~5日以上/ 週2~3日以下	62.2/34.8***	64.4/36.0***	54.3/40.4*	56.9/33.7***
主観的健康感	健康である/ 健康でない	64.6/29.5***	64.0/36.4***	55.0/38.6*	57.1/33.0***
生きがい	感じている/ 感じていない	66.0/12.3***	66.0/20.0***	57.5/24.6***	59.4/16.9***
家屋形態※	一戸建て/アパート	54.6/12.5*	56.5/12.5*	50.9/12.5	49.4/50.0
ハザード	無し/あり	56.1/44.6	57.1/49.2	50.0/49.2	52.4/40.0

注)表中の数値は各カテゴリーでの高得点群の割合(%)を示す

注)x²検定を用いた; *p<.05 **p<.01 ***p<.001 ※Fisherの直接確率検定を用いた

表4 ソーシャル・キャピタル高得点群と各変数との関連性

説明変数	比較カテゴリー／ 基準カテゴリー	目的変数			
		総合 高得点群 vs. 低得点群	ネットワーク 高得点群 vs. 低得点群	信頼 高得点群 vs. 低得点群	互酬性の規範 高得点群 vs. 低得点群
		オッズ比 (95%CI)	オッズ比 (95%CI)	オッズ比 (95%CI)	オッズ比 (95%CI)
性別	女性／男性	2.051* (1.132-3.716)	1.885* (1.090-3.260)	—	3.080*** (1.777-5.336)
年齢	後期高齢者／ 前期高齢者	—	—	2.141* (1.262-3.632)	ns
家族形態	独居／同居	ns	—	—	—
経済状況	豊か／貧しい	ns	—	1.973* (1.163-3.346)	ns
要介護認定	非該当／ 要支援・要介護	ns	3.766* (1.221-11.620)	—	4.319* (1.222-15.264)
病気の有無	あり／なし	—	—	—	—
歩行能力	歩ける／歩けない	ns	ns	—	ns
外出頻度	週4～5日以上／ 週2～3日以下	2.294* (1.183-4.450)	2.478* (1.311-4.190)	ns	ns
主観的健康感	健康である／ 健康でない	ns	ns	ns	ns
生きがい	感じている／ 感じていない	8.850*** (3.691-21.222)	6.068*** (2.825-13.037)	3.358** (1.630-6.917)	4.648*** (2.074-10.415)
ハザード	あり／なし	—	—	—	—

注) 二項ロジスティックモデル(強制投入法)を用いた CI: 信頼区間

*p<.05 **p<.01 ***p<.001 ns: 有意水準5%で有意差無し

考察

今回、高齢者のソーシャル・キャピタルに関連する要因を検討した。

アンケート調査の結果から、対象地域の同居世帯の割合は82.3%であり、平成25年度の高齢社会白書¹⁾による全国平均が75.9%であることから、この地域は同居世帯が多いことが分かる。身体的情報については、何らかの治療中疾患があると答えた割合は77.8%に上る一方、ほぼ毎日外出を行っている者は49.1%であり、要介護認定を受けていない者は80.2%であった。このことから、対象地域では何らかの疾患をもちつつも、家族の協力により外出を可能にし、在宅生活を営んでいることが分かる。

ソーシャル・キャピタルの結果では、平均得点率でみるとネットワーク、信頼の項目でそれぞれ、74.8%、68.9%であるのに対し、互酬性の規範では27.9%と低い値にとどまった。しかし、地域活動、ボランティア活動のいずれかに参加している割合は70.8%に達し、全国平均の47.0%を大きく

上回っている。以上のことから、対象地域ではソーシャル・キャピタルが豊かであり、家族関係を基盤とし、地域内で強いつながりを築いていることが窺われる。

さらに、ソーシャル・キャピタルと一般状況との関連を分析した結果、総合において生きがいの有無、外出頻度、性別が関連し、ネットワークでは総合で抽出された項目に加えて要介護認定の有無が抽出された。特に生きがいの有無は、オッズ比も高いことから強い影響力を有していることが分かる。松田ら⁹⁾は生きがいを構成する要因に、身体的健康や社会活動の参加をあげている。対象地域では、家族関係が基盤にあり、身体機能の低下が起こっている場合でも家族の協力が積極的な外出を可能にし、高齢者の社会参加を促進していることが考えられる。そのため、生きがいに加え、外出頻度・要介護認定の有無といった身体機能も、ソーシャル・キャピタルに影響する因子として出現したと考えられた。渡辺ら¹⁰⁾

は、友人・近隣・親族との交流頻度が少ないと、閉じこもりを引き起こすと報告している。買い物や通院など、IADL の達成のみではなく、他者との交流を外出の目的とすることで、ソーシャル・キャピタルが高まるものと思われる。

また、女性が抽出されたことについて、女性のほうが付き合いを多面的に展開しているのではないかと考える。前田ら¹¹⁾は女性の友人づきあいの契機は近所づきあいに集中しており、悩みごとの相談や食事のやりとりなど相互援助の付き合いをしていると報告している。今回の調査でも、総合に加え、ネットワーク、互酬性の規範の項目で関連がみられたことから、対象地域でも女性は近所づきあいを通じて友人関係を形成し、付き合いを多面的に展開しているものと考えられた。

さらに、信頼の項目においてのみ、年齢、経済状況が抽出された。年齢について、天貝ら¹²⁾は加齢に伴い他者への信頼感は増加すると報告している。これは、身体機能の低下に対する不安から、他人のサポートを必要とし、まず自分が相手を信用することで、信頼関係の構築をはかるためとされている。今回の調査で、何らかの疾患を有している高齢者は多く、外出頻度は保たれているものの、身体機能の低下に対する不安は潜在していることが推測される。また、経済的豊かさは心理的健康指標や、社会参加など様々な因子に影響することが報告¹³⁾¹⁴⁾されており、経済的豊かさがもたらす心理的余裕や生活の安定が、他人への信頼を増加させるのではないかと考えられた。

今回の調査結果から、対象地域はソーシャル・キャピタルが豊かであることが判明した。しかし、個人レベルではソーシャル・キャピタルの得点が低い対象者もあり、今後さらに地域としてのソーシャル・キャピタルを豊かにするためには、これらの対象者に対するアプローチが必要である。

参考文献

- 1) 内閣府ホームページ 高齢社会白書平成 25 年度版。
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/index.html> (2013 年 12 月 21 日引用)
- 2) 井上 智代, 片平 伸子, 他: 日本におけるソーシャル・キャピタルと健康に関する文献研究, 新潟県立看護大学紀要, 2013;2:10-15
- 3) 内閣府ホームページ 「ソーシャル・キャピタル: 豊かな人間関係と市民活動の好循環を求めて」平成 14 年度版。 https://www.npo-homepage.go.jp/data/report9_1.html (2013 年 12 月 21 日引用)
- 4) 藤澤 由和, 濱野 強, 他: 地区単位のソーシャルキャピタルが主観的健康感に及ぼす影響。厚生
の指標。2007; 54: 18-23.

また、高齢者の社会参加を阻害する要因として「どのような活動が行われているか知らない」、「活動に必要な技術、経験がない」といった事が報告されている¹⁵⁾。そのため、社会活動に参加するための技術指導や友人とともに楽しめるような活動を開催し、地域住民に伝えていくことが必要である。それにより、外出機会の増加や生きがい形成され、ソーシャル・キャピタルに反映されていくと考える。

本研究の限界として、アンケートの内容が、対象地域の調査に適していたとはいいいくことがあげられる。特に、ソーシャル・キャピタルの調査に際し、互酬性の規範のみ点数が低くなってしまったことを考慮し、得点方法や、アンケート項目の更なる推敲が必要であると考え。また、今回の研究では 1 つの地域のみを対象にしているため、今後、他地域でも調査を行い、地域間の比較を通して更なる地域特性の分析が必要であると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、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長崎市三和行政センター職員の皆様に厚く御礼申し上げます。

- 5) 長谷 亮佑:山陽小野田市健康づくり計画の基礎調査におけるソーシャル・キャピタルおよび生活習慣と健康との関連. 山口医学. 2012; 61: 31-38.
- 6) 助友 裕子, 片山 佳代子, 他:部位別がん検診受診率と各種ボランティア活動行動者率の関連—がん検診受診率とソーシャル・キャピタルに関する検討—. 民族衛生. 2013; 79: 87-98.
- 7) 吉澤 裕世, 横山 典子, 他:地域コミュニティの再構築がソーシャルキャピタルおよび身体活動量に及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2013; 21: 201-210.
- 8) 矢吹 知之:ソーシャルキャピタル指標に基づく基礎調査. 地域高齢者の生きがいと健康づくりモデル構築に向けた自助・互助機能活用とソーシャルキャピタル指標開発の研究事業, 2010: pp201-242.
http://www.dcnet.gr.jp/support/research/center/detail.html?CENTER_REPORT=23¢er=3 (2013年12月21日引用)
- 9) 松田 晋哉, 筒井 由香, 他:地域高齢者の生きがい形成に関連する要因の重要度の分析. 日本公衆誌. 1998; 45: 704-712.
- 10) 渡辺 美鈴, 渡辺 丈眞:生活機能の自立した高齢者における閉じこもりの発生の予測因子. 日本老年医学会雑誌. 2007; 44: 238-246.
- 11) 前田 尚子:老年期の友人関係:別居子関係との比較検討. 社会老年学. 1988; 28: 58-70.
- 12) 天貝 由美子:成人期から老年期に渡る信頼感の発達—家族および友人からのサポート感の影響—. 教育心理学研究. 1997; 45: 79-86.
- 13) 藤原 佳典, 小林 江里香, 他:地域高齢者における年収および暮らし向きと心理的健康指標との関連. 老年精神医学雑誌. 2012; 23: 211-220.
- 14) 内閣府ホームページ 高齢社会政策 高齢者の生活実態に関する調査平成 20 年度版.
<http://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/h20/kenkyu/zentai/index.html> (2013年12月21日引用)
- 15) 平成9年度 高齢者社会参加モニター報告結果の概要, エイジング, 1998年夏号;pp23-27.

(指導教員 井口 茂)

関節リウマチモデルラットの炎症と痛みに対する 温熱刺激の影響

川内春奈

要旨

本研究では、関節リウマチ (RA) の炎症と痛みに対する温熱刺激の影響を、RA モデルラットを用いて検討した。実験動物には Wistar 系雄性ラット 42 匹を用い、これらを対照群 (n=11)、関節炎を惹起する関節炎群 (n=9)、関節炎を惹起した後温熱刺激を負荷する温熱群 (n=22) に無作為に振り分けた。温熱刺激の負荷は、炎症の活動期である起炎剤投与後 1~3 週目、および非活動期である起炎剤投与後 4~8 週目に行い、1 回 20 分および 60 分、頻度は 1 日 1 回、週 5 日とした。実験期間中は、足部幅、血球沈降速度、血漿 TNF- α による炎症の評価と、von Fray filament を用いた機械的刺激に対する痛み反応の評価を週 1 回行った。結果、活動期、非活動期のいずれにおいても、温熱群の炎症の程度ならびに痛み反応の出現頻度は関節炎群のそれと有意差は認めず、温熱刺激時間の違いによる影響も認めなかった。したがって、RA に対する温熱刺激に炎症や痛みを抑制する効果はないと思われる。

はじめに

関節リウマチ (Rheumatoid arthritis; 以下, RA) とは、多発性関節炎を主体とする慢性炎症性疾患である。病変の主座は関節滑膜であり、滑膜組織の炎症により単核球や滑膜細胞が互いに反応すると腫瘍壊死因子 (Tumor Necrosis Factor- α ; 以下 TNF- α) やインターロイキン 6 などの炎症性サイトカインが産出され、これが滑膜細胞を増殖させて滑膜炎の再燃と寛解、つまり炎症の活動期と非活動期を繰り返す。そして、炎症が関節軟骨や骨を破壊へと導き、RA の主訴である関節の痛みや変形、拘縮をきたす^{1,2)}。

一方、RA に対する理学療法としては、運動療法や温熱療法、寒冷療法、装具療法、日常生活指導などがあげられる^{3,4)}。特に、温熱療法は苦痛を伴わず、かつ簡便に用いることができることから日常の臨床現場では頻繁に実施されている。しかし、先にも述べたとおり、RA は関節の炎症性疾患であり、本来、炎症に対する温熱療法は浮腫や出血を助長し、痛みを増悪させるなどの理由から禁忌とされており⁵⁾、RA に対する温熱

療法の適応には疑問が残る。そこで、RA に対する温熱療法の効果を検討した先行研究をみてみると、Franke ら⁶⁾の研究では、1 回 20 分のラドン泉入浴を 4 週間継続したところ、3 か月後、6 か月後に疼痛緩和を認めたと報告しており、また、前田ら⁷⁾の研究では、41°C の炭酸水に 10 分間入浴することで疼痛の改善を認めたと報告している。これに対して、Dellhag ら⁸⁾の研究では、週 3 回の Wax bath を 4 週間継続しても、強張りや疼痛の改善を認めなかったことを報告している。また、関節炎モデルラットを用いて痛みに対する温熱療法の効果を検討した新谷ら⁹⁾の報告でも、効果はなかったとされている。つまり、温熱療法により RA の炎症が悪化したとの報告はされていないが、痛みに対する効果は様々で、未だ結論付けられていない。ただ、これまでの先行研究では、RA の活動期と非活動期のどの時期に温熱療法を実施したのか記載されておらず、また、1 回の温熱療法の実施時間はすべて 20 分間以下である。ホットパックによる温熱療法の治療時間に関しては、ホットパックを置いた皮膚表面温度が開始 18 分後、深部温は 26 分後に最高温度に達す

るという報告に基づいているが¹⁰⁾,これは温度変化に基づく時間であって,炎症や痛みの変化は一切考慮されておらず,その点についての情報は少ない.ここで近年,温熱刺激には抗炎症作用があることがわかってきており¹¹⁻¹³⁾,炎症を抑制する効果があるという知見がある.すなわち,温熱刺激により炎症性サイトカインであるTNF- α を直接的に抑制し,それに続いて発痛物質の1つであるインターロイキン6が減少するとされている.前記したRAに対する温熱療法で効果があったとされる報告の結果は^{6,7)},この抗炎症作用による効果とも捉えられるが,この十分な効果を得るためには,60分という長時間の温熱刺激が必要とされている¹²⁾.しかし,RAに対して温熱療法を長時間実施し,抗炎症作用の効果を検討した報告は見当たらない.このように,RAの炎症と痛みに対する温熱刺激の影響は不明点が未だ多く残されている状況である.

そこで本研究では,RAの痛みと炎症に対する温熱療法の効果を明らかにすることを目的とし,RAのモデルとされるアジュバント関節炎ラットの活動期と非活動期に20分間および60分間の温熱刺激を负荷し,炎症と痛みに対する影響について検討した.

対象と方法

1. 実験動物

実験動物は,8週齢のWistar系雄性ラット42匹を用いた.これらのラットを無作為に通常飼育する対照群(n=11),起炎剤として完全フロイトアジュバントを両側足底に投与する関節炎群(n=9),起炎剤投与後に温熱刺激を负荷する温熱群(n=22)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,長崎大学先端生命科学支援センター動物実験施設で実施した.

2. 関節炎モデルラットの作成方法と実験期間

すべてのラットをジエチルエーテルで麻酔した後,関節炎群および温熱群のラットの両側足底に起炎剤として完全フロイトアジュバント(結核菌:2mg/ml)を50 μ l投与した.対照群には同量の生理食塩水を投与した.

3. 温熱刺激の実施期間(実験1と実験2)

予備実験により,今回作成した関節炎モデルにおいては起炎剤投与後2~3週目に血球沈降速度と痛み反応の増加がピークを抑えることからこの時期が炎症の活動期であり,その後,起炎剤投与後4~8週目では炎症は治まるものの痛み反応の増加が持続することからこの時期が炎症の非活動期と考えられた.

そこで,起炎剤投与後,3群の一部のラット(対照群,n=5;関節炎群,n=4;温熱群,n=10)に対しては,炎症の活動期である起炎剤投与後1~3週目に後述の方法で温熱刺激を负荷し,これを実験1とした.残りのラット(対照群,n=6;関節炎群,n=5;温熱群,n=11)に対しては,炎症の非活動期である起炎剤投与後4~8週目に温熱刺激を负荷し,これを実験2とした.そして,それぞれの実験において,炎症と痛みに対する温熱刺激の影響を検討した.

4. 温熱刺激の方法

温熱刺激は,自作の温度制御装置付き小動物用プール(図1-A)を用いて行い,温度は40 \pm 1 $^{\circ}$ C,水位はラット足関節が浸漬する3cmに設定した(図1-B).温熱刺激の実施時間は20分間(温熱(20分)群)と60分間(温熱(60分)群)に設定し,頻度は1日1回,週5日とした.温熱刺激を负荷する期間は,実験1では炎症の活動期の2週間(起炎剤投与後1~3週目;20分間,n=5;60分間,n=5),実験2では非活動期の4週間(起炎剤投与後4~8週目;20分間,n=6;60分間,n=6)とし,継続して行った.

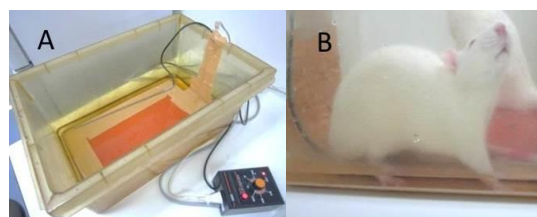


図1 温熱刺激方法

5. 炎症の評価方法

炎症の指標として両側足部幅と血球沈降速度を週1回測定した.足部幅は最大の前額面と矢状面の幅をノギスで測定し,その合計を記録した.また,炎症の生物学的マーカーである血球沈降

速度と血漿 TNF- α 含有量を温熱刺激の直前および 1 時間後に測定した。血球沈降速度の測定はディスプレイサブル赤沈管(株式会社ベネフィット社製)を用い、60 分後の値を記録した。また、血漿 TNF- α 含有量の測定は ELISA キット(R&D SYSTEMS 社製, RTA00)を用い、通法に従って測定した。

6. 機械的刺激に対する痛み反応の評価方法

実験期間中は週 1 回、アロディニアの指標となる 4g と、痛覚過敏の指標となる 15g の von Fray Filament(North Coast Medical 社製;以下 VFF)を用いて機械的刺激に対する痛み反応の評価を行った¹⁴⁾。具体的には、ラットを覚醒下で自作の小動物固定器に固定し、両側足底に VFF を各刺激 5 秒以上の間隔をあけて垂直に 10 回ずつあて(図 2)、下肢の逃避反応といった痛み反応の出現回数を記録した。なお、機械的刺激に対する痛み反応の評価は温熱刺激の直前、直後、1 時間後に行った。



図 2 痛み反応の評価法

6. 統計処理

統計学的解析では StatView5.0 を用いて一元配置分散分析を行い、有意差を認めた場合は Fisher's PLSD 法にて 2 群間比較を行った。なお、すべての統計手法で有意差を 5%未満とした。

結果

実験 1:RA の活動期に対する温熱刺激

1. 即時効果

温熱刺激直前、直後、一時間後の各指標の値を比較し、炎症および痛みに対する温熱刺激の即時効果を検討した。その結果から温熱(20 分)

群、温熱(60 分)群とも、温熱刺激直後に VFF4g・15gの機械的刺激に対する痛み反応の出現回数の増加が見受けられたが、1 時間後には温熱刺激直前と変わらない値まで回復した。また、血球沈降速度、血漿 TNF- α 含有量はいずれも温熱刺激の前後で変化はほとんど見られず、温熱刺激時間の違いによる影響も認めなかった。なお、即時効果の検討は毎週検討したが、その結果に大きな差はなかったため、起炎剤投与後 2 週目の結果のみを図 3 に示す。

2. 経時的効果

各指標の温熱刺激直前の値を起炎剤投与後 1 週目から 3 週目まで経時的に見たところ、次のような結果が得られた。

(1) 炎症の変化

対照群と比較して関節炎群、温熱群の足部幅は起炎剤投与後 1 週目で有意に増加し、その後 3 週目まで変化は認められず、関節炎群と温熱群の間にも有意差は認めなかった(図 4-A)。また、対照群と比較して関節炎群の血球沈降速度は起炎剤投与後 1 週目に有意に増加したが、2 週目以降には低下して対照群との有意差を認めなくなり、この傾向は温熱群も同様であった(図 4-B)。血漿 TNF- α 含有量は起炎剤投与後 1 週目に増加し、対照群と比較して関節炎群、温熱群は有意に増加し、その後、大きな変化は認めなかった(図 4-C)。

(2) 機械的刺激に対する痛み反応の変化

VFF4g・15gの機械的刺激に対する痛み反応の出現回数は、起炎剤投与後 1 週目に対照群と比較して関節炎群と温熱群が有意に増加した。その後、その推移は減少する傾向を示したが、関節炎群と温熱群とも変わらなかった(図 4-D, E)。

実験 2:RA の非活動期に対する温熱刺激

1. 即時効果

温熱刺激直前、直後、一時間後の各指標の値を比較し、炎症および痛みに対する温熱刺激の即時効果を検討したが、その結果は実験 1 と同様であり、温熱刺激直後に機械的刺激に対する痛み反応の出現回数が一時的に増加した。また、即時効果の検討は毎週行ったが、その結果に大

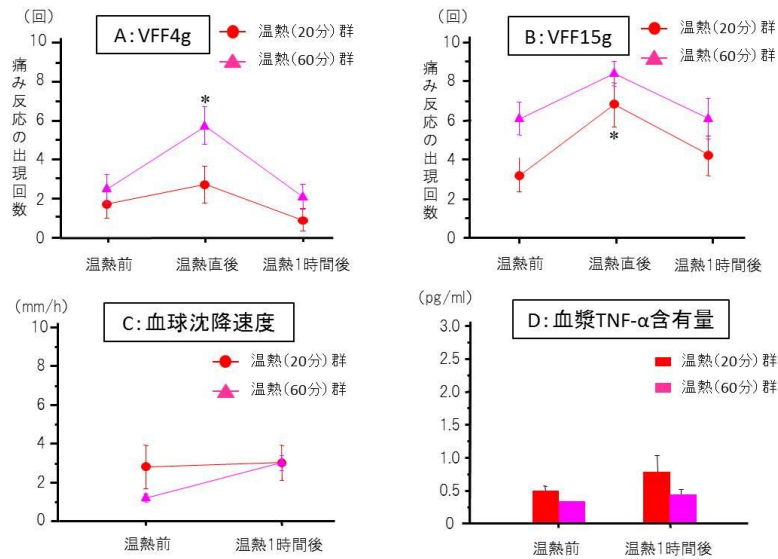


図3 活動期即時効果の結果

*; 温熱前との有意差 (p<0.05)

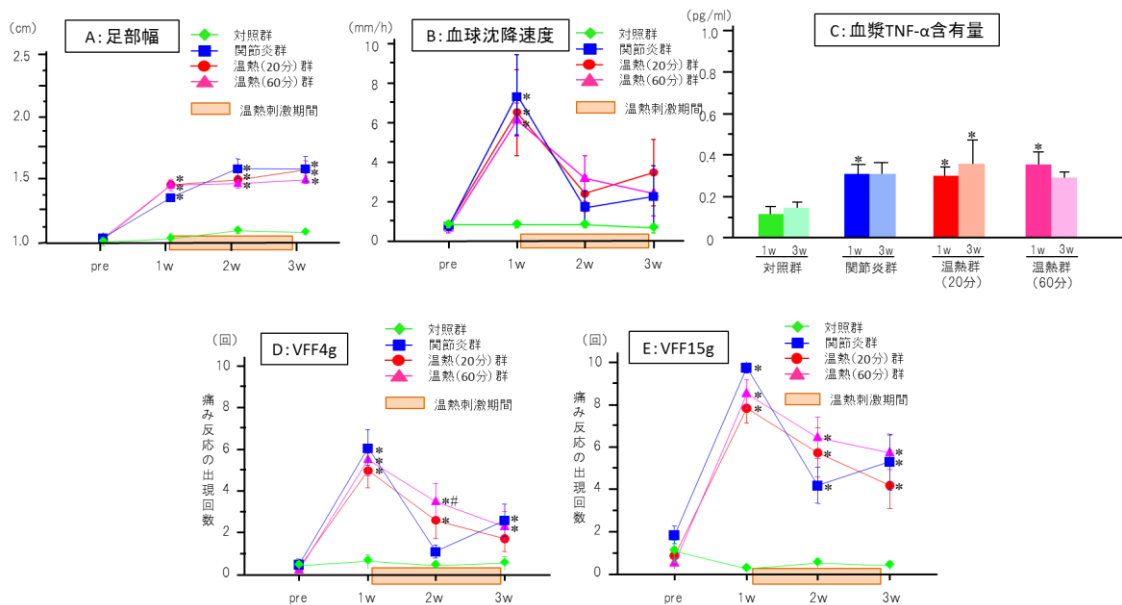


図4 活動期経時的効果の結果

pre; 実験開始前, *; 対照群との有意差 (p<0.05), #; 関節炎群との有意差 (p<0.05)

きな差はなかったため、起炎剤投与後 7 週目の結果のみを図 5 に示す。

2. 経時的効果

各指標の温熱刺激直前の値を起炎剤投与後 4 週目から 8 週目まで経時的に見たところ、次のような結果が得られた。

(1) 炎症の変化

関節炎群、温熱群の足部幅は起炎剤投与後 4 週目から 8 週目まで、対照群と比較して有意に増加した状態が持続して大きな変化認められず、関節炎群と温熱群の間に有意差は認めなかった (図 6-A)。また、血球沈降速度は関節炎群、温熱群のほぼ正常化していた (図 6-B)。一方、血

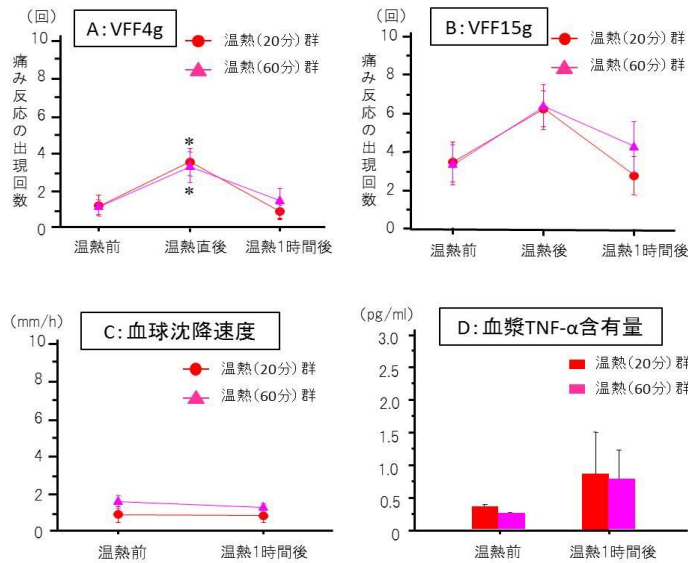


図5 非活動期即時効果の結果

* ; 温熱前との有意差 (p<0.05)

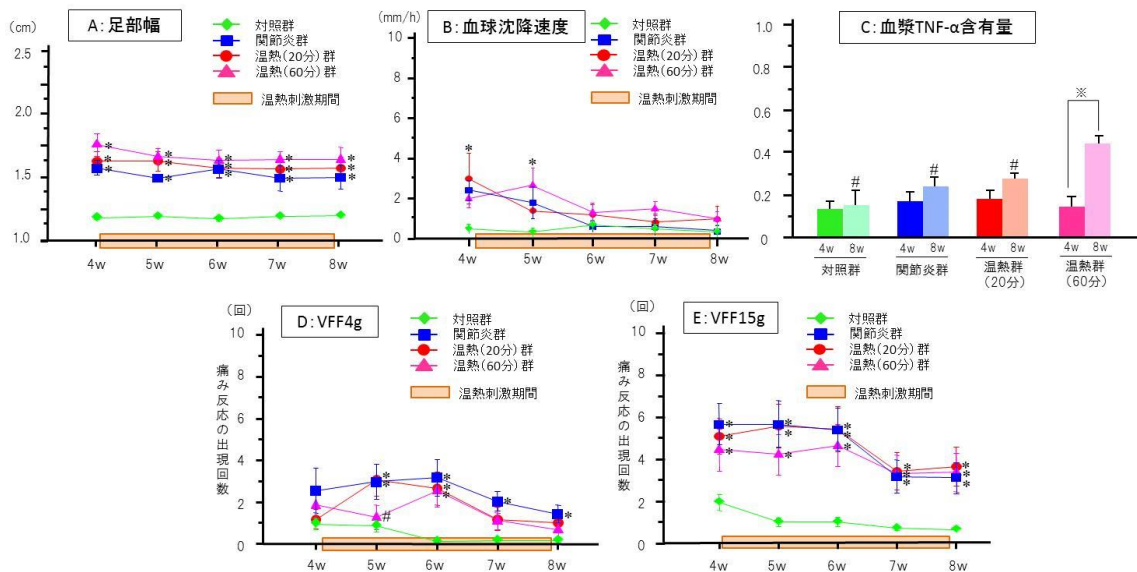


図6 非活動期経時的効果の結果

* ; 対照群との有意差 (p<0.05), # ; 温熱(60分)群との有意差 (p<0.05), ※ ; 有意差 (p<0.05)

漿TNF-α含有量は温熱(60分)群のみにおいて起炎剤投与後8週目の値が4週目より有意に高値を示した(図6-C)。

(2) 機械的刺激に対する痛み反応の変化

関節炎群と温熱群の VFF4g・15g の機械的刺激に対する痛み反応の出現回数は、起炎剤投与後4週目から8週目まで対照群より有意に増

加した状態でほぼ平行な推移を示し、関節炎群と温熱群の間に有意差は認めなかった(図6-D)。

考察

今回、RAの炎症と痛みに対する温熱刺激の影

響を、温熱刺激時期と温熱刺激時間に着目し、RA モデルラットを用いて検討した。炎症の活動期は、侵害受容体の増加や感受性の亢進、自由神経終末の側枝発芽や表皮への侵入、脊髄後角や末梢組織における神経ペプチドの増加などによる、末梢性感作が痛覚閾値の低下に強く影響するとされている^{17,18)}。したがって、実験1の結果から炎症に対する温熱刺激の影響を検討することができよう。一方、非活動期では比較的炎症が弱い時期であるにも関わらず、痛みは持続する。これは、脊髄後角におけるミクログリアの活性化といった中枢性感作が痛覚閾値の低下に強く影響しているとされており^{19,20)}、実験2の結果からは痛みそのものに対する温熱刺激の影響を検討できると考えた。

第一に、実験1において温熱刺激の即時効果を検討したところ、温熱刺激直後に機械的刺激に対する痛み反応の出現回数は増加したが、1時間後には温熱刺激直前の値と変わらないまでに回復した。これは、血球沈降速度や血漿 TNF- α 含有量が温熱刺激により変化を示さなかったことから、炎症の増悪ではなく、皮膚組織の温度上昇に伴って TRPV1 の閾値が低下し、一時的に痛みの感受性が増大したためと思われる^{15,16)}。これは、温熱刺激の実施時間が20分間、60分間のいずれの場合でも同様であり、また、実験2においても同様な結果が得られた。つまり、RA に対する温熱刺激に即時効果はないといえ、むしろ一時的に痛みを増大させる可能性があるといえる。

第二に、温熱刺激を週5回の頻度で繰り返して負荷し、炎症と痛みに及ぼす影響を経時的に検討した結果、炎症の活動期に行った実験1においては、足部幅、血球沈降速度、血漿 TNF- α 含有量、機械的刺激に対する痛み反応のいずれにおいても関節炎群と温熱群の間に有意差を認めなかった。したがって、RA の活動期に対する温熱刺激の経時的効果はなく、また、温熱刺激時間を60分間に延長しても抗炎症作用はみられないと考える。また、炎症の非活動期におこなった実験2においても、同様な結果が得られた。新谷ら⁸⁾の報告によれば、関節炎を惹起したラットに20分間の温熱刺激を2週間継続した負荷すると浮腫軽減効果はみられるが、痛みに対する

には効果はなかったとされており、今回の結果と類似している。ただ、実験2の血漿 TNF- α 含有量については温熱(60分)群が温熱刺激期間終了後に有意に増加していたことから、非活動期に行う60分間の温熱刺激は、炎症を増悪させる可能性が示された。Takii ら¹²⁾は培養した線維芽細胞とマクロファージに42°Cの温熱刺激を60分間負荷したところ、活性化した熱ショック転写因子(heat shock factor)が炎症性サイトカインである TNF- α 、インターロイキン1 β を直接的に抑制し、それに連鎖して炎症物質を誘導する NF-kappaB の働きが抑制され、発熱作用を持つインターロイキン6が減少したことを報告している。つまり、温熱刺激には抗炎症作用があるとされている。しかし、本研究の実験1および実験2のいずれにおいても、温熱刺激により炎症が抑制される効果は認められなかった。これは、Takii らの報告は培養細胞を対象とした in Vitro 実験であるのに対し、今回は関節炎ラットを用いた in Vivo 実験であり、ラット生体内では様々な炎症性サイトカインや炎症細胞、内皮細胞、滑膜細胞、加えて血流等の要因が複雑に絡み合って炎症を来していると考えられ、そのため個々の細胞で生じた温熱刺激による抗炎症作用を検出できなかった可能性がある。しかし、推測の域を脱することはできず、今後、方法論を変えて再検討する必要がある。

今回、RA に対する温熱刺激は活動期、非活動期のいずれに行っても炎症や痛みを抑制する効果はなく、温熱刺激時間の違いによる影響も認めなかった。また、RA の非活動期における60分間の温熱刺激は炎症を増悪させる可能性すら認められ、RA に対する温熱刺激は避けるべきとも思われる。ただ、実際の臨床においては RA に対する温熱療法は気分の爽快を認めるといわれており²¹⁾、温熱刺激の軟部組織の伸張性を向上させる効果²²⁾を利用すれば ROM 訓練の効果を増大させる効果も期待できるとされている³⁾。今回の結果では、20分間の温熱刺激は RA の痛みや炎症を増悪させることはなかったことから危険性は低いと考えられ、上記のような炎症や痛み以外に対する効果をねらった温熱療法の実施に支障はないと思われた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導ならびにご協

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(編), 神陵文庫, 福岡, 2010, pp.15-17.
- 2) 緋田めぐみ, 星恵子: 関節リウマチと痛み. 医学のあゆみ. 2004; 211: 481-485.
- 3) 得丸敬三: 関節リウマチに対する理学療法—概要と治療における役割—. 理学療法京都. 2014; 39: 61-67.
- 4) 猪飼哲夫: リウマチ性疾患の物理療法. 臨床スポーツ医学. 2006; 23: 263-268.
- 5) 木村貞治, 沖田実・他: 物理療法学テキスト(第2版). 細田多穂(編), 南江堂, 東京, 2009, pp.45-48.
- 6) Franke A, Reiner L, et al.: Long-term efficacy of radon spa therapy in rheumatoid arthritis—a randomized, sham-controlled study and follow-up. British Society for Rheumatology. 2000; 39: 894-902.
- 7) Maeda M, Obuti S, et al.: The effects of Artificial High Concentration CO₂ Warm Water Bathing on Low Back Pain and Rheumatoid Arthritis. 日温気物医誌. 2000; 63: 173-180.
- 8) Dellhag B, Wollersjo I, et al.: Effect of active hand exercise and wax bath treatment in rheumatoid arthritis patients. Arthritis Care Res. 1992; 5: 87-92.
- 9) 新谷ひとみ, 肥田朋子: 慢性疼痛モデルラットへの温熱刺激が浮腫と痛みに及ぼす影響. 愛知県理学療法士会誌. 2003; 15: 50-53.
- 10) 松澤正, 目黒カ・他: ホットパック療法における治療時間の検討. 群馬パース大学紀要. 2007; 4: 427-433.
- 11) 瀧井良祐: 熱ストレス応答による炎症の抑制機構. 山口医学. 2011; 60: 167-171.
- 12) Takii R, Inoue S, et al.: Heat shock transcription factor 1 inhibits expression of IL-6 through activating transcription factor 3. J Immunol. 2009; 184: 1041-1048.
- 13) Markovic M, Karl M: Short-term hyperthermia prevents activation of proinflammatory genes in fibroblast-like synoviocytes by blocking the activation of the transcription factor NF-kappaB. J Mol Med (Berl). 2006; 84: 821-832.
- 14) Peleshoc JC, Ribeiro-da-Silva A: Delayed reinnervation by nonpeptidergic nociceptive afferents of the glabrous skin of the rat hindpaw in a neuroathic pain model. J Comp Neurol. 2011; 519: 49-630.
- 15) De Jong RH, William NH, et al.: Nerve conduction velocity during hypothermia in man. Anesthesiol. 1966; 27: 805-810.
- 16) Sugiura T, Tominaga M, et al.: Bradykinin Lowers the Threshold Temperature for Heat Activation of Vanilloid Receptor 1. J Neurophysiol. 2002; 88: 544-548.
- 17) Nahin RL, Byers MR: Adjuvant-induced inflammation of rat paw is associated with altered calcitonin gene-related peptide immunoreactivity within cell bodies and peripheral endings of primary afferent neurons. J Comp Neurol. 1994; 349: 475-485.
- 18) Chakrabarty A, Liao Z, et al.: Angiotensin II Receptor Type2 Activation is Required for Cutaneous Sensory Hyperinnervation and Hypersensitivity in a Rat Model of Inflammatory Pain. Am Pain Society. 2013; 14: 1053-1065.
- 19) Raghavendra V, Tanga FY, et al.: Complete Freund's adjuvant-induced peripheral inflammation evokes glial activation and proinflammatory cytokine expression in the CNS. Eur J Neurosci. 2004;

20: 467-473.

- 20) Abbzdie C, Brown JL, et al.: Spinal cord substanceP receptor immunoreactivity increases in both inflammatory and nerve injury models of persistent pain. *Neurosci.* 1996; 70: 201-209.
- 21) 安田正之: 関節リウマチ患者のリハビリテーション訓練と温泉入浴による血中IL-6濃度の変化. *日温気物医誌.* 2006; 69: 103-108.
- 22) 中野治郎, 中願寺風香・他: 温熱療法の生理学的効果. *理学療法.* 2012; 29:978-986.

(指導教員 中野治郎)

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

齋藤 陽

要旨

近年の高齢化に伴い、様々な運動プログラムの効果が報告されているが、それらは短期間のプログラムの実践効果を報告したものが多く、数年単位で効果を報告したものは少ない。そこで本研究では、長期間のスクエアステップ (SSE) の実践が地域在住高齢女性の体力要素に及ぼす効果を検討した。対象は SSE を 4~6 年間継続している地域在住高齢女性とし、コントロール群として市が開催した体力測定に参加した地域在住高齢女性を用いた。SSE 継続前後での縦断的比較から、主に「開眼片足立ち」と「8 の字歩行」において有意な低下がみられた。一方、SSE 継続群とコントロール群の横断的比較から、SSE 継続群の方が「開眼片足立ち」と「8 の字歩行」で有意に優れた値を示した。これらの結果から、加齢による体力の低下は完全に予防することは出来ないものの、体力の低下にブレーキをかけられる可能性が示唆された。

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⁾、要介護化予防により健康寿命の延伸、介護負担の軽減、医療費の高騰を防ぐことが我が国における重要な課題の一つとなっている。要介護状態になる原因としては「脳血管疾患」、「認知症」、「高齢による衰弱」、「関節疾患」、「骨折・転倒」などがある。現在、特に介護保険による要支援の認定者が増加しており²⁾、これらの原因としては「関節疾患」「骨折・転倒」などの運動器疾患が最も多いことがわかっている³⁾。したがって、要介護化予防のためには運動器疾患を減らすことが急務と言える。

これらのことから、多くの地域で運動機能向上を目的とした運動プログラムが積極的に展開され、その効果に対する研究がなされている^{4),5)}。これらの運動プログラムの内容は、集団で行うものや集団と個別を組み合わせたもの、マシンを使った高負荷の運動や低負荷の運動など様々である。山田ら⁶⁾は多施設で実施した集団運動の効果を報告している。一方、中川ら⁷⁾は集団運動と個別運動の併用の効果を報告している。このように集団指導において運動機能の改善に有意な効果が示されている。また、3 ヶ月間の高負荷レ

ジスタントレーニングにより虚弱な高齢者においても体力諸要素の改善が見られた先行研究⁸⁾や、12 週間のパワーリハビリテーション(低負荷レジスタントレーニング)による介入により、体力測定結果が年代・性別にかかわらず有意に改善したという報告もあり、運動負荷量にかかわらず運動機能は改善することが示唆されている。

このように要介護化予防に効果のある運動プログラムが数多く開発されているが、そのひとつに我々が考案した「スクエアステップ」(Square Stepping Exercise; 以下 SSE) プログラムがある。これは、遊び感覚でステップ運動を行いながら、同時に脳機能賦活が期待できる新しい要介護化予防のエクササイズであり、これまでに身体機能および認知機能の改善効果を報告してきた^{9),10)}。しかし、SSE プログラムを含め、これまで開発された運動プログラムについては、3 ヶ月程度の実践の効果を示した報告が多く、その運動を長期間継続した効果について報告した研究は散見されるにすぎない。

2 年間の要介護化予防プログラムの効果を調査した先行研究¹¹⁾では、3 ヶ月間の運動教室を行った後に、そのプログラムを自主的に集団で

実践した高齢者は、長期にわたり主観的健康状態、身体機能が良好な状態に維持され、体力測定において運動教室期間で改善した下肢筋力や歩行能力を以後 2 年間維持していたと報告している。このように長期間の要介護化予防プログラムにより、身体機能の維持が可能であることが示されている。

そこで本研究では、SSE プログラムに焦点を当てて、3 ヶ月間(全 10 回)の SSE プログラム後、さらに月 2 回程度の頻度で SSE を 4~6 年間継続している地域在住高齢者を対象として SSE の効果を検討することを目的とした。具体的には、SSE プログラムに参加している高齢者の体力測定の結果をプログラム前と数年間継続した後で縦断的に比較する。さらに、SSE を数年間継続した地域在住高齢者と SSE を実践していない地域在住高齢者の体力測定結果を横断的に比較することとする。

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、2005・06・07 年度に市内各地で開催された 3 ヶ月間の SSE 教室に参加し、その後自主サークルとして、月 2 回程度集団で継続実践している者であった。継続年数に応じて、SSE 6 年継続群(19 名:75.4±4.1 歳)、5 年継続群(18 名:72.3±4.4 歳)、4 年継続群(18 名:73.4±5.1 歳)と群分けした。また、コントロール群(以下 C 群)として、市が開催した体力測定に参加した地域在住高齢女性 296 名を用いた。C 群は年齢ごとに、75~79 歳(159 名:76.9±1.3 歳)の群と 80 歳以上(137 名:82.6±2.4 歳)の群に群分けした。対象者はいずれも市の広報募集に自発的に応募してきた者であった。

なお、対象者一人ひとりに本研究の主旨を十分に説明し、研究協力への同意を得た。また、体力測定実施時には安全性に十分に配慮し、専門家が測定にあたりるとともに測定前後で看護師などによる体調チェックなども行った。

2. スクエアステップ教室の内容

SSE 教室は 3 ヶ月間、全 10 回のプログラムとした。教室後は自主的な SSE サークルとして、月に 2 回程度、SSE を継続していた。

SSE は横幅 100 cm、奥行き 250 cm の面を 25 cm 四方のマス目で区切ったマット上を、あらかじめ決められたステップパターンで前進・後退・左右・斜め方向へ連続移動する全身運動である。ステップパターンを指導者が先行して実践し、対象者がそれを模倣してステップを実践する。本教室では片脚に十分に自重負荷がかかるように 80 bpm のリズムに合わせてステップした。また教室の進行に伴い、ステップパターンを複雑にしたり、手の動きを加えたりして、段階的に難易度を上げることにより、対象者の意欲が低下しないように工夫した。教室後はステップマニュアルを参考に高齢者同士で自主的に運動を実践するサークルとして継続した。指導者が年に 3 回程度フォローアップし、継続意欲を高める工夫をした。

3. 体力測定

体力測定項目として、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。計測は対象者の体調や転倒防止に十分注意して行った。また、体力年齢の算出には中垣内ら¹²⁾が作成した体力年齢推定式を用いた。

$$\begin{aligned} \text{体力年齢} = & -0.811 \times (\text{握力}) \\ & -0.198 \times (\text{開眼片足立ち}) \\ & -0.879 \times (30 \text{ 秒椅子座り立ち}) \\ & +0.463 \times (8 \text{ の字歩行}) \\ & -0.764 \times (\text{豆運び}) \\ & +0.08 \times (\text{暦年齢}) + 9.78 \end{aligned}$$

4. 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。同一群における SSE 開始前と SSE 継続後の体力測定項目の平均の差の比較には、対応のある t 検定を用いた。継続群と C 群における平均の差の比較には対応のない t 検定を用いた。なお、統計解析にはすべて SPSS Statistics 17.0 for Windows を用い、統計的有意水準は 5%未満に設定した。

結果

1. SSE 開始前と継続後の体力測定結果の比較 <4年継続群>

SSE 開始前と4年継続後の体力測定の結果から、「握力」、「開眼片足立ち」、「30秒椅子座り立ち」、「豆運び」においては有意な低下がなく、これらの体力要素を維持できた。「8の字歩行」については、有意な低下がみられた。

<5年間継続群>

SSE 開始前と5年継続後の体力測定の結果から、「握力」、「30秒椅子座り立ち」、「8の字歩行」

においては有意な低下がなく、これらの体力要素を維持できた。「開眼片足立ち」、「豆運び」については、有意な低下がみられた。

<6年継続群>

SSE 開始前と6年継続後の体力測定の結果から、「握力」と「30秒椅子座り立ち」においては有意な低下がなく、これらの体力要素を維持できた。「開眼片足立ち」、「8の字歩行」、「豆運び」については、有意な低下がみられた。また、「体力年齢-暦年齢」から、SSE 開始前の方が継続後に比べて暦年齢よりも体力年齢が有意に若い結果となった。

表 1 SSE 開始前と継続後の体力測定結果の比較

4年継続群(n=18)			
項目	開始時	4年継続後	P値
暦年齢(歳)	73.4 ± 5.1	77.4 ± 5.1	
握力(kg)	23.5 ± 2.9	22.6 ± 3.4	
開眼片足立ち(s)	23.7 ± 17.3	22.1 ± 15.0	
30秒椅子座り立ち(回/30s)	17.2 ± 2.3	17.2 ± 1.9	
8の字歩行(s)	21.4 ± 3.4	23.1 ± 2.8	P=0.010
豆運び(個/30s)	8.2 ± 2.4	8.4 ± 3.2	
体力年齢-暦年齢(歳)	-5.2 ± 6.2	-7.1 ± 5.9	

5年継続群(n=18)			
項目	開始時	5年継続後	P値
暦年齢(歳)	72.3 ± 4.4	77.3 ± 4.4	
握力(kg)	23.9 ± 3.8	23.7 ± 5.2	
開眼片足立ち(s)	42.5 ± 21.1	29.2 ± 19.0	P=0.036
30秒椅子座り立ち(回/30s)	18.0 ± 3.0	18.1 ± 2.4	
8の字歩行(s)	20.4 ± 2.7	21.4 ± 4.5	
豆運び(個/30s)	10.4 ± 3.2	8.2 ± 2.2	P=0.009
体力年齢-暦年齢(歳)	-10.8 ± 6.1	-10.5 ± 7.4	

6年継続群(n=19)			
項目	開始時	6年継続後	P値
暦年齢(歳)	75.4 ± 4.1	81.4 ± 4.1	
握力(kg)	22.7 ± 4.8	22.0 ± 4.6	
開眼片足立ち(s)	41.8 ± 20.8	21.2 ± 19.2	P<0.001
30秒椅子座り立ち(回/30s)	16.3 ± 3.7	16.2 ± 2.7	
8の字歩行(s)	22.5 ± 3.3	25.8 ± 4.4	P=0.011
豆運び(個/30s)	12.1 ± 3.4	7.6 ± 2.7	P<0.001
体力年齢-暦年齢(歳)	-11.4 ± 8.5	-7.3 ± 8.1	P=0.015

2. SSE 継続群と C 群の体力測定結果の比較

<4 年継続群>

4 年継続群は C 群に比べ、「30 秒椅子座り立ち」、「8 の字歩行」において有意に優れた値を示した。

<5 年継続群>

5 年継続群は C 群に比べ、「握力」、「開眼片足立ち」、「30 秒椅子座り立ち」、「8 の字歩行」に

おいて有意に優れた値を示した。一方、「豆運び」は有意に低い値を示した。また、「体力年齢-暦年齢」から、5 年継続群は C 群に比べて体力年齢が有意に若い結果となった。

<6 年継続群>

6 年継続群は C 群に比べ、「握力」、「開眼片足立ち」、「30 秒椅子座り立ち」において有意に優れた値を示した。

表 2 SSE 継続群と C 群の体力測定結果の比較

項目	4 年継続後(n=18)	C 群(n=159)	P 値
暦年齢(歳)	77.4 ± 5.1	76.9 ± 1.3	
握力(kg)	22.6 ± 3.4	21.4 ± 4.2	
開眼片足立ち(s)	22.1 ± 15.0	16.7 ± 16.9	
30 秒椅子座り立ち(回/30s)	17.2 ± 1.9	14.6 ± 3.7	P<0.001
8 の字歩行(s)	23.1 ± 2.8	26.8 ± 7.6	P<0.001
豆運び(個/30s)	8.4 ± 3.2	9.4 ± 3.3	
体力年齢-暦年齢(歳)	-7.1 ± 5.9	-3.8 ± 7.1	

項目	5 年継続後(n=18)	C 群(n=159)	P 値
暦年齢(歳)	77.3 ± 4.4	76.9 ± 1.3	
握力(kg)	23.7 ± 5.2	21.4 ± 4.2	P=0.033
開眼片足立ち(s)	29.2 ± 19.0	16.7 ± 16.9	P=0.004
30 秒椅子座り立ち(回/30s)	18.1 ± 2.4	14.6 ± 3.7	P<0.001
8 の字歩行(s)	21.4 ± 4.5	26.8 ± 7.6	P=0.004
豆運び(個/30s)	8.2 ± 2.2	9.4 ± 3.3	P=0.048
体力年齢-暦年齢(歳)	-10.5 ± 7.4	-3.8 ± 7.1	P<0.001

項目	6 年継続群(n=19)	C 群(n=137)	P 値
暦年齢(歳)	81.4 ± 4.1	82.6 ± 2.4	
握力(kg)	22.0 ± 4.6	19.7 ± 4.1	P=0.020
開眼片足立ち(s)	21.2 ± 19.2	13.4 ± 14.6	P=0.039
30 秒椅子座り立ち(回/30s)	16.2 ± 2.7	14.1 ± 4.4	P=0.007
8 の字歩行(s)	25.8 ± 4.4	28.2 ± 7.3	
豆運び(個/30s)	7.6 ± 2.7	8.8 ± 2.8	
体力年齢-暦年齢(歳)	-7.3 ± 8.1	-4.7 ± 6.8	

考察

本研究では3ヵ月間、全10回のSSEプログラム終了後に、月に2回の頻度でSSEを4~6年間継続している地域在住高齢者を対象として、SSEの長期継続における効果を検討した。SSE開始前と継続後の比較では、継続年数によって違いはあるものの、維持できている体力要素も多かった。有意に低下した体力要素としては主に「平衡性」や「移動能力」に関する項目であり、これらの体力要素を維持することができなかった。一般に青壮年期の体力は20歳前後をピークに、年齢に伴って低下することが知られているため、要介護化予防において運動はとりわけ重要な役割を担っている¹³⁾。しかし、本研究では地域在住高齢者がSSEを数年間継続しても体力を完全に維持することは出来なかった。花岡¹⁴⁾の研究においても、週1回2ヵ月間のプログラムを年間2クール実施したところ、各期間前後には一次的な体力の有意な改善が見られるものの、3年間を通しては漸次低下する傾向が見られ、高齢者の機能低下を抑制することはできなかったと報告している。本研究では、これらの報告と同様に、当然のことではあるが、運動を実践したとしても長期的には、体力の低下は避けられないことが明らかになった。特に高齢期において「平衡性」は著しく低下するという報告もあり¹³⁾、今回の結果もこれらを支持するものであった。さらに木村ら¹⁵⁾は、「平衡性」と「移動能力」は有意な関連を示すと報告しており、本研究からも平衡性の低下が移動能力の低下を引き起こす可能性が示唆された。

SSE継続群とC群の比較では、C群に比べ、SSE継続群では有意に優れた体力要素が多数みられた。有意に優れた要素の中には、SSE開始前と継続後の比較で有意な低下がみられた「平衡性」や「移動能力」も含まれていた。このことから、加齢による体力の低下は防ぐことは出来ないが、運動を継続することで体力の低下にブレーキをかけられるものと考えられる。「30秒椅子座り立ち」や「握力」はどちらも筋力に関する体力要素であるが、これらはSSE継続後でも低下は見られず、さらにC群との比較でも有意に優れた値を示した。中垣内ら¹⁰⁾は、3ヵ月間のSSEプログラムによる介入で「30秒椅子座り立ち」が有意

に改善したと報告しており、「30秒椅子座り立ち」が改善した理由は、ステップの反復運動を行うことで運動単位の同期化が起り、より効率的な筋出力が可能となったことで、「30秒椅子座り立ち」のような動作時の効率的な筋出力に改善がみられたためだと推察している。また、池田ら¹⁶⁾は地域在住高齢女性の握力と身体機能の関連を検討した結果、足把持力と大腿四頭筋筋力との相関が高かったと報告している。握力は、橈骨手根屈筋、尺側手根屈筋などの手関節の運動に関与する筋と浅指屈筋、深指屈筋、長母指屈筋、母指内転筋などの手指の運動に関与する筋複合運動であるが、この報告は握力が上肢筋力のみに影響されないことを示している。そのため、「握力」に対してはSSEによって直接的な効果が得られたとは考え難いものの、以上の報告から下肢機能の維持やSSEを継続することによる日常の活動量の増加で、よい影響をもたらしたと推察した。

結語

これまでに数多くの運動プログラムが提案されてきているものの、その効果を数年単位で検討した報告は少ないという背景から、本研究では、短期介入で体力の向上が報告されているSSEプログラムを長年継続している地域在住高齢者を対象に、SSEの効果を検討した。SSEを継続しても「平衡性」や「移動能力」などの体力要素は維持できておらず、加齢による体力低下を完全に予防することはできなかった。しかし、同年代のC群との比較から、SSE継続によって加齢による体力の低下に少なからずブレーキをかけることが示唆され、SSEを長期間実践することは要介護化予防につながると考えられた。

謝辞

本研究を実施するに際して、ご協力いただ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 25 年度版高齢社会白書
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/25pdf_index.html
- 2) 厚生労働省ホームページ 政策レポート 平成 21 年 7 月分
<http://www.mhlw.go.jp/seisaku/2009/07/02.html>
- 3) 厚生労働省ホームページ 平成 22 年国民生活基礎調査の概要
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/>
- 4) 糸谷圭介, 前田慶明, 他: 地域在住高齢者に対する介護予防のための運動教室の効果検証 —運動が身体組成・血圧脈波および呼吸機能に及ぼす影響—. 理学療法科学. 2012;27:97-100.
- 5) 小野隆, 涌井佐和子, 他: 地域における介護予防事業の自己効力感に対する効果についての縦断的研究. 理学療法科学. 2013;28:53-58.
- 6) 山田拓実, 吉田弥央, 他: 多施設で実施した集団運動による介護予防トレーニング(せらばん体操 TM) の効果—ハイリスク, 予防給付, および要介護高齢者での比較—. 日保学誌. 2010;12:221-229.
- 7) 中川和昌, 猪股伸晃, 他: 要支援・軽度要介護高齢者に対する個別運動介入に集団運動がもたらす効果. 理学療法科学. 2008;23:501-507.
- 8) 新井武志, 大淵修, 他: 高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力諸要素の検討. 理学療法科学. 2003;30:377-385.
- 9) 大蔵倫博, 尹智暎, 他: 新転倒・認知症予防プログラムが地域在住高齢者の認知・身体機能に及ぼす影響. 日本認知症ケア学会誌. 2010;9:519-530.
- 10) 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, 健康感に及ぼす影響—.
- 11) 藤本貴大, 大曾彰子, 他: 自立高齢者を対象とした介護予防運動プログラムの長期トレーニング効果について. 和歌山大学教育学部紀要. 2009;59.
- 12) 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.
- 13) 木村みさか: 加齢に伴う体力低下と介護予防の必要性. THE BONE. 2008;22:469-474.
- 14) 花岡美智子: 中高齢者における運動実施の効果. Ishikawa Journal of Nursing. 2005;3:5-10.
- 15) 木村みさか, 岡山寧子, 他: 平衡性指標と歩行能の関連からみた高齢者の立位姿勢保持能. Rep. Res. Cent. Phys. Ed. 1998;27 :83-93.
- 16) 池田望, 村田伸, 他: 地域在住高齢女性の握力と身体機能の関連. 理学療法科学. 2011;26:255-258.

(指導教員 中垣内真樹)

全身持久性体力の簡易評価法の提案

高木葵

要旨

これまで全身持久性体力を簡便に評価する方法が多く提案されているが小さな公民館等、狭い場所で短時間に安全に評価できる方法は少ない。そこで、本研究ではこれらを満たす評価方法を提案し、その妥当性を検討することとした。本研究で提案する方法は1 m 四方のスペースで前後左右に3分間ステップをし、その時の RPE スコアから全身持久性体力を評価するものである。対象者は中高齢女性 41 名とし、全身持久性体力の妥当基準を1 km 歩行時間と定め、本法でのパフォーマンステストと比較した。その結果、1 km 歩行と本法のパフォーマンステストの間には $r=0.52$ の有意な相関が認められた。また、1 km 歩行時間を従属変数とし、本法のパフォーマンステストと簡便に得られる個人情報(身長, 体重, 年齢)を説明変数として重回帰分析を施したところ $R=0.64$ の結果が得られた。以上のことから、本研究で提案したパフォーマンステストは全身持久性を簡便に評価できることが示唆された。

I. 緒言

近年の少子高齢化および医療費の高騰などから国民の健康づくりの推進には、行政も国民も強く関心のある事項であり、これまでに健康に関する多くの研究が報告されている¹⁾²⁾。平成 25 年 4 月には厚生省が「健康づくりのための身体活動基準 2013」を発表し、国民の身体活動・運動の普及啓発を強調している。超高齢化社会に突入する今日、高齢者における健康寿命の延伸が重要である³⁾。ヒトの健康寿命は体力水準や日常生活の身体活動量と緊密な関係があり⁴⁾、体力の維持・改善が健康関連 quality of life(QOL)の維持・改善に繋がるともいわれている⁵⁾。欧米でも日常生活における身体的活動量の減少が体力水準の低下を招き、そのことが生活習慣病の危険因子になるという仮説の検証がなされており、全身持久性体力は、高血圧症や冠動脈疾患の危険因子の一つとされ、総死亡率に対しても負の相関を示すことが報告されている⁶⁾。このように全身持久性体力は、人の身体活動量を鋭敏に反映し、生活習慣病への罹患の影響性のある程度把握することができるといわれ、健康に関連した体力要素の中でも重要な意味を持ち、健康度の一指標として捉えられている。

現在、全身持久性体力の評価指標として最大酸素摂取量(VO_2max)や無酸素性代謝閾値(AT)に相当する酸素摂取量($\text{VO}_{2\text{AT}}$)が国際的に定着する一方で運動強度の指標としても利用されている⁷⁾。しかし、これらを直接測定するには、多段階漸増負荷テストによって被験者を疲労困憊に至らしめるなかで呼気ガス諸量や換気量を分析する必要がある。このような測定法では高価な機器が必要であり、被験者はかなりの身体的疲労を強いられることになる。また、メディカルドクターの監視下で実施することが原則で、リスク管理にも十分な配慮が不可欠である。

以上のことから、これまでに全身持久性体力を測定するさまざまな間接法や最大下運動での評価法が体力科学・スポーツ医学分野において多く提案されている。具体的には、長距離走(持久走テスト)、ウォーキング、シャトルラン、シャトルウォーキング、自転車エルゴメーター、踏み台ステップなどのパフォーマンススコアから推定式を介して評価する方法がよく利用されている。田中ら⁸⁾や木村ら⁹⁾の報告によると持久走テスト、ウォーキングテスト、シャトルウォーキングテストの成績が、全身持久性体力の妥当な評価指標として認められている VO_2max に高く相関する。さらに、

一度に多くの者を測定できるという実用性に富み、特別な専門的知識や多くの経費を必要としない利点がある。しかし、広いグラウンド等が必要であることや、測定時間が長時間であるという問題があるため、公民館や集会所での狭い場所での実施が困難である。一方、狭い場所でも実施できる踏み台昇降テストも提案されている¹⁰⁾が、この評価法では器具が必要であることに加え、段差を用いるため、高齢者にとってはつまずき等の危険が伴う。

以上のことから、施設にめぐまれない運動指導の現場では全身持久性体力を評価することは困難である。これらのことを踏まえて、狭い場所でも測定可能で、短時間で多くの対象者に対して実施できる簡易評価法が提案できれば、全身持久性体力の評価を多くの現場で実施できることになる。

そこで、本研究では、従来と比較して狭い場所で、短時間で実施できる、全身持久性体力の簡易評価法を提案することを目的とした。本研究で提案する簡易評価法は、踏み台を用いない床での前後左右のステップ運動での疲労感とその他の簡便に得られる個人情報によって、全身持久性体力を評価しようとするものである。具体的には、本研究で提案するパフォーマンステストの成績がこれまで活用されているパフォーマンステストの成績と関連するのかを検討し、さらにその他簡便に得られる個人情報を加えて、推定精度が高まるかを検討することとする。

II. 対象と方法

1) 対象者

対象者は長崎県在住の平均年齢 62.8±6.7 歳の中老年女性 41 名とした。すべての対象者に対して、研究の目的および内容について説明を行い、被験者としての研究協力の承諾を得た。

2) 1 km 歩行テストの測定

本研究では全身持久性体力の妥当基準として、1 km 歩行テストを選択した。体育館内に 1 周 100 m のコースを設定し、対象者には、1 km を自身の体力に応じてできるだけ早く歩ききることを指示し、1 km 歩くのに要した時間を計測した。

3) 本研究で提案するパフォーマンステスト

本研究にて提案するテストは、1 m 四方の正方形を用いて、規定テンポにあわせて前後左右に 3 分間のステップ運動を実施し、そのときの自覚的運動強度(rate of perceived exertion: RPE)で全身持久性体力を評価する(図 1 参照)。集団で一斉に測定可能で、中高齢者の運動教室の運動プログラムとしても利用でき、取り組みやすい方法になるよう考慮した。

具体的には、正方形の中心に立ち、中心から前方のラインを片足ずつ超えるようステップを踏み、その後片足ずつ中心に戻る。その後、右・左・後方にもステップを続けた。テンポは 120 bpm に設定し、テンポに遅れることのないように注意しながら行った。実施後、①体全体②呼吸や胸③足の 3 項目について RPE を測定した。3 項目の合計点数を RPE スコアとし、パフォーマンステストの評価指標とした。

20	限界!
19	非常にきつい
18	
17	かなりきつい
16	
15	きつい
14	
13	ややきつい
12	
11	楽である
10	
9	かなり楽である
8	
7	非常に楽である
6	安静

図 1. 自覚的運動強度(RPE)判定表

4) 個人情報の調査

個人情報として年齢、身長、体重を調査した。身長は、パフォーマンステストに影響し、体重と年齢は全身持久性体力に直接影響すると考えられることから選択した。

5) 統計処理

1 km 歩行テストにおける歩行時間とパフォーマンステストにおいて測定した RPE スコアとの関係は、ピアソンの積率相関係数から検討した。1 km 歩行テストにおける歩行時間を従属変数とし、RPE スコアおよび選択した個人情報説明変数として重回帰分析を行った。統計的有意水準は、すべての検定において 1%未満に設定した。

III. 結果

表 1. 身体的特徴及び測定結果

		女性	
		Mean±SD	Range
年齢	(yr)	62.8±6.7	43~75
身長	(cm)	153.8±4.9	142.0~165.0
体重	(kg)	56.2±7.1	38.0~75.0
RPE スコア	(p)	32.8±6.2	21~45
1km 歩行時間	(s)	642.7±71.6	515~840

表 1 に対象者の身体的特徴及び測定結果を示し、図 2 に 1 km 歩行時間と提案したパフォーマンステストの RPE スコアとの相関関係を示した。r=0.52 と有意な相関関係が認められた。

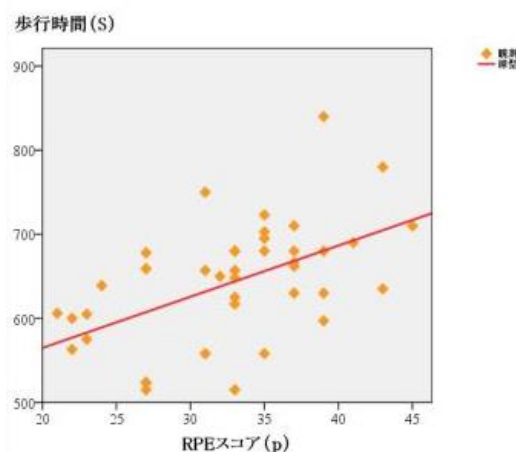


図 2. 1 km 歩行時間と RPE スコアとの相関

表 2 に 1 km 歩行時間を従属変数として、RPE スコア、年齢、身長、体重を説明変数として、重回帰分析を行った結果を示した。R=0.64 と重相関係数は統計的に有意であった。

表 2. 歩行テストにおける重回帰分析の結果

従属変数	説明変数	β	P 値
1km 歩行時間	RPE スコア	.391	.007
	身長	-.367	.017
	体重	.211	.140
	年齢	.129	.324

さらに、1 km 歩行時間を推定する式は以下のよう
に作成できた。

$$1 \text{ km 歩行時間} = 4.552 \times (\text{RPE スコア}) \\ + 1.385 \times (\text{年齢}) \\ - 5.385 \times (\text{身長}) \\ + 2.138 \times (\text{体重}) + 1114.4$$

IV. 考察

全身持久性体力を評価するために VO₂ max を直接測定するには、高価な機器や高度な技術が必要であり、一般の教育機関やトレーニングセンターなどでの実施は極めて困難である。そのため、全身持久性体力の間接的な評価法として、持久走テストや歩行テストなど簡便なものが活用されている⁵⁾。Tanaka et al.は VO₂ max や VO₂ AT を予測する場合には、1500 m 走などの長距離走パフォーマンスが有用であることを報告している¹¹⁾。また、高齢者に対しては安全性も踏まえてシヤトルウォーキングテストが適用できることを報告している¹²⁾。このように、所定の時間または所定の距離を走るあるいは、歩くフィールドテストの妥当性、信頼性についてはこれまで多くの研究がなされており、全身持久性体力の間接的な評価法として有用であることが明らかにされている。しかし、これらのテストは測定時間が長く、広い場所が必要となる。このことが、対象者への身体的疲労を招くことや、施設にめぐまれない運動指導の現場では実施が困難である。そこで本研究では、測定時間が短く、広い場所や道具(機器)を必要としない、より簡便な全身持久性体力の評価法として新たなパフォーマンステストを提案した。

今回、全身持久性体力の妥当基準として 1 km 歩行テストを選択した。全身持久性体力の妥当な評価指標とされている VO₂ max を直接測定することができなかつたため、VO₂ max と高く相関し

ている間接的評価法の中でも、地域の運動教室等で広く実施されている 1 km 歩行テストを本研究の妥当基準とした。本研究のパフォーマンステストの評価指標に RPE スコアを用いているが、RPE は、運動の種類や対象者の体力水準が異なっても、ある運動における各個人の最大運動能力に対する相対値と高い相関があることが報告¹³⁾されており、適用可能と考えた。1 km 歩行テストと提案するパフォーマンステストとの関係をみると $r = 0.52 (P < 0.01)$ と有意な相関が認められた。これらのことから今回提案するパフォーマンステストの精度は良好であると考えられる。

さらに、簡便に得られた個人情報に説明変数に追加し、重回帰分析を施し、推定式の作成を試みた。従属変数である 1 km 歩行テストと説明変数として提案するパフォーマンステストに加えた年齢、身長、体重との重相関係数は $R = 0.64 (P < 0.01)$ であった。説明変数に簡便に得られた個人情報を追加することでさらに、推定精度が高まり、推定式の有用性が示唆された。さらにデータを増やしてより精度の高い推定式が作成できれば、他の評価法との比較等もでき、各現場での実用性が高まると考えられる。

最大下での有酸素性運動において身体の生理的反応が定常するのに 3 分ほど必要であるとの報告¹⁴⁾から本研究で提案する評価法では、運動時間を 3 分に設定した。測定に必要なスペースは一人あたり 2 m 四方で、集団で一斉に行うこともできるため、広い体育館やグラウンドがない等の施設にめぐまれない運動教室でも全身持久性体力の評価が可能となる。ステップ運動のテンポについては、歩行周期の関係からリズムをとりやすいといわれる 120 bpm に設定した¹⁵⁾。

本研究で提案したパフォーマンステストは実用性が高く、多くの現場で利用可能であると考えられる。しかし、本研究の対象者は中高齢者女性 40 名程度であり、対象者が少ないことと、全身持久性体力の妥当指標として $VO_2 \max$ を直接測定できていないことから本法を一般化するにはさらなる検討が必要である。今後、男性や若年者に適用範囲が及ぶか、 $VO_2 \max$ と高い相関が得られるか等、より多角的に妥当性、有用性を検討したい。

V. 結語

本研究で、提案したパフォーマンステストは全身持久性体力を簡便にそして妥当に評価できることが示唆された。また、最大下での 3 分間のステップ運動であることから、中高齢者の健康づくりや介護予防の運動プログラムとしても活用できるものと考えられる。今後、より多くのデータを収集し、多角的に検討し、より精度が高く、より実用的なパフォーマンステストに改良したい。

VI. 謝辞

本研究を進めるにあたりご協力頂きました運動教室の対象者の方々ならびに研究室のスタッフの皆様に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 高橋裕美, 坪山美智子, 他: 地方自治体が提供する高齢者運動教室の有効性に関する研究. 岩手県立大学看護学部紀要. 2005; 7: 51-58.
- 2) 上岡洋晴, 栗田和弥, 他: 温泉の効果に関するエビデンスの整理と健康づくりを中心としたレジャーへの応用. 身体教育医学研究. 2010; 11: 1-11.
- 3) 荒尾孝: 健康指標としての体力と QOL. 体育の科学. 2000; 50: 854-858.
- 4) Paffenbarger, R. S. et al.: Physical activity and physical fitness as determinants of health and longevity. [In] Exercise, Fitness, and Health, [Ed.] Bouchard, C. et al. Champaign, Illinois, Human Kinetics: 1990, 33-48.
- 5) 中村容一, 田中喜代次, 他: 健康関連 QOL の維持・改善を目指した地域における健康づくりの在り方—高齢者の体力水準に着目して—. 体育学研究. 2008; 53: 137-145.
- 6) Lie, H. R. et al.: Coronary risk factors and incidence of coronary death in relation to physical fitness: Seven-year follow-up study of middle-aged and elderly men. Eur. Heart J. 1985; 6: 147-157.
- 7) American College of Sports Medicine : Guidelines for Exercise Testing and Prescription(5th ed.). Williams & Wilkins, Philadelphia: 1995, 49-190.
- 8) 田中喜代次, 佐藤喜久, 他: 質問紙によるヒトの全身持久性体力の簡易評価法に関する提案—成人女性を対象として—. 臨床スポーツ医学. 1995a; 12: 438-444.
- 9) 木村みさか, 岡山寧子, 他: 高齢者のための簡便な持久性評価法の提案 シヤトル・スタミナ・ウォークテストの有用性について. 体力科学. 1998; 47: 401-410.
- 10) 東郷史治, 宮下充正, 他: 全身持久力の測定評価のためのステップテストの開発. 宮下充正(編), 体力を考える—その定義・測定と応用—. 杏林書院, 東京, 1994, pp. 104-109.
- 11) Tanaka, K.: Validity of endurance performance test as a possible substitute for cardiorespiratory fitness. Osaka city Univ. J. Health Sci. Phys. Educ. 1985; 21: 19-28.
- 12) 田中靖人, 木村みさか, 他: 高齢者における簡便な持久性テスト SSTw と他の体力要因—歩行能および平衡能との関連について—. 体力科学. 1999; 48(6): 784.
- 13) 小野寺孝一, 宮下充正: 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的運動強度の対応性—Rating of perceived exertion—. 体育学研究. 1976; 21: 191-203.
- 14) 右田孝志, 平木場浩二: 一定負荷運動時の酸素摂取動態の生理的意義. 日本運動生理学雑誌. 2004; 11(2): 39-60.
- 15) 石田卓司: メトロノームに合わせた歩行の周期上の”ばらつき”について. 臨床理学療法. 1997; 4(1): 33-39.

(指導教員 中垣内真樹)

短時間の歩行運動ならびに温熱負荷の併用による 筋萎縮と拘縮の進行抑制効果の検討

中村 早紀

要旨

本研究では、筋萎縮と拘縮の進行が短時間の歩行運動で抑制できるのか、また、これに温熱負荷を併用することでその効果が高まるのかを検討した。実験動物には 8 週齢の Wistar 系雄性ラット 24 匹を用い、1) 無処置の対照群 (n = 5), 2) 両側足関節を最大底屈位で 2 週間ギプスで不動化する不動群 (n = 6), 3) 不動の過程で一旦ギプスを外し、トレッドミルを用いた歩行運動 (速度; 10m/分, 実施時間; 10 分間) を 2 日おきに行う歩行群 (n = 5), 同様に 2 日おきに温熱負荷 (実施時間; 60 分間) と歩行運動を行う温熱 + 歩行群 (n = 8) の 4 群を設定した。結果、筋萎縮の進行抑制効果は歩行群と温熱 + 歩行群で認められ、この効果は温熱 + 歩行群が顕著であった。また、拘縮の進行抑制効果も歩行群と温熱 + 歩行群で認められたが、この効果には違いはなかった。つまり、運動療法の前処置として行う温熱療法は治療ターゲットによって効果が異なる可能性があるかと推察される。

はじめに

近年の高齢化の進展に伴って理学療法の対象者の多くも障害を抱えた高齢者となってきており、これらの対象者は様々な理由で積極的な運動療法が実践できないことが多い。そのため、これらの対象者にも適用できる低強度で、かつ障害の回復に有効な運動療法の開発が求められている。短時間の歩行運動は臨床で実践できる低強度の運動療法に位置づけることができ、全身の廃用症候群の予防といった観点からも重要かつ不可欠な介入方法と思われる。しかし、その効果を明確に示した報告は少ない。

一方、物理療法は運動療法とともに理学療法の二本の柱とされ、その中でも温熱療法は臨床で広く用いられている方法である。そして、臨床においては循環の改善や疼痛軽減などを目的に温熱療法が実践されているが、近年では筋力増強の手段としての温熱療法の効果が注目されてきている¹⁾。例えば、Yoshida²⁾らの先行研究ではラット腓腹筋の廃用性筋萎縮の進行過程における筋収縮運動と温熱負荷の併用効果が検討されており、この結果では、筋肥大効果のない低強度の筋収縮運動に温熱負荷を併用すると筋萎縮の進行が抑制されることが明らかになっている。つまり、この報告を参考にすると短時間の歩

行運動に温熱負荷を併用することで筋萎縮の進行抑制効果が高まる可能性があるかと推察される。

次に、拘縮の治療としても臨床では温熱療法が広く用いられており、特に運動療法の前処置として温熱療法が実践されることが多い。そして、運動療法と温熱負荷の併用効果に関しては、これまでも多数検討されているが、未だ一定の見解とはなっていない。例えば、坂口ら³⁾の報告では、ラットの尖足拘縮モデルを用いて、その進行過程でトレッドミル走行による運動とその前処置として温熱負荷を併用した場合の効果が検討されており、これでは併用した場合が足関節背屈可動域制限の進行抑制に効果的であったとされている。しかし、この報告では足関節周囲の軟部組織におけるコラーゲンの変化など、拘縮の病態メカニズムに対する影響については検討されていない。一方、Kondo ら⁴⁾はラットの尖足拘縮モデルを用い、その回復過程におけるストレッチングのみの効果とストレッチングに温熱負荷を併用した場合の効果を検討している。これによれば、足関節背屈可動域制限の改善やヒラメ筋のコラーゲン線維配列の変化に関しては、いずれも有意差は認められず、温熱負荷との併用効果はないと結論付けている。このように、拘縮に対する運動療法と温熱療法の併用効果に関しては一

定の知見が得られておらず、短時間の歩行運動に温熱負荷を併用することで拘縮の進行抑制効果が高まるか否かは疑問視される点である。

以上のことから、本研究では筋萎縮と拘縮に焦点をあて、これらの進行が短時間の歩行運動で抑制できるのか、また、これに温熱負荷を併用することでその効果が高まるのかをラットの実験モデルを用いて検討した。

材料と方法

1. 実験プロトコル

1) 実験動物

実験動物には 8 週齢の Wistar 系雄性ラット 24 匹を用い、これらが無作為に無処置の対照群 ($n = 5$) と両側足関節を最大底屈位で 2 週間ギプスで不動化する実験群 ($n = 19$) に振り分け、実験群はさらに不動のみを行う不動群 ($n = 6$)、不動の過程で一旦ギプスを外し歩行運動を行う歩行群 ($n = 5$)、同様に温熱負荷と歩行運動を行う温熱＋歩行群 ($n = 8$) に分けた。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、長崎大学先端生命科学支援センター動物実験施設で実施した。

2) 足関節の不動化の方法

不動群、歩行群ならびに温熱＋歩行群の各ラットに対してはペントバルビタールナトリウム (40 mg/kg) の腹腔内投与によって麻酔を行い、両側足関節を最大底屈位の状態で前足部から膝関節上部までギプス固定することで不動化を行った。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、ギプスの緩みや浮腫の発生を認めた場合には麻酔下で適宜巻き替えを行うこととした。なお、ギプス固定後もラットは前肢にて飼育ケージ内を移動でき、水と餌は自由摂取とした。

3) 温熱負荷の方法

温熱＋歩行群のラットに対してはペントバルビタールナトリウム (40 mg/kg) の腹腔内投与によって麻酔を行い、一旦ギプスを除去した。そして、42℃に設定したプラスチック製のプール内にラットの下腹部から尾方全体を 60 分間浸漬し、温熱負荷を行った。なお、その際には後肢が荷重しないよう注意した。温熱負荷は実験開始日のギプス固定前に実施し、その後は 2 日おきに実施

した。

4) 歩行運動の方法

歩行群と温熱＋歩行群のラットに対しては覚醒下で一旦ギプスを除去した。そして、小動物用トレッドミル(シナノ製作所製)を用い、走行速度を 10 m/分、走行時間を 10 分間に設定し、この条件で歩行運動を実施した。なお、歩行運動の頻度はギプス固定開始翌日から 2 日おきとし、温熱＋歩行群においては温熱負荷の翌日に歩行運動を実施することとした。

2. 検索方法

実験期間終了後はペントバルビタールナトリウム (40 mg/kg) の腹腔内投与によって各群のラットを麻酔し、体重ならびに足関節背屈可動域を測定した。また、これらの測定が終了した後にヒラメ筋を採取し、後述する組織学的・分子生物学的検索に供した。

1) 足関節背屈可動域の測定方法

麻酔したラットを側臥位とし、股・膝関節を他動的に最大屈曲させ、足底部に丸型テンションゲージ(大場製作所製)の先端部をあてた。そして、0.3 N の張力で足関節を他動的に背屈させた際の背屈角度を測定し、これを背屈可動域として採用した。背屈可動域の測定は腓骨外果に分度器の中心を合わせ、基本軸を膝関節裂隙中央部と腓骨外果を結んだ線、移動軸を腓骨外果と第 5 中足骨頭を結んだ線とし、これらの軸がなす外角を 5° 単位で読み取った。なお、以上の測定は 3 回行い、その最大値をデータとして採用した。

2) 材料採取

体重ならびに足関節背屈可動域の測定が終了した後に両側からヒラメ筋を採取した。そして、右側試料については電子天秤にて筋湿重量を測定し、その後、組織学的検索に供した。一方、左側試料については分子生物学的検索に供した。

3) 組織学的検索

右側試料は筋腹中央部で 2 分割し、トラガントガムに包埋後、液体窒素で冷却したイソペンタン液内で急速凍結した。凍結した試料はクリオスタット(Leica 社製)を用いて 7 μm 厚の横断切片を作製し、以下の染色を実施した。具体的には、

組織病理学的検索のために Hematoxylin & Eosin (以下, H&E) 染色を, 筋周膜ならびに筋内膜を構成するコラーゲンを可視化するために Picrosirius Red 染色を施し, 光学顕微鏡で顕鏡した. また, H&E 染色像は 100 倍の拡大像でコンピュータに取り込み, 画像解析ソフト (Scion Image) を用いて 1 筋につき 100 本以上の筋線維横断面積を計測した.

4) 分子生物学的検索

左側試料は real time reverse transcription polymerase chain reaction (以下, real time RT-PCR) 法にて骨格筋内の主要なコラーゲンタイプであるタイプ I・IIIコラーゲンそれぞれの分子の mRNA 発現量を検索した. 具体的には, 左側ヒラメ筋から抽出した RNA を逆転写することで鋳型となる cDNA を作製し, real time RT-PCR 機器 (Mx 3005P; Agilent Technologies 社製) を用いて, この cDNA の増幅処理を行い, Brilliant III Ultra-Fast SYBR Green (Agilent Technologies 社製) を用いて, 95-60 °C (各 20 秒) の 2 ステップ法を採用し, $\Delta\Delta Ct$ 法に基づき定量解析を行った. なお, 内因性コントロールには glyceraldehyde-3-phosphate dehydro-genase (以下, GAPDH) を採用した.

5) 統計処理

各群の足関節背屈可動域, 筋湿重量を体重で除した相対重量比, 筋線維横断面積ならびにタイプ I・IIIコラーゲンの mRNA の発現量を各群で比較するため, 一元配置分散分析 (以下, ANOVA) を適用し, 有意差を判定した. そして, ANOVA にて有意差を認めた場合は, 事後検定として Scheffe の方法を適用し, 有意差を判定した. なお, すべての統計手法とも有意水準は 5% 未満とした.

結果

1. 相対重量比

相対重量比の平均値は対照群が 0.36 mg/g, 不動群が 0.19 mg/g, 歩行群が 0.22 mg/g, 温熱+歩行群が 0.25 mg/g であり, 実験群の 3 群すべて対照群より有意に低値を示した. また, 実験群の 3 群では温熱+歩行群は不動群より有意に高値を示したが, 不動群と歩行群, 歩行群と温熱+歩行群には有意差は認められなかった (図 1).

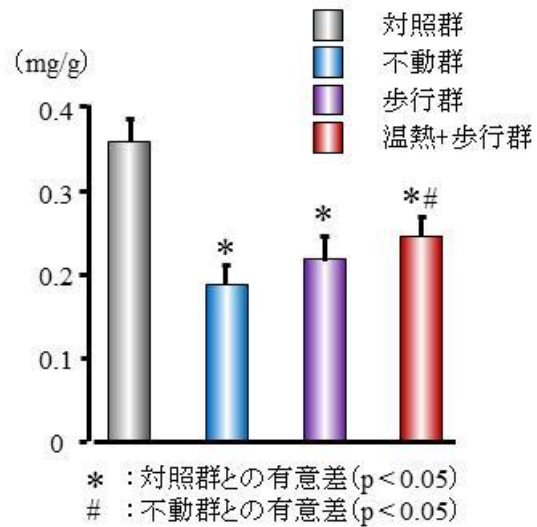


図 1 相対重量比の比較

2. 組織学的所見

H&E 染色像を顕鏡した結果, すべての群において細胞浸潤や壊死線維の出現といった炎症を示唆する所見は認められなかったが, 実験群の 3 群には筋線維萎縮が認められた. また, Picrosirius Red 染色像を顕鏡した結果, 実験群の 3 群は対照群と比較して筋周膜や筋内膜に肥厚が認められ, その程度は歩行群と温熱+歩行群が不動群よりも軽度であった (図 2).

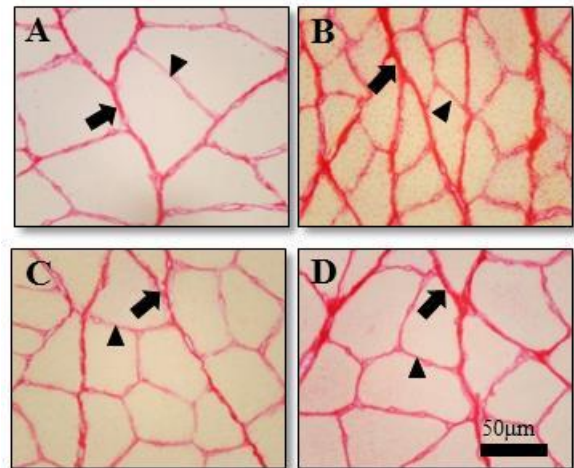


図 2 Picrosirius Red 染色像

A は対照群, B は不動群, C は歩行群, D は温熱+歩行群の顕鏡像で, 矢印は筋周膜, 矢頭は筋内膜を示す.

3. 筋線維横断面積

筋線維横断面積の平均値は、対照群が $2432.3 \mu\text{m}^2$ 、不動群が $1294.7 \mu\text{m}^2$ 、歩行群が $1437.8 \mu\text{m}^2$ 、温熱+歩行群が $1766.8 \mu\text{m}^2$ であり、実験群の3群はすべて対照群より有意に低値を示した。また、実験群の3群では歩行群と温熱+歩行群は不動群より有意に高値を示し、温熱+歩行群は歩行群より有意に高値を示した(図3)。

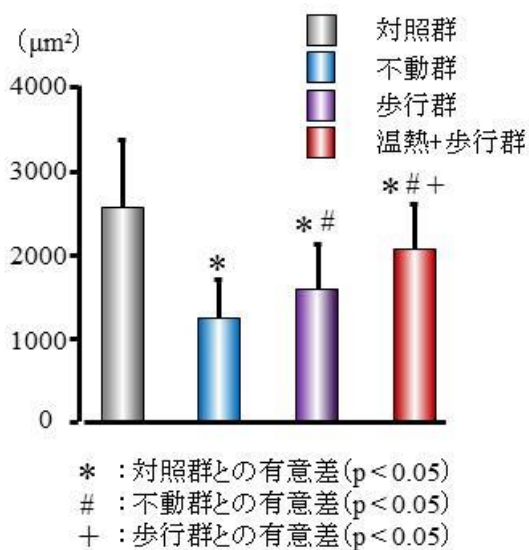


図3 筋線維横断面積の比較

4. 足関節背屈可動域

足関節背屈可動域の平均値は、対照群が 160° 、不動群が 107.1° 、歩行群が 113.5° 、温熱+歩行群が 117.5° であり、実験群の3群はすべて対照群より有意に低値を示した。また、実験群の3群では歩行群と温熱+歩行群は不動群より有意に高値を示したが、歩行群と温熱+歩行群との間には有意差は認められなかった(図4)。

5. タイプ I・IIIコラーゲンの mRNA 発現量

タイプ I コラーゲン mRNA の発現量は、対照群が 2.08、不動群が 4.07、歩行群が 1.68、温熱+歩行群が 1.93 であり、不動群は対照群より有意に高値を示した。一方、歩行群と温熱+歩行群は不動群より有意に低値を示し、対照群との有意差も認められなかった(図5)。

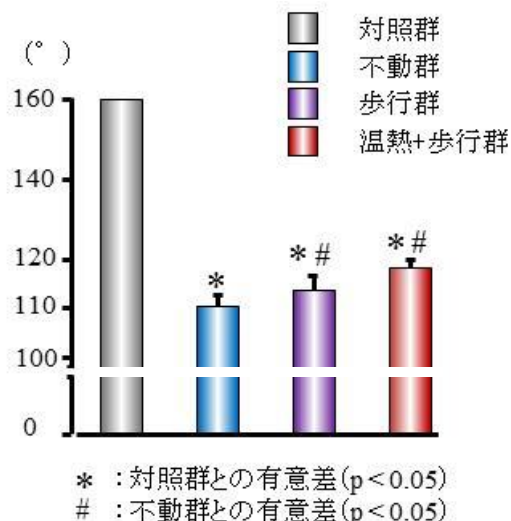


図4 足関節背屈可動域の比較

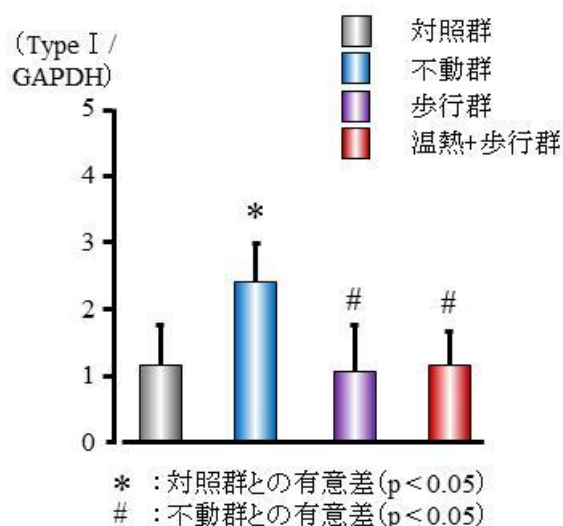


図5 type I コラーゲン mRNA 発現量の比較

タイプ III コラーゲン mRNA の発現量は、対照群が 1.51、不動群が 4.53、歩行群が 2.09、温熱+歩行群が 1.77 であり、不動群は対照群より有意に高値を示した。一方、歩行群と温熱+歩行群は不動群より有意に低値を示し、対照群との有意差も認められなかった(図6)。

考察

本研究では、不動によって惹起される筋萎縮と拘縮に焦点をあて、これらの進行が短時間の歩行運動によって抑制できるのか、また、温熱負荷

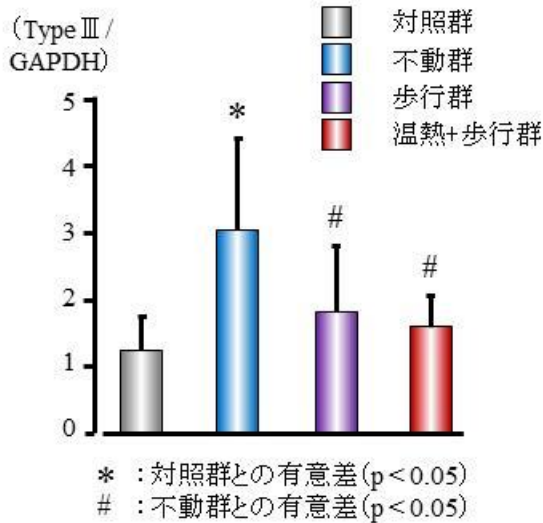


図6 typeIIIコラーゲン mRNA 発現量の比較

を併用することでその効果を高めることができるのかを検討した。

今回、筋萎縮の指標には相対重量比と筋線維横断面積を用いたが、これらの結果を歩行群と不動群と比較すると、相対重量比に関しては有意差は認められなかったが、筋線維横断面積に関しては歩行群が有意に高値を示した。つまり、この結果は短時間の歩行運動による筋線維萎縮の進行抑制効果を示唆している。そして、このメカニズムには、運動がもたらす神経系因子や内分泌系因子、機械的因子などが関与していると推察され、中でも機械的因子の影響が重要と考えられている⁵⁾。運動がもたらす機械的因子とは、骨格筋に対するメカニカルストレスの負荷であり、Insulin-like growth factor (以下、IGF)-1 と呼ばれるサイトカインの発現増加を発端とする分子シグナルの発動によって起こる筋構成タンパク質の合成促進や分解抑制といったメカニズムである⁵⁾。ただ、本研究ではこの点については検討できておらず、今後明らかにすべき課題である。

次に、温熱+歩行群と不動群を比較すると、相対重量比、筋線維横断面積いずれにおいても温熱+歩行群が有意に高値を示し、しかも筋線維横断面積に関しては、温熱+歩行群が歩行群より有意に高値を示した。つまり、この結果は短時間の歩行運動に温熱負荷を併用することで筋線維萎縮の進行抑制効果が高まることを示唆している。そして、このメカニズムには温熱負荷によって骨格筋内に発現する熱ショックタンパク質

(Heat shock protein; 以下、HSP) 72 が関与していると考えられる。中野ら¹⁾によれば、42℃に設定した温水浴内にラットの後肢を60分間浸漬すると、ヒラメ筋の筋温が約41℃に達し、HSP72含有量も有意な増加を認めたと報告しており、今回の実験でもこの報告に準拠して温熱負荷を行った。つまり、今回の温熱+歩行群のヒラメ筋においてもHSP72の発現が誘導されていると推測される。そして、HSP72の発現は筋構成タンパク質の合成促進や筋衛星細胞の活性化をもたらすことが先行研究によって明らかにされており^{1,2,5)}、短時間の歩行運動に温熱負荷を併用することで筋線維萎縮の進行抑制効果が高まった今回の結果にもHSP72のこれらの作用が影響していると推察される。ただ、今回の検索ではヒラメ筋におけるHSP72の発現状況は明らかにできておらず、今後検討すべき課題である。

次に、拘縮に対しては、指標に用いた足関節背屈可動域の結果をみると歩行群は不動群より有意に高値を示し、これは短時間の歩行運動による拘縮の進行抑制効果を示唆している。また、このことを裏付けるようにPicrosirius Red染色像の顕鏡結果でも筋周膜や筋内膜の肥厚の程度は不動群に比べ歩行群が軽度であり、タイプI・IIIコラーゲン mRNA 発現量においても不動群に比べ歩行群は有意に低値を示した。つまり、不動によって惹起される骨格筋内のコラーゲンの過剰増生、すなわち線維化の発生を短時間の歩行運動によって軽減していることが示唆され、拘縮の病態メカニズムに対しても有効に作用していると推察される。そして、先行研究によれば骨格筋が不動状態に曝され、メカニカルストレスの負荷が減弱すると、トランスフォーミング増殖因子(transforming growth factor; 以下、TGF)-β と呼ばれるサイトカインの発現が増加し、これが発端となって線維芽細胞が活性化するとともに、その亜型である筋線維芽細胞への分化も促され、結果、タイプI・IIIコラーゲンの増生、すなわち線維化が発生するとされている⁶⁾。つまり、短時間の歩行運動によって骨格筋の線維化の発生が軽減した今回の結果には、歩行運動がもたらす骨格筋への周期的なメカニカルストレスの負荷が主要因として関与していると推察される。

一方、温熱+歩行群の結果をみると、拘縮の指

標に用いたすべてにおいて歩行群と有意差を認めず、このことは筋萎縮の場合とは異なり、短時間の歩行運動に温熱負荷を併用しても拘縮の進行抑制効果を高めることはないことを示唆している。そして、この結果は先に述べた Kondo ら⁴⁾の報告を支持するものである。一般に、温熱療法は軟部組織の伸張性の改善に効果があり、このことが原因で生じる拘縮は好適例とされているが、この根拠となっている研究は非常に古く、しかも適用されている温度は 45℃である⁷⁾。つまり、これらのことから考えると、拘縮に対する温熱療法の効果に関しては、その方法や実施時間・頻度、適用温度など、様々な条件について再検討する必要があると思われる。

以上のことから、筋萎縮に対しては短時間の歩行運動のみでその進行抑制効果を認め、しかもこれに温熱負荷を併用することでその効果を高める可能性があることが示唆された。一方、拘縮に対しては短時間の歩行運動のみでその進

行抑制効果を認めるものの、温熱負荷を併用してもその効果を高めることは期待できないように思われた。つまり、臨床において頻繁に実施されている運動療法の前処置として行う温熱療法は、治療ターゲットによって効果が異なる可能性があるかと推察される。ただ、今回の結果は、臨床において活動時間がリハビリテーションの時間のみといったような、ベッド上での臥床時間が長い対象者に対して、短時間の歩行運動のみでも廃用症候群の予防につながることを示唆する基礎データになると思われる、このような対象者に対する治療戦略の一助になると考える。

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) 中野治郎, 沖田 実, 他:温熱刺激による筋力増強. 理学療法. 2007;24:954-959.
- 2) Yoshida N, Morimoto Y, et al. :Effects of combination therapy of heat stress and muscle contraction exercise by neuromuscular electrical stimulation for disuse atrophy in rat. J Phys Ther Sci. 2013; 25:201-206.
- 3) 坂口 顕, 沖 貞明, 他:関節拘縮発生予防を目的とした温熱負荷の効果 ラット足関節ギプス固定モデルを用いたトレッドミル走行での検討. 理学療法科学. 2006;21:181-184.
- 4) Kondo Y, Nakano J, et al. :Effects of prolonged stretching and thermotherapy on muscle contracture of immobilized rat soleus muscle. J Phys Ther Sci. 2012;24:541-547.
- 5) 片岡英樹:筋萎縮, 機能障害科学入門. 沖田実(編), 九州神陵文庫, 福岡, 2010, pp. 180-211.
- 6) 片岡英樹, 沖田 実, 他:骨格筋の変化に由来した拘縮, 関節可動域制限 病態の理解と治療の考え方. 沖田 実(編), 三輪書店, 東京, 2013, pp. 93-134.
- 7) 片岡英樹:温熱療法, 物理療法第2版. 沖田 実(編), 神陵文庫, 神戸, 2009, pp. 77-134.

(指導教員 沖田 実)

地域在住高齢者の尿失禁の有訴と体力の関連について

中村 知子

要旨

本研究では、長崎市で実施されている介護予防教室の参加者 76 名(平均年齢 76.3±5.3 歳)を対象に、年齢や健康状態に関する問診、尿失禁に関する問診、体力測定(握力、開眼片脚立位時間、椅子起立時間、Timed Up and GO test(以下、TUG))を実施し、地域在住女性高齢者における尿失禁の実態の把握、尿失禁の有無と体力との関連について検証した。その結果、今回の対象者の特性として体力が維持されている高齢者であったため、尿失禁の有訴と体力との関連は明らかにならなかった。しかし、体力が維持されている高齢者であったにもかかわらず尿失禁の有訴率は 47%と高く、日常生活に影響を与えていることがわかった。このことより今後、介護予防教室等において骨盤底筋運動を行うなど介入していく必要があると考える。

はじめに

近年、超高齢社会を迎え、高齢者の健康寿命の延伸に目が向けられている。健康寿命の延伸を阻害する要因として、転倒、失禁、低栄養、生活機能低下、うつや認知機能の低下などの高齢症候群があげられ¹⁾、早期発見・早期介入のため様々な取り組みが行われている。健康日本 21 の中においても健康寿命の延伸を取り上げ、各症候に対して指標や目標値を示し²⁾、市町村において介護予防検診を行うなどして対処している。しかし、どちらにおいても失禁についてはふれておらず、指標や評価方法などは示されていない。

先行研究によると、一般女性の尿失禁の有訴率は 30~50%と非常に高く^{3)~6)}、年代別に見ると、40 歳代の女性で 30~45%の有訴率が報告され、高齢者になると約半数が尿失禁を訴えている³⁾⁵⁾⁶⁾。失禁量としては、下着がぬれる程度の少量の割合が大半であるが⁶⁾、有訴者の約 6 割は QOL が低下し³⁾⁴⁾、更に恥ずかしい、他者に知られたくないと健康寿命の延伸を阻害している大きな要因となっている。しかし、その羞恥心や、失禁は加齢の影響、自然治癒するものという失禁そのものに対する考え方、また相談者不在などの理由で受診率は 0.5%程度と低く⁵⁾⁶⁾、早期発見・介入に結びついていないというのが現状である。尿失禁を引き起こす要因として、性別、妊娠・出産経験、加齢、BMI の増加が報告されている^{3)~7)}。身体機能と尿失禁との関連では、金^{8)~10)}は握力、膝伸展筋力、内転筋筋力との関

を検討しているが、体力測定などのパフォーマンステストとの関連を検討した研究は極めて少ない。そこで本研究では、地域在住高齢者の尿失禁の実態と、尿失禁とパフォーマンステストから見る体力との関連について検討することとした。

目的

本研究の目的は、地域在住女性高齢者における尿失禁の有訴率の実態を調査するとともに、パフォーマンステストから見る体力と尿失禁の有無との関連を検討することである。

対象

長崎市内で一次予防のため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、地域在住の一次予防事業の対象となる高齢者 76 名(平均年齢 76.3±5.3 歳)であり、対象者には、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。また、検討対象者は、独歩、または補助具を利用しての歩行が可能なものであり、検査を行う際の指示を理解できるものとした。

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:13021482)。

測定項目

1)問診

①基本情報

性別、年齢、妊娠・出産経験、健康度自己評価、疾病・既往歴、喫煙経験についてアンケート形式にて調査した。

②尿失禁に関するアンケート

尿失禁の有無、種類、活動への支障・制限についてアンケート形式にて調査した。

2)体力測定

全身の筋力を見るために握力を測定し、下肢バランス機能を見るために開眼片脚立位時間、下肢筋力を見るために椅子起立時間、歩行能力を見るためにTUGを測定した。

測定方法

体力測定は各項目 2 回ずつ行い、良いほうの値を記録した。時間の計測にはデジタルストップウォッチを使用した。

1)問診

対象集団に対し、各アンケート項目について読み上げ、自記にて記入してもらった。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。

尿失禁の有無に関しては、「日常生活の中で尿が漏れる事がありますか」の問いに対して、「いつもある」、「時々ある」、「ほとんどない」、「全くない」のいずれかを選択してもらい、「いつもある」、「時々ある」と回答した場合にのみ尿失禁時の動作、QOL への影響についての質問へ回答してもらった。

2)体力測定

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、体側に保持してもらい 肘関節伸展位にて測定を行った。左右それぞれ 2 回ずつ測定し、良い方の値を記録した。

b:開眼片脚起立時間

上肢を腰に当てた状態で片脚を床から離してもらい、その状態を保持できた時間を測定した。床から離す方の足は、支持脚に付けることを禁止とする以外は、前・後方、高さ等は自由とした。また、支持脚以外の体の一部が床に触れたとき、腰に当てた手が離れたときは測定終了とした。60 秒以上保持できた場合は 60 秒を超えた時点で

終了とした。

c:椅子起立時間

両上肢を胸の前で組み椅子に深く腰掛け、5 回連続で立ち上がる時間を測定した。

d:TUG

椅子に深く腰掛け、スタートの合図とともに手を使わずに立ち上がり、3m先にあるコーンをターンし再び椅子に座るまでの時間を計測した。

分析方法

尿失禁の有無を 2 群とし体力測定の各項目、年齢との関係を Pearson の相関係数、尿失禁の有無と健康度自己評価、疾病・既往歴、および妊娠・出産経験、喫煙歴との関係との関係を Spearman の順位相関係数により検定した。なお、統計解析には統計解析ソフト Dr.SPSS 11.5 for windows を使用し、検定の有意水準は 5%以下とした。

検討方法

各選択肢から得た回答に基づき、次のように分類した。

・尿失禁の有無について

尿失禁の有無に関して「いつもある」、「時々ある」を『あり』、「ほとんどない」、「全くない」を『なし』とした。

・尿失禁のタイプについて

尿失禁のタイプに関しては、「トイレにたどり着く前にもれる」、「咳やくしゃみをしたときにもれる」、「眠っている間にもれる」、「体を動かしているときや運動しているときにもれる」、「排尿を終えて服を着ているときにもれる」、「理由がわからずにもれる」、「常にもれている」の当てはまるもの全てを選択してもらい、「咳やくしゃみをしたときにもれる」、「体を動かしているときや運動しているときにもれる」を腹圧性失禁、「トイレにたどり着く前にもれる」を切迫性失禁とした。

・健康度自己評価について

健康度自己評価に関しては、「普段ご自分で健康だと思えますか」の問いに対し「非常に健康」、「まあ健康なほう」、「あまり健康ではない」、「健康ではない」のいずれかを選択してもらい、「非常に健康」、「まあ健康なほう」を『健康である』、「あまり健康ではない」、「健康ではない」を『健康でない』と分類した。

・尿失禁を有する者の日常生活への影響について

日常生活に関しては、「尿失禁が心配で外出を控えることがありますか」、「尿失禁のために友人や知人との付き合いに支障がありますか」、「尿失禁のために仕事や家事に支障が

ありますか」,「尿失禁のために運動を控えることがありますか」,「尿失禁のためにトイレを気にすることができますか」,「尿失禁のために気分が落ち込むことがありますか」の問いに対し、「いつもある」,「時々ある」,「ほとんどない」,「全くない」のいずれかを選択してもらい、「いつもある」,「時々ある」を『ある』,「ほとんどない」,「全くない」を『ない』とした。また、「尿失禁についての不安は大きいですか」の問いに対しては、「はい」「いいえ」で回答してもらった。

結果

1.対象者の属性

今回の対象者の属性,身体機能の平均値を表1に示した。対象者は65歳以上の女性であり,総数76名。全体の平均年齢は76.3±5.3歳であった。

表1 対象者の属性,身体機能(n=76)

	平均値	標準偏差
年齢(歳)	76.3	5.3
BMI	23.1	3.2
握力(kg)	21.8	4.3
片脚立位時間(秒)	26.92	21.1
椅子起立時間(秒)	6.5	1.5
TUG(秒)	6.42	0.8

2.尿失禁有群・無群の比較

対象者の尿失禁の実態について表2に示した。尿失禁があると答えた者は全体の47.4%にみられた。

尿失禁の有無と年齢,体力との関係について表3に示した。尿失禁の有無と握力との関係については,平均値の差の検定において相関関係は見られなかったが,23kg未満と23kg以上で階層分けすると,相関関係が見られた($p<0.05$)。また,BMI,開眼片脚立位時間,椅子起立時間,TUG各項目と尿失禁の有無の間に有意な相関関係は見られなかった。

尿失禁の有無と諸特性の関連について表4に示した。出産回数との関連については,平均値の差の検定において相関関係は見られなかったが,0-1回を少ない群,2回を普通,3-5回を多い群と階層分けすると尿失禁との間に有意な相関傾向が見られた。健康度,疾病・既往歴,喫煙経験,コーヒー,妊娠・出産経験,帝王切開各項目と尿失禁の有無の間に有意な相関関係は見られなかった。

表2 尿失禁の実態 (n=76)

	あり (n=36)	なし (n=40)
尿失禁の有無	47.4%	52.6%

表3 尿失禁の有無と年齢,体力との関連

	あり (n=36)	なし (n=40)	p 値
年齢(歳)	77.3±5.4	75.4±5.2	0.122
BMI	23.4±3.3	22.9±3.2	0.518
握力(kg)	21.2±4.7	22.4±4.0	0.228
片脚立位時間(秒)	26.3±21.3	27.4±21.2	0.812
椅子起立時間(秒)	6.3±1.2	6.6±1.7	0.305
TUG(秒)	6.3±0.9	6.4±0.8	0.720

表4 尿失禁の有無と諸特性の関連(n=76)

	あり (n=36)	なし (n=40)	p 値
健康である	66.7%	47.5%	0.073
降圧剤服用	61.1%	57.5%	0.753
心臓薬服用	13.9%	5.0%	0.186
喫煙経験有	5.6%	2.5%	0.295
コーヒー	16.7%	17.5%	0.925
出産経験あり	91.7%	92.5%	0.895
帝王切開経験有	2.7%	5.0%	0.625
出産回数			0.143
0-1回	38.5%	20.0%	
2回	42.1%	55.0%	
3-5回	60%	25.0%	

3.尿失禁の日常生活への影響

尿失禁があると答えたもののみ回答してもらった(n=36)。尿失禁が日常生活に与える影響を表5に示した。

表5 日常生活への影響(n=36)

外出への影響あり	5.6%
付合いに支障あり	2.8%
家事に支障あり	0%
運動控えることあり	0%
トイレ気にする	22.2%
気分が落ち込むことある	8.3%
尿失禁に不安あり	47.2%

尿失禁があると答えた者のうち,約25%の者が尿失禁が何かしら生活に影響を与えていると

答えた。また、約半数の者が不安を抱えていると回答した。

考察

本研究では、地域在住高齢者の尿失禁の実態を調査するとともに、尿失禁の有訴と体力の関連について検討した。

今回の調査の対象者は平均年齢 76.3±5.3 歳であり、体力は井口ら¹¹⁾が行った同年代の高齢者を対象とした研究と比較してよい傾向にあったといえる。

道川ら³⁾、金ら¹⁰⁾の先行研究によると、尿失禁を引き起こす要因として体力、年齢、妊娠・出産経験などが挙げられている。これらのことより、地域在住高齢者において、体力の低下とともに尿失禁の有訴率は上昇するであろうと仮説を立てた。

金ら⁸⁾の地域在住高齢女性(70 歳以上)を対象とした調査によると、尿失禁の有訴率は 43.5%であったと報告している。今回の調査において尿失禁の有訴率は全体で 47.4%とやや高い結果であった。

尿失禁の有無と体力との関連については、平均値の差の検定においては各項目について有意は見られなかったが、階層分けすると、尿失禁の有無と握力、尿失禁の有無と年齢との間に有意な相関関係が見られた。金ら¹⁰⁾は、地域高齢者を対象とした研究において、女性の尿失禁の関連要因に握力の低さを報告している。握力は全身の筋力を表す指標として有効であることから、筋力の低下により骨盤底筋が脆弱し、尿失禁を引き起こしているのではないかと考える。しかし今回の調査においては、握力と骨盤底筋との関連については明らかになっておらず、今後精査していく必要がある。また年齢との関連については、道川ら、金らによると年齢とともに尿失禁の出現頻度は上昇すると報告しており、今回の調査においても同様の結果となった。先行研究によって握力と年齢は相関関係があることが言われており、今回の調査においても年齢が高くなるにつれて握力は低下していた。これらのグループは前述したように骨盤底筋の脆弱化が尿失禁を引き起こしているものと考えるが、尿失禁を訴えるものの中には、年齢は高くなく握力は低い対象者もあり、今回の調査においては関連性は明らかにならなかった。

また、これまで多くの先行研究において、BMI が高くなるほど尿失禁の発生率が高くなると報告がされている。今回の調査においては、尿失禁と BMI の関連に有意な差は見られな

ったが、原井ら¹²⁾の研究によると、尿失禁のリスクは 20 歳以降現在にいたるまでの体重が大きいほど、中年期の体重増加が大きいほど高くなるとしており、急激な体重の増加による腹圧の上昇が膀胱への圧迫となり、尿失禁のリスクが高くなるものと報告している。今後肥満だけではなく、体重の増加率に着目していく必要があると考える。

尿失禁の有無と出産回数との関連については平均値の差の検定においては有意な相関関係はなかったが、0-1 回を少ない群、2 回を普通、3-5 回を多い群と階層分けすると、出産回数が多いほど尿失禁があるものが多くなる傾向が見られた。また、尿失禁の有無と帝王切開の経験との関連については、今回の調査においては、帝王切開の経験ありと答えたものが 2 名であり、尿失禁との関連については明らかに出来ないが、坂口ら⁷⁾によると、全ての出産が帝王切開によるものであっても尿失禁があると答えたものは 44%と高かったと報告しており、これらのことより出産形態による骨盤底筋の損傷が尿失禁の要因になっているのではなく、妊娠中の子宮の増大が骨盤底筋群の弛緩を引き起こし、尿失禁を引き起こしているのではないかと考える。

今回、体力測定の結果からわかるように、対象者は比較的元気な高齢者であり、定期的に運動機能向上教室に通っているにもかかわらず、尿失禁の有訴率は 47%と高いものであり、尿失禁のため外出に支障があるものが約 6%、尿失禁に対して約半数のものが不安を抱えているという実態が明らかになった。Kim ら¹³⁾によると、尿失禁を有するものに 1 年間理学療法士の指導の下、骨盤底筋運動を行わせたと、約 55%が改善したと報告している。また、田舎中ら¹⁴⁾山本ら¹⁵⁾によると尿失禁を有するものに、体幹スタビリティトレーニングを行うことで尿失禁が改善されたとの報告がある。今後、介護予防プログラムの中に骨盤底筋運動を取り入れるなど介入していく必要があると考える。

本研究の限界として、今回は対象者が体力の維持されていた高齢者の集団であったため、関連が出なかったのではないかと考える。今後虚弱高齢者を対象として体力との関連を調査していく必要があると考える。

謝辞

今回、本研究においてご協力いただいた対象者の方々、運動教室の運営スタッフ及びボランティアの皆様には厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木隆雄:老年症候群—要介護への原因—. 理学療法科学. 2003;18:183-186.
- 2) 厚生労働省ホームページ: <http://www.mhlw.go.jp/> (2013年12月16日引用)
- 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;55:449-455.
- 4) 末永芳子, 羽田野花美, 他: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. 2012;NO.9:29-36.
- 5) 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;46:284-291.
- 6) 河内美江:尿失禁の実態と関連要因—尿失禁予防と改善に向けた助産師の役割—. 母性衛生. 2002;43:513-529.
- 7) 坂口けさみ, 大平雅美, 他:尿失禁有する一般女性の QOL と関連する要因について. 母性衛生. 2007;48:323-330.
- 8) 金憲経, 吉田英世, 他:都市部在住高齢女性の尿失禁に関連する要因—介護予防のための包括的検診. 日老医誌:2008;45:315-322.
- 9) 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;44:83-89.
- 10) 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;51:612-622 .
- 11) 井口茂, 松坂誠應, 他:在宅高齢者に対する転倒・骨折予防教室の介入効果について—転倒経験者と非転倒経験者の比較から—. 保健学研究. 2007;19:13-19.
- 12) 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;60:79-86.
- 13) Hunkyung Kim, Takao Suzuki, et al: Effectiveness of Multidimensional Exercises for the Treatment of stress Urinary Incontinence in Elderly Community-Dwelling. Japanese Women : A Randomized, Controlled, Crossover Trial. J Am Geriatr Soc. 2007;55:1932-1939.
- 14) 田舎中真由美:腹圧性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. 2009;26:1288-1233.
- 15) 山本泰三:体幹スタビリティ・エクササイズにより腹圧性失禁が改善した1例. 日農医師. 2012;60:615-621.

(指導教員 松坂誠應, 中原和美)

ハイハイ動作の縦断的研究

～量的評価方法に着目して～

水澤 裕貴・吉岡 元

要旨

乳児のハイハイ動作は、正常運動発達過程において重要であるといわれている一方で、その動作の評価手法が確立していないため十分な検討がなされていない。そこで今回ハイハイ動作の量的評価方法の検討を目的に研究を行った。対象は研究協力に同意を得られた6名(月齢5～12ヶ月)の乳児で約7週間にわたって縦断的な観察を行った。分析においてはハイハイ動作をビデオカメラで撮影し、各四肢の動きを接地期と離地期に分類して、接地タイミングをみた。その結果、ずり這い期から対角パターンが存在すること、各被験児とも経時的に一貫した接地タイミングを維持することが示唆された。また、ずり這いー四つ這い移行期には動作が多様になる様子が観察されたため、成人の運動再学習においても同様の過程が存在するのではないかと考えた。

はじめに

乳幼児は正常運動発達のなかで、生後3ヶ月頃に上肢で頭部から胸部を挙上できるようになり、生後5ヶ月頃には両手掌で上体を支えることができるようになる。生後7～9ヶ月頃に、ずり這い・四つ這い移動を開始・獲得し、1歳6ヶ月頃までには安定した歩行を獲得することができる¹⁾。正常運動発達における四つ這いは、支持器官としての足の発達、そして手の把握・支持・認識器官としての発達指標である。そのため四つ這いは、単なる移動手段というだけでなく、2足歩行に至るまでの上下肢の発達においても重要な意味をもち、運動発達過程において重要であるといわれている²⁾。

一方、瀬川ら³⁾は、這い這い動作のうちずり這い、四つ這い、高這い、いざり這いの4様式について、乳児の母親に質問紙を使った調査を行っている(2002年実施)。その結果、20年前より「這い這い」の生起頻度が低下していたのがずり這いといざり這いで、歩行開始月齢と同様に這い這い動作にも変化が起きていると述べている。しかし、乳幼児のハイハイ動作のみについての先行研究は、個人差が大きく評価方法が確立して

いないなどの理由から非常に少なく、その内容もハイハイ時の姿勢や重心などに着目した研究が多くを占めている。このようなことから、ハイハイ動作の重要性について再考することが必要であると考えられる。

加えて、多賀ら⁴⁾は、10名の乳幼児の上下肢にマーカーを取り付けて、その軌跡を4ヶ月間にわたり二次元動作解析によって記録した。これによると、運動量のグラフが生後2ヶ月前後でU字を描く軌跡を辿った。つまり、多様であった動きの量が減少し、その後増加したということである。この研究において、乳児の運動発達は単純なものから複雑なものへと進行するのではなく、運動の変化は無作為な動きから、組織化された動きへと収束していくものであるとしている。また、この動きの変化が、皮質の発達中連続して起こっているのではと推測している。

そこで園田らは、ハイハイ動作獲得が乳児発達過程における運動学習経験として重要であると考え、ハイハイ動作における身体各部の動きの多様性を観察・分析し、ハイハイ動作におけるバリエーション数の増減を分析した⁵⁾。この研究では、ハイハイ動作の個体差を表すために動作の

バリエーションに着目して質的調査を行った。バリエーションの違いを判断する際は各サイクルでの動作を「頭部と体幹」「四肢の状態」「重心の移動」「推進力」から比較し、異なる動作を生じている場合をバリエーションとしてカウントしたとしている。結果、ハイハイ歴に応じてハイハイ動作のバリエーション数が少ない状態から一端増加し、その後減少すること、このバリエーションの変化が、ずり這いや四つ這いいずれにおいてもみられることを報告した。また、日齢でみていくとずり這い期は、バリエーションが多い状態から減少し、四つ這い期においてはバリエーション数が少ない状態から増加し、減少するとしている。

ハイハイ動作を量的評価に着目した量的研究はいくつか行われている。Yangら⁶⁾は、左足1サイクル中に、他肢がどのタイミングに接地するかを検討し、ずり這いや四つ這い、四つ這いの亜系、いずれにおいても対角線上の結びつきが全被験児の86%に観察されたと報告している。Fleedland⁷⁾らは、3次元動作解析を使用し乳児のハイハイ動作における接地期・離地期を明確にしたうえで、ハイハイ開始前にはほとんどの乳児が四肢を比較的バラバラに非協調的に動かすが、四つ這い位の開始にともない、対角パターンを使用した前進を始めると述べた。また、Adolph⁸⁾らは、乳児のずり這い・四つ這い動作を30フレーム/秒にて撮影し、得られた動画をもとに各肢の接地タイミングやハイハイの速度、サイクル時間や接地・離地時間を割り出した。結果、ずり這い経験児は四つ這い移行直後において、ずり這い未経験児よりもより動作が安定し、四肢の接地時においても対角パターンがより正確に出現することを述べている。加えてこれらは、乳児が前進を始めた時から、縦断的に研究を行っており四肢の協調性について、ほとんどの乳児が対角パターンを示すと報告している。このように接地タイミングに焦点を当てた研究は行われているが、対角パターンの開始時期に一貫した見解がなく検討の余地がある。そこで今回は先行研究にならない接地タイミングにみる量的評価を縦断的に行うこととし、また、対角パターンの開始時期の検討も行った。これに加えて、ハイハイ動作(ずり這い・四つ這いを含む)における経時的变化も動作観察により併せて検討することとした。

対象

長崎市内の私立保育園(1ヶ所)と同市内の子育て支援センター(1ヶ所)を利用している乳幼児(撮影開始時に月齢5ヶ月~12ヶ月)で、神経学的・整形外科的な問題がない児を対象とした。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計6名(男児4名、女児2名)とする。このうち2名を分析から除外した。うち1名は、撮影に対する拒否が強く表れていたために撮影が行えず対象から除外し、他の1名は、前進移動がみられなかったために除外した。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(承認番号13071126)、さらに協力機関の承諾と保護者の同意を紙面で得た上で実施した。

撮影方法

対象児のハイハイ動作をデジタルムービカメラ(Panasonic HX-WA20)2台を用い、同時に2方向から撮影を行った(図1参照)。

画質設定に関しては、720×30ピクセルに設定し、30フレーム/秒にて撮影を行った。撮影環境は、各施設内で撮影し、床面は板張りであった。撮影は3名で行い、撮影者2名に加え、他1名が玩具で対象児の移動を促した。対象児によってずり這いおよび四つ這いに対する動機づけが異なるため、時間や距離に関する条件付けは行わなかった。対象児が拒否の行動を示した場合には撮影を中止した。撮影は週2回、各1



図1 対象児撮影時の風景

対象児の前方と後ろ斜め右方から同時に撮影

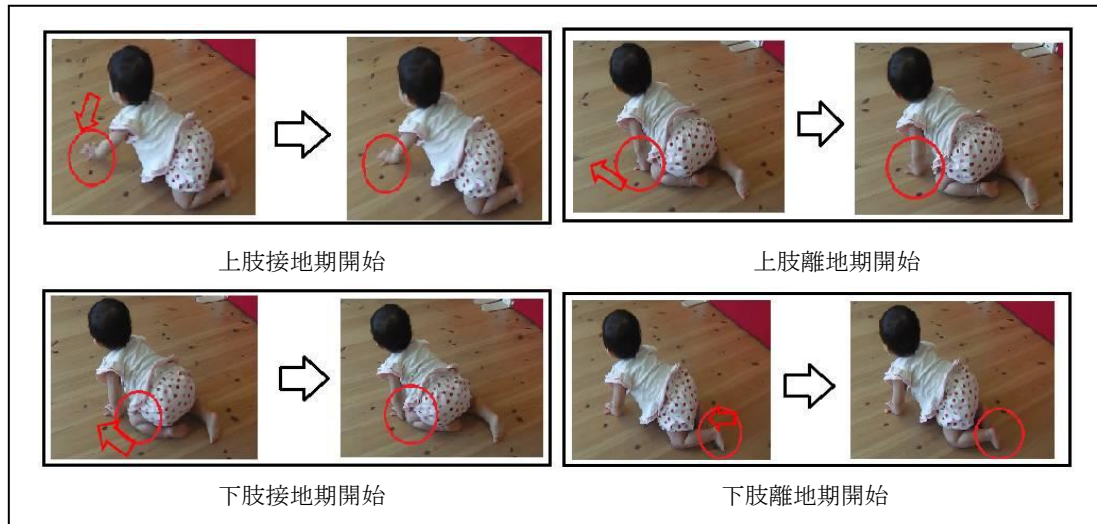


図 2 接地期・離地期の分類

図は四つ這い例を示した。ずり這い・四つ這いのいずれも上肢で手または前腕，下肢で膝または足底の動きを観察することで接地離地を分類した。

時間程度にて行い，撮影期間は 2013 年 10 月～2013 年 12 月までの約 7 週間であった。

分析方法

一連のハイハイ動作を区分するために，左手接地開始時から，再度左手が接地を開始するまでを 1 サイクルとした。また今回分析対象は，連続して 2 サイクル以上のハイハイ動作が得られたものとした。

Yang らの先行研究にならい，ハイハイ動作の各四肢の接地・離地を，動画をもとに分類した。なお，遊脚期の開始は，四肢の前方への動きを開始時，接地期の開始は四肢の前方への動きが終了し，床面に接地した時とした(図 2 参照)。他の四肢(左手以外)の接地開始のタイミングを，左手を中心とするサイクルのパーセンテージとして表現した。例えば，両手を同時に接地した場合，右手は左手 1 サイクル中の 0% 時点に接地したことを表し，また，両上肢を完全に交互に動かした場合，右手は左手 1 サイクル中の 50% 時点に接地したことを表す。左手-右足-右手-左足の順で，等間隔で連続的に動いた場合，右足・右手・左足はそれぞれ左手 1 サイクル中の 25%・50%・75% に接地したことを表す。今回，分析対象としたのは対象児から得られた合計 424 サイク

ル(内ずり這い 106 サイクル)であった。

結果

1. 接地タイミングの縦断的变化(図 3)

被験児 B・C については，ずり這い期・ずり這い一四つ這い移行期・四つ這い期いずれにおいても一貫した傾向を示している。また全体にわたり対角パターンも示した。

被験児 A については，日齢が低い時には接地順序として対角パターンを行っているものの，対角線上の四肢をほぼ同時に動かしていないようであるが，日齢が高くなるにつれてより対角線上にある四肢を同時に動かす対角パターンを強めていることがわかる。

また，SD をみると，被験児 A は経時的に低値を示しているのに対し，被験児 B・C はグラフに突出した部分がみられ，これがずり這い一四つ這い移行期にあたる事が分かる。

2. 全被験児における接地タイミングの度数分布

全体の傾向として，左手と右足の間における接地タイミング，同様に右手と左足の間における接地タイミングが短くなっていることから，対角パターンを示していることが考えられる(図 4)。

3. ずり這いと四つ這いの比較

ずり這い期においては左手と右足の接地がほぼ同時期に行われ、右手と左足も同様の傾向を示している。四つ這いにおいてもずり這いと同様

に左手と右足が、右手と左足がほぼ同時期に接地していることがわかる。よって、ずり這い、四つ這いに関わらず対角パターンを示した(図 3・4)。

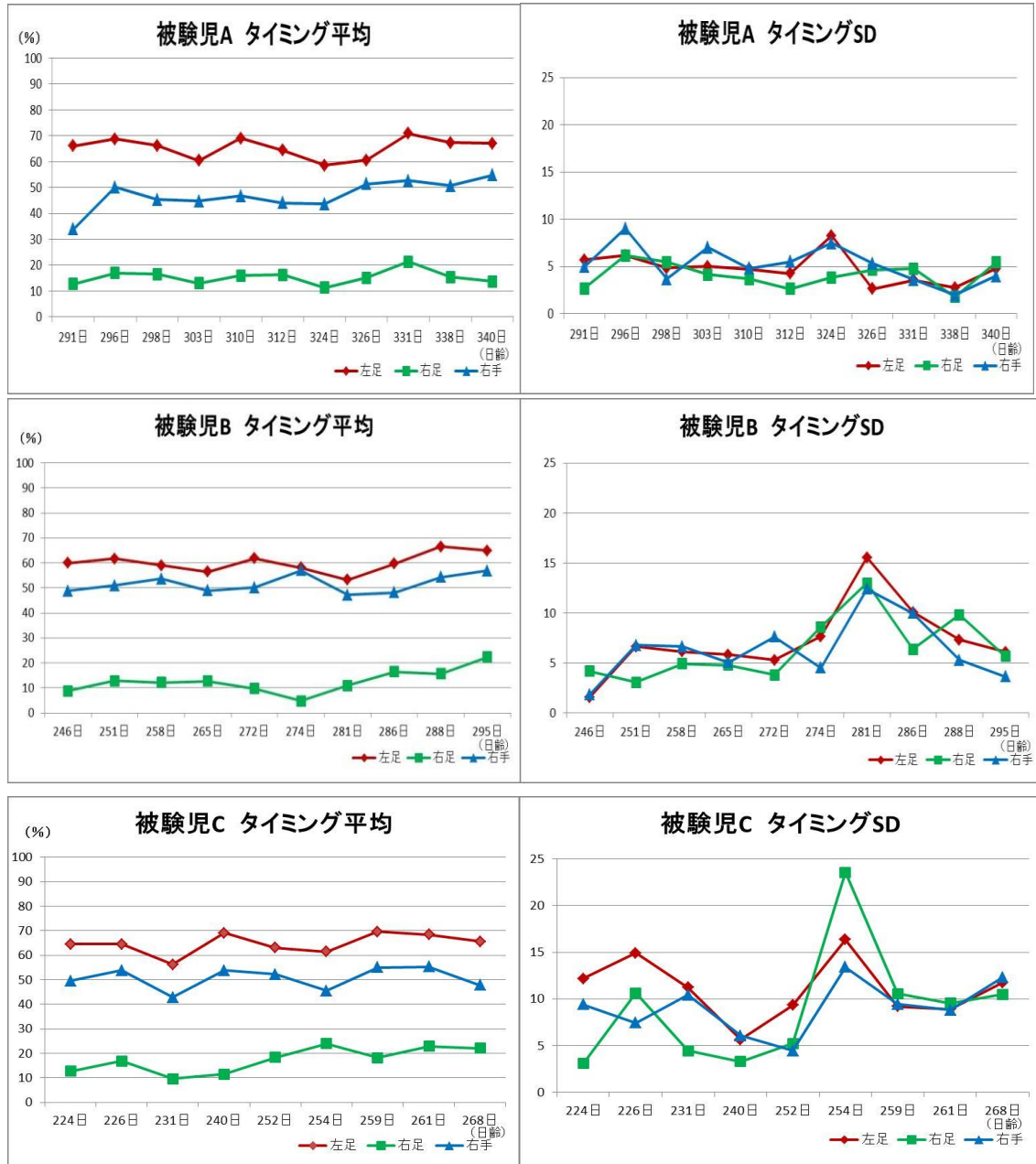


図 3 対象児 3 児における各肢の接地タイミング平均・標準偏差(SD)

左図は、同一撮影日に観察されたハイハイ動作の各四肢の接地タイミングの平均を算出し、経時的変化を示したものの、右図はその標準偏差(SD)を表す。

左図縦軸は左手 1 サイクル中におけるパーセンテージ、右図縦軸は標準偏差、横軸はそれぞれ日齢を表す。なお被験児 B は日齢 281 日が、被験児 C は日齢 252 日がずり這いー四つ這い移行期。

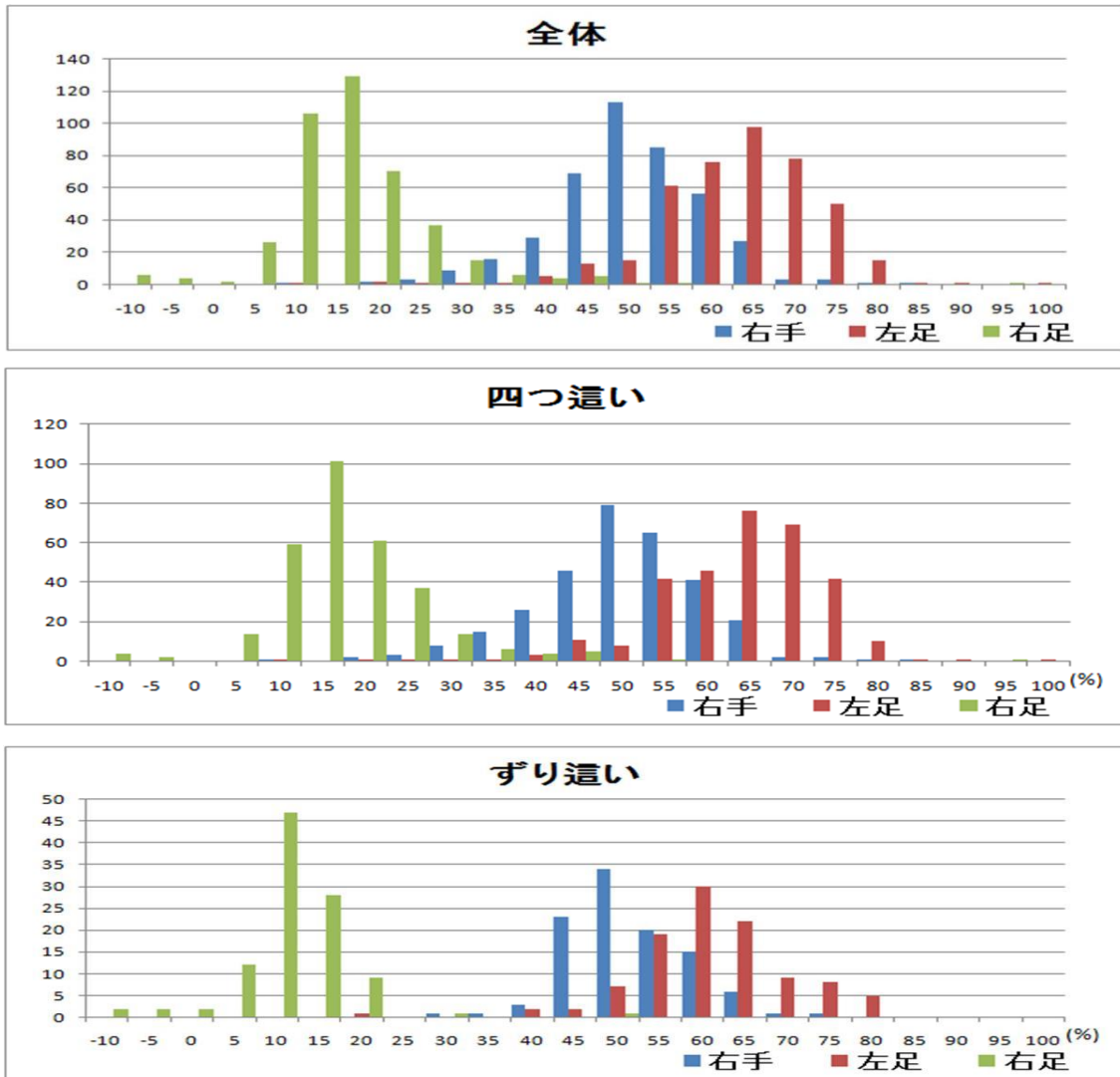


図 4 全対象児における接地タイミングの度数分布

上は全被験児の接地タイミング(全 424 サイクル)を, 中央は四つ這い動作のみの接地タイミング(全 318 サイクル)を, 下はずり這い動作のみの接地タイミング(全 106 サイクル)をそれぞれ度数分布で表したもの。

縦軸は度数を表し, 横軸は左手 1 サイクル中におけるパーセンテージを表す。

考察

ハイハイ動作の接地タイミングに関する分析を行うことで, 今回の被験児 6 名はすべて対角パターンを示したこと, ずり這い・四つ這いにかかわらず経時的に一貫した接地タイミングを維持することが分かった。

1. 接地タイミングの縦断的变化

今回の 6 児を対象とした縦断研究により, ずり這い・四つ這いいずれにおいても各肢の接地タイミングに大きな経時的变化がなく, 一貫した接

地タイミングを維持しているという結果が得られた(図 3)。また左手ー右足, 右手ー左足の接地タイミングの間隔が狭かったことから, 今回いずれの児においても対角パターンを示した。対角パターンについて Adolph ら⁸⁾は, ハイハイ動作における対角的な四肢の動きは平衡を保ったり, 前進したりすることに適しており, 前進において身体を中心に置くことができ, 身体の重心が端から端へ動くことや, 前方へ移動する時の不安定さを最小限にすることができると述べ, 移動において最も効率の良い四肢の動きであると考えられる。

また、同報告で Adolph ら⁸⁾は、ずり這い期間中は、腹部が床面に接地していることから、バランスの要求は最小限であり、四肢の動きのタイミングは、関連的に強制されないと述べている。それにも関わらず、ずり這い期間においても四肢の対角的な動きがみられたことは驚きである。

2.対角パターンの出現時期

Yangら⁶⁾の横断研究ではずり這い期や四つ這い期いずれにおいても対角パターンが多いことが報告されているが、今回の我々の縦断研究により、ずり這い期から対角パターンが存在し、四つ這い移行後も同様のパターンを維持することが示唆された(図 3・4)。これは他の動物における新生児期または胎児期の神経システムは、正常な歩行動作を始める前に協調した移動パターンを有する⁸⁾、とあることや、あらゆる種は生まれながらに「原始的な」移動パターンを有する⁸⁾とあることから、人の乳児においても移動動作獲得初期から他の種にもみられるように「原始的な」パターンが存在することが考えられる。

3.四つ這い動作獲得初期の変化

被験児B・Cに着目すると(図3.)、接地タイミングの平均は経時的に一貫しているものの、SD が高値を示した部分があり、それがずり這いー四つ這い移行期であった。接地タイミングの平均が経時的に一貫している一方で移行期のSDが高値であることは、移行期の各四肢の接地タイミングが一定でないことを表している。また今回動作観察により、ずり這いー四つ這い移行期には特に多様な動作を認めている。

Hadders⁹⁾によると、運動発達には2つの相があり、1つ目の相は運動発現が多様であり、動作のあらゆる可能性を探索する相(動作パターンの拡散)、2つ目の相は、成功・失敗体験の活動を基礎として、状況に適した動作を選択する相(動作パターンの収束)に分類できるとしている。これらの見解や、今回乳児のハイハイ動作(ずり這いー四つ這い移行期)にみるように、多くのパターンを作りだし、その中からある状況に適した動作・解決方法を選択するという運動学習過程は、成人における運動再学習過程にも応用できるのではないかと考えられる。

4.本研究を通して

接地タイミングによるハイハイ動作の分類は、Yangらの報告でもあるように、対角パターン以外を示す児もいることや、ハイハイ形態に関わらず同一の評価基準で分析できることから有用であると考えられる。一方でずり這いと四つ這いのように全く違う動作や各四肢の接地面の違いなど、接地タイミングは同じ値を示しても、動作自体はかなり異なることが多く、接地タイミングのみでハイハイ動作を分類すると、本来乳児がもつ個体差や動作の多様性を十分に評価できないと思われる。したがって乳児のハイハイ動作の評価にあたっては、接地タイミングの様な量的評価方法に加えて、動作観察を含めた量的評価方法を確立する必要があると考えられる。本研究の限界として、被験児が6児と少なく、結果が個人因子を多く含むこと、また乳児研究の難しさでもあるが、ハイハイ速度を一定の条件で統一できなかったり、一日に撮れるサイクル数にばらつきがあったりという点があげられる。今後はさらに被験児数を拡大することでより質の高い研究へとつなげていきたい。

まとめ

今回はハイハイの重要性を検討する目的で、ハイハイ動作の各四肢の接地タイミングに着目して研究を行った。その結果ずり這い期から対角パターンが存在すること、各被験児とも経時的に一貫した接地タイミングを維持すること、ずり這いー四つ這い移行期には動作が多様になることが示唆された。今後は被験児数を増大し、さらに長期的に発達を追跡することで、ハイハイ動作とその後の発達との関係性を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究に協力していただきました子育て支援センターおよび保育園のスタッフの方々、母子の皆様様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 當山潤: 移動・立位・歩行の発達の診かた. 小児科診療, 2012; 5号: 761-766.
- 2) 中嶋信太郎, 牟禮努, 他: 四つ這いについて. 理学療法学, 1987; 第14巻: 第5号: 399-404.
- 3) 瀬川昌也: 神経回路の発達からみた育児と教育の臨界齢の研究. pp. 71-72.
<http://c11ibbul.securesites.net/result/brain/program/> (2013年12月27日引用)
- 4) Taga G, Takaya R, et al.: Analysis of general movements of infants towards understanding of developmental principle for motor control. 1991; Proc.IEEE SMC, V: 678-683.
- 5) 園田楽人, 寺尾瞳, 他: 這い這い動作の再考—這い這いはどう変化するのかわ— . 長崎大学医学部保健学科理学療法学専攻8期生, 卒業研究論文集, 2012; 42-48.
- 6) Yang JF, Patrick SK et al.: Developmental constraints of quadrupedal coordination across crawling styles in human infants. J Neurophysiol. 2012; 107: 3050-3061.
- 7) Freedland RL, Bertenthal BI.: Developmental changes in interlimb coordination: Transition to Hands-and-Knees Crawling. Psychological Science. 1994; Vol.5: No.1: 26-32.
- 8) Adolph KE, Vereijken B, et al: Learning to Crawl. Child Development, 1998; Vol.69: No.5: 1299-1312.
- 9) Hadders AM: Variation and Variability: Key Words in Human Motor Development. Physical Therapy, 2010: Vol.90: No.12: 1823-1835.

(指導教員 鶴崎俊哉)

生物学的製剤が関節リウマチ患者の ADL を

改善するメカニズムの検討

吉田果央梨

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 5 名を対象として、生物学的製剤が関節リウマチ患者の ADL を改善するメカニズムについて検討した。各生物学的製剤投与前と投与 4 週間後に圧痛関節数、腫脹関節数、疼痛 VAS、DAS28-CRP、関節可動域、リーチ動作、握力、ピンチ力を測定した。その結果、5 例中 5 例で圧痛関節数、疼痛 VAS、握力、ピンチ力、手関節掌屈可動域の改善、5 例中 4 例で腫脹関節数、DAS28-CRP、リーチ動作の改善が得られた。今回、4 週間という短期間での生物学的製剤の介入であったが、炎症所見の鎮静化に伴い、両側握力・ピンチ力の改善、右側手関節掌屈可動域の改善などの身体機能面において改善が得られた。これらの身体機能改善により、生物学的製剤の投与は関節リウマチ患者の ADL 向上をもたらすことが示唆された。

はじめに

関節リウマチ (Rheumatoid arthritis: 以下 RA) は全身の関節に及ぶ関節炎を主病変とし、滑膜の異常増殖に伴って骨・軟骨の破壊をもたらす全身性疾患である。関節炎の好発部位は MCP・PIP・MTP 関節(90%)、手関節・膝関節・足関節・距骨下関節(80%)、肩関節(60%)、肘関節・股関節・肩鎖関節(50%)とされ¹⁾、上肢が占める割合は高い。リウマチ白書において、RA 患者は、RA の悪化・進行(79.3%)に次いで、日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下 ADL) の低下 (73.8%) に不安を抱いていると記されており、激しい痛みや人手を頼ることをつらいと感じている人が多いことが報告されている。また、ADL の中でも、「ピン類のフタの開閉」、「タオル・ふきんを絞る」、「爪切り」、「洗髪」、「ドアの開閉」、「服の着替え」、「ボタンをはめる」、「洗顔して拭く」、「髪をとく」など上肢を用いた ADL 動作が特に障害されやすい²⁾と報告されている。

RA 治療の中心的役割を担う薬物療法は、近年生物学的製剤の登場に伴い大きく変貌している。かつては関節の疼痛・腫脹を取り、炎症をコントロールするというものであった治療目標も、現在では臨床症状が全くない臨床的寛解、骨破

壊の進行が全くない構造的寛解、ADL 動作に全く制限がない機能的寛解まで目指す治療目標へと進歩している³⁾。

生物学的製剤の有効性判定にあたり、生物学的製剤の一つであるエタネルセプトの無作為化二重盲検多施設共同試験 (Trial of Etanercept and Methotrexate with Radiographic Patients Outcomes: TEMPO 試験) では HAQ の有意な改善が得られたことから、van der Heijde D らは、生物学的製剤の使用が RA 患者の身体機能障害改善へとつながる⁴⁾と述べている。また、日本でも三輪らにより、生物学的製剤の投与で mHAQ の有意な改善が得られた⁵⁾と報告されている。

mHAQ とは、スタンフォード大学で開発された HAQ の改訂版として提唱されたものであり、8 領域 8 項目からなる RA の治療評価を患者の自己申告により評価する身体機能障害評価法の一つである。mHAQ の値は、0~4 点でスコア化された各項目の平均で表され、点数が高いほど日常生活が困難であることを示す。

これらの先行研究により、生物学的製剤の使用が RA 患者の身体機能を改善し、ADL を向上させることは明らかである。しかし、実際に ADL

向上の背景にどのような機能改善が関与しているのか述べられている報告は少ない。そこで今回、なぜ生物学的製剤の使用が RA 患者の ADL を改善しうるのか、客観的指標を用いて評価し、検討することとした。

対象と方法

1. 対象者

対象は A 病院リウマチ・膠原病内科において生物学的製剤の投与を受ける RA 患者 5 名(男性 1 名:年齢 70 歳代, 女性 4 名:60 歳代 2 名, 80 歳代 2 名)である。このうち, Steinbrocker の stage 分類で I 期が 1 例, IV 期が 4 例であり, class 分類では class2 が 4 例, class3 が 1 例と進行した状態にある症例が多かった。また, 生物学的製剤介入前の圧痛関節数は 15.2 ± 11.1 関節, 腫脹関節数は 13.0 ± 8.6 関節であり, C 反応性タンパク(C-Reactive Protein: 以下 CRP)は 4.2 ± 2.4 (mg/dl), Disease Activity Score 28-CRP(以下 DAS28-CRP)は 6.1 ± 1.3 と疾患活動性が高かった(表 1)。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。

表 1 患者背景

症例	5例(男性1例、女性4例)
年齢	75.6±6.1歳
罹病期間	21.9±25.7年
Stage分類	I期:1例 IV期:4例
Class分類	2:4例 3:1例
圧痛関節数	15.2±11.1関節
腫脹関節数	13.0±8.6関節
CRP(mg/dl)	4.2±2.4
握力(mmHg)/ピンチ力(kg)	77.6±50.2/1.8±1.3
DAS28-CRP	6.1±1.3
生物学的製剤の種類	エタネルセプト:4例 アバタセプト:1例

2. 方法

生物学的製剤投与前と投与約 1 か月後の両時点において, 対象とした RA 患者の, 疼痛 Visual Analog Scale(以下疼痛 VAS), 圧痛関節数, 腫脹関節数, CRP, 疾患活動性の指標である

DAS28-CRP, 握力, ピンチ力, 関節可動域(Range Of Motion: 以下 ROM), リーチ動作を測定した。

DAS28-CRP とは圧痛関節数, 腫脹関節数, 疼痛 VAS, CRP の 4 項目から算出するものであり, この値が 3.2 未満であれば低疾患活動性, 3.2~5.1 では中等度疾患活動性, 5.1 より大きければ高疾患活動性となり, RA の疾患活動性を区分することが出来る。

握力・ピンチ力の測定には, それぞれ水銀握力計とデジタルピンチゲージを用いた。ROM は, 椅子座位にて自動運動での両側肩関節, 肘関節, 手関節の評価を行った。また, リーチ動作については同側鎖骨上部, 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。左右それぞれ 1 回ずつ測定した。

結果

評価した 5 症例において, 生物学的製剤の投与前後での各評価項目の変化について述べる。

1. 疼痛 VAS(図 1)

疼痛 VAS は全症例において改善がみられ, 投与後において投与前よりも疼痛 VAS は減少していた。

2. 圧痛関節数と腫脹関節数(図 2, 3)

圧痛関節数では, 全症例において大きな改善がみられた。腫脹関節数では症例 4 のみ改善が得られなかったものの, 残り 4 人の症例では圧痛関節数の改善と同様, 投与後に大きな改善がみられた。

3. DAS28-CRP(図 4)

腫脹関節数の改善が得られなかった症例 4 のみ DAS28-CRP においても改善がみられず, 残り 4 人の症例では改善がみられた。

4. ROM(図 5)

RA において関節症状が出現しやすく、また日常生活動作の中でも果たす役割が大きい手関節可動域では、掌屈方向において全症例で改善がみられた。また他の関節部位においては改善の度合いにばらつきが生じ、統一性はみられなかった。

5. リーチ動作(図 6)

右側リーチ動作において、症例 4 を除いた他の 4 人の症例では投与後、全部位におけるリーチ動作が可能となった。左側リーチ動作では、症例 1 を除いた他の 4 人の症例で全リーチ動作の実施が可能となっていた。また症例 1, 症例 4 は全リーチ動作の実施は可能とならなかったものの、投与後は投与前と比較してリーチ可能となった部位数が増加していた。

6. 握力とピンチ力(図 7, 8)

握力、ピンチ力ともに全症例において改善が得られ、筋力の増強がみられた。

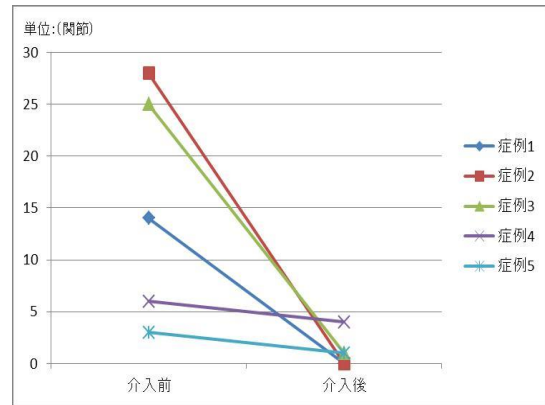


図 2 圧痛関節数の比較

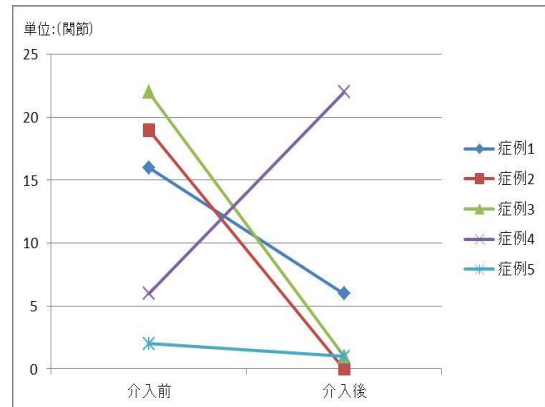


図 3 腫脹関節数の比較

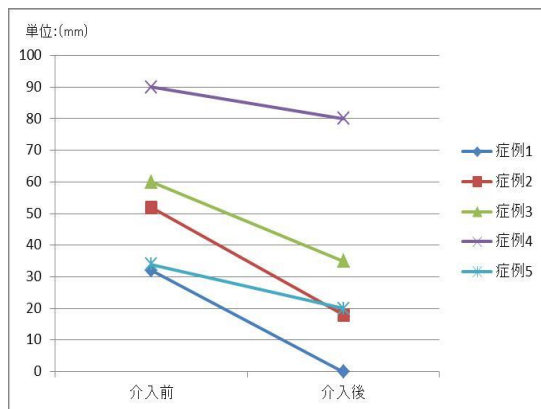


図 1 疼痛 VAS の比較

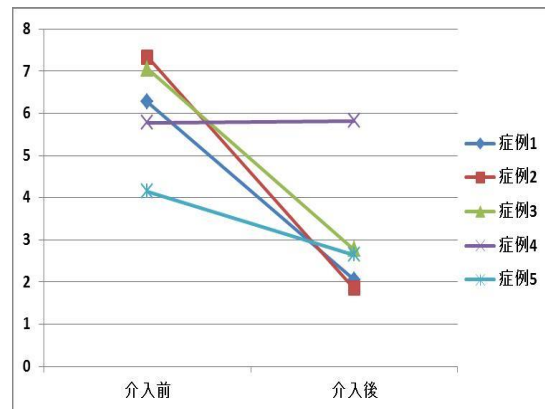


図 4 DAS28-CRP の比較

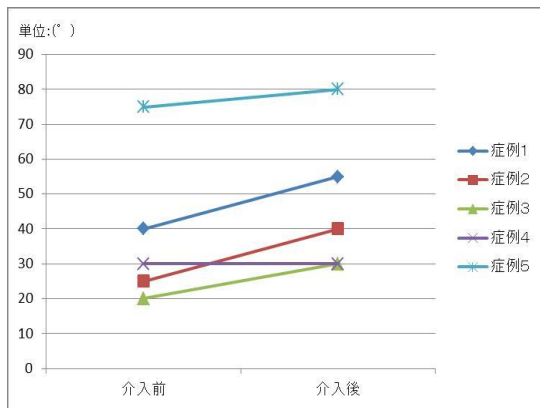


図 5 右側手関節掌屈可動域の比較

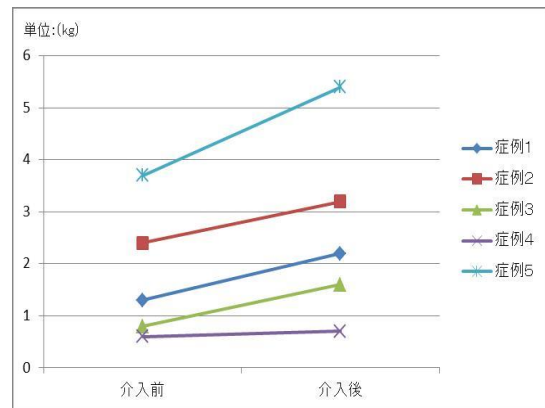


図 8 右側ピンチ力の比較

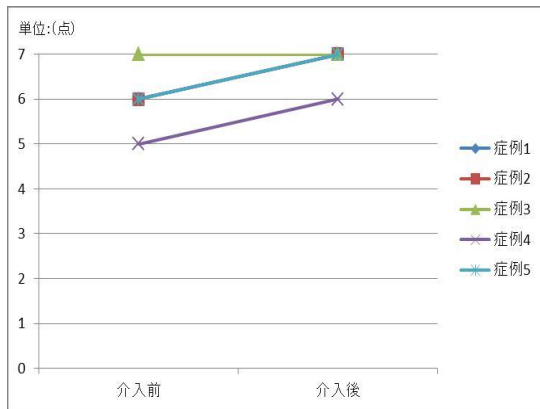


図 6 右側リーチ動作の比較

各部位へのリーチ動作が可能ならば1点、不可能ならば0点とし、合計7点満点で点数化した。

症例 1, 2, 5 では 6 点から 7 点へと同様の改善を示した。

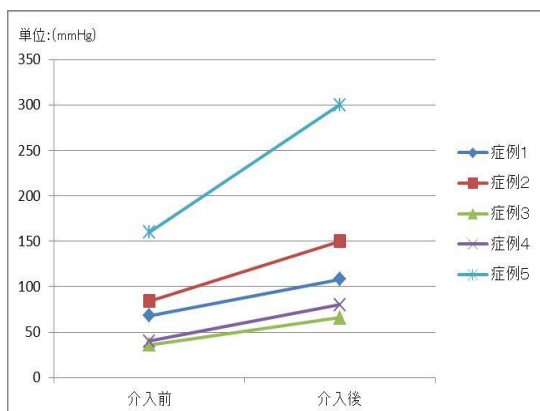


図 7 右側握力の比較

考察

RA 患者の生物学的製剤による ADL 改善の機序について検討した。

1. 炎症反応改善の理由

生物学的製剤は、その種類により作用機序が異なっており、今回の対象のうち 4 人の症例に投与されていたエタネルセプトは炎症性サイトカインである TNF- α を直接的に中和するものである。そしてさらに、IL-1, IL-6, IL-8 の産生抑制も導く。また、症例 4 に投与されていたアバタセプトは、T 細胞の活性化を抑制し、TNF- α , IL-1, IL-6, IL-8 の産生抑制を導くことで疾患活動性を低下させる。したがって、これらの生物学的製剤の作用により、今回の研究では、全症例において CRP の低下が認められ、炎症の鎮静化が得られたと考える。また、この炎症の鎮静化が圧痛関節数の減少、疼痛 VAS の減少にもつながったと考える。エタネルセプトを投与した 4 人の症例においては、腫脹関節数でも改善が認められており、炎症の鎮静化が腫脹の改善にも影響を与えたと思われる。

しかし、アバタセプトの投与であった症例 4 については、介入後に腫脹関節数の増加、DAS28-CRP の増加を招く結果となった。エタネルセプトやアバタセプトの効果発現については van der Heijde D⁴⁾ や Genovese M C⁶⁾ によって報告されているが、今回の症例 4 においては、他の

4 人の症例に比べて、その効果発現が遅かったものとする。DAS28-CRP の算出には腫脹関節数を用いることから、症例 4 で腫脹関節数が増加していたことが、DAS28-CRP の増加にも影響したと思われる。

2. 筋力 (握力・ピンチ力) 改善の理由

握力・ピンチ力の改善が全症例で生じた理由として、炎症の鎮静化により疼痛が改善し、筋出力が発揮されやすくなったことが要因として挙げられる。

また、RA 患者における筋力低下は、炎症性サイトカインによるミオシンの選択的な減少と活性酸素種によるタンパク酸化によるクロスブリッジの張力産生能力の低下が関与している⁷⁾との報告もみられる。このことから、生物学的製剤による炎症性サイトカインの抑制効果が、クロスブリッジの張力産生能力の向上に寄与し、筋力低下を食い止めた可能性も推察される。

3. ROM, リーチ動作改善の理由

今回の研究では、疼痛由来による防御性筋収縮の緩和が得られたために、全症例の右手関節掌屈可動域が増加したと考える。この防御性筋収縮の緩和は、左右リーチ動作においても、5 症例中 4 症例で全リーチ動作を可能とした要因となったと思われる。

一方、右手関節掌屈可動域以外の ROM の改善には統一性がみられていない。これは約 1 か月という介入期間では十分な改善を得るまでに至らなかったことや、骨軟骨破壊の程度が症例により異なっていたことなどの要因が関与していると考えられる。よって、生物学的製剤に対する反応性の違いや、介入以前からの骨軟骨破壊の有無の違いが症例において改善の程度にばらつきを生じさせたと思われる。

4. 上肢機能障害と ADL との関連

水越らの ADL 障害における問題部位と原因の調査では、「タオル絞り」と「ねじ蓋の開閉」動作には手指・手関節の関与が大きく、動作遂行を困難にする主な原因としては筋力低下、次いで痛みであることが述べられている。「爪切り」動作の遂行においても、手指が一番の問題部位とな

っており、筋力低下が大きな原因となっている⁸⁾。したがって、はじめに述べたように、RA 患者が特に問題として挙げている「タオル・ふきを絞る」、「ビン類のフタの開閉」、「爪切り」などの ADL では、握力・ピンチ力の果たす役割が大きいといえる。また、「洗髪」では、問題部位として肩関節・肘関節、原因として可動域制限の関与が挙げられており、頭部へのリーチ機能は動作遂行の大きな要素となっている。

秋山らの報告でも、握力・ピンチ力の低下、リーチ動作の障害、手関節の ROM 制限などの上肢の機能障害は多くの ADL 項目の遂行に関与している⁹⁾ことが述べられており、また佐浦らの報告では、ADL 自立のためには手関節掌背屈は参考可動域の 70% 以上を必要とする¹⁰⁾とされている。これらの報告を踏まえると、握力・ピンチ力やリーチ動作、手関節可動域は ADL 遂行に関する重要因子であり、これらの機能改善の有無が ADL 制限の改善の有無にも反映されると考える。

RA 患者の握力は患者自身の QOL と関連している¹¹⁾ことが明らかとなっているが、握力のみならず、ピンチ力、リーチ動作、手関節可動域の障害の改善においても RA 患者の ADL を改善し、QOL を向上させ得ることが示唆される。

5. 生物学的製剤による ADL 改善の機序

RA 患者において生物学的製剤の投与が行われると、炎症の鎮静化が得られ、炎症に伴い生じていた疼痛や腫脹も改善される。疼痛、腫脹が軽減したことで、ADL との関連が強い ROM や筋力も改善することとなり、その結果、ADL 制限が改善されると考える(図 9)。

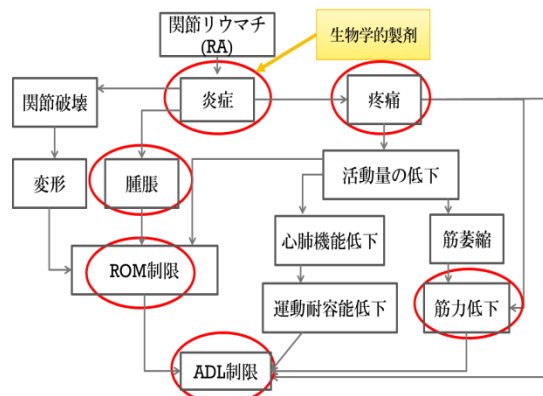


図 9 RA 患者の ADL 低下のメカニズムと生物学的製剤の作用点

結論

今回の5症例での検討から、RA患者に対する生物学的製剤の投与は炎症の抑制につながり、疼痛、筋力(握力・ピンチ力)低下、ROM制限を改善することが客観的指標により示された。また、これらの上肢機能の向上がADL改善につながることが示唆された。

おわりに

今回の研究から、RA患者のADL能力を正確に捉えるためには、治療前後においてRA患者の身体機能の変化を客観的指標により把握することが重要であるといえる。したがって、理学療法士は適切な時期での評価を行い、得られた情報を患者や他職種の医療従事者と共有することで、治療に対する意欲の維持・向上、病態像の把握に努める必要があると考える。

参考文献

- 1) 荒木秀明, 岡一, 他: 運動器疾患の理学療法. 神陵文庫, 2010, pp. 309-325.
- 2) 社団法人リウマチ友の会: リウマチ白書. 障害者団体定期刊行物協会, 東京, 2005, pp. 70-75.
- 3) 市田久恵, 山中寿: 関節リウマチにおける薬物療法. 最新薬物療法の実践. 2011;04:30-34
- 4) van der Heijde D, Klareskog L, et al.: Patient reported outcomes in a trial of combination therapy with etanercept and methotrexate for rheumatoid arthritis: the TEMPO trial. Ann Rheum Dis. 2005;65:328-334.
- 5) 三輪裕介, 穂坂路男, 他: 関節リウマチ患者に対する生物学的製剤の有効性はQOL, 抑うつ状態に影響を及ぼすか. Jpn J Psychosom Med. 2012;52:309-314.
- 6) Genovese M C, Schiff M, et al.: Efficacy and safety of the selective co-stimulation modulator abatacept following 2 years of treatment in patients with rheumatoid arthritis and an inadequate response to anti-tumour necrosis factor therapy. Ann Rheum Dis. 2008;67:547-554.
- 7) 山田崇史: 関節リウマチにおける筋力低下のメカニズムとその対策. 日本基礎理学療法学雑誌. 2011;15(2):9-16.
- 8) 水越真優美, 石川肇, 他: 関節リウマチ患者の上肢ADLの評価の実践. リウマチ科. 2004;32:443-448.
- 9) 秋山仁美, 椿原彰夫, 他: 関節リウマチ, ADL・IADL・QOL, 金原出版, 2004, pp. 153-161.
- 10) 佐浦隆一, 伊藤智永子: 上肢障害のメカニズムとADL. JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION. 2006;15:406-412.
- 11) 西林保朗: リウマチのエクササイズ. RA&セラピー. 2000-11;6:4-12.

(指導教員 折口智樹)

最後に、生物学的製剤の投与は障害関節数の減少、身体機能の向上につながる事が明らかとなったが、加えて理学療法を実施することでRA患者の更なる機能向上を図り、より良い治療目標を目指すことが理学療法士として求められていると考える。

謝辞

本研究において、ご指導とご協力をいただいた患者様ならびに運動障害リハビリテーション研究室の諸先生方に厚くお礼申し上げます。