肺サルコイドーシスを有した脛骨高原骨折術後1症例に対する全身持久力トレーニングの効果

Effectiveness of Physical Fitness Training for a Patient with Tibial Plateau Fracture and Pulmonary Sarcoidosis: A Case Study

大原 佳孝¹⁾ 池田 耕二²⁾ 高橋 昇嗣¹⁾ 池田 秀一¹⁾

YOSHITAKA OHARA, RPT¹⁾, KOJI IKEDA, RPT, PhD²⁾, SHOJI TAKAHASHI, RPT¹⁾, SHUICHI IKEDA, MD¹⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Ikeda Hospital: 1-9-28 Houji, Higashiosaka-shi, Osaka 577-0805, Japan TEL +81 6-6721-0151
E-mail: finding_locus@yahoo.co.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Osaka Yukioka College of Health Science

Rigakuryoho Kagaku 32(3): 449-453, 2017. Submitted Nov. 21, 2016. Accepted Feb. 2, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to reveal the effectiveness of physical fitness training for a patient with tibial plateau fracture and pulmonary sarcoidosis. [Subjects and Methods] The subject was a 65-year-old female with both tibial plateau fracture and pulmonary sarcoidosis. The results of the respiratory function test, cardiopulmonary exercise test and Nagasaki University respiratory activities of daily living questionnaire (NRADL) at the start of the intervention and after 2, 5 and 8 months of physical fitness training were compared. [Results] The results indicated that the physical fitness training improved the patient's exercise tolerance, NRADL, and range of activity. [Conclusion] This study suggests the effectiveness of physical fitness training for a patient with tibial plateau fracture and pulmonary sarcoidosis.

Key words: pulmonary sarcoidosis, tibial plateau fracture, physical fitness training

要旨:〔目的〕肺サルコイドーシスを有する脛骨高原骨折術後患者1症例に対する全身持久力トレーニングの効果を明らかにすること。〔対象と方法〕肺サルコイドーシスを有する脛骨高原骨折術後の女性、65歳の患者1症例であった。症例研究法を用いて、初期評価と2、5ヵ月（中間評価）、8ヵ月後（最終評価）の肺機能検査、心肺運動負荷試験（CPX）、長崎大学呼吸器疾患日常生活活動評価表（NRADL）の結果を比較した。〔結果〕症例の運動耐容能、NRADLは改善し、生活範囲の拡大が認められことから、全身持久力トレーニングの有効性が認められた。〔結語〕脛骨高原骨折術後患者1症例に対する全身持久力トレーニングの効果が明らかとなった。

キーワード: 肺サルコイドーシス、脛骨高原骨折、全身持久力トレーニング

¹⁾ 池田病院 総合リハビリテーションセンター：大阪府東大阪市宝持1-9-28（〒577-0805）TEL 06-6721-0151

²⁾ 大阪行岡医療大学 医療学部 理学療法学科

I. はじめに

平成23年の厚生労働省の発表によると、身体障害の種類別の統計では、脳疾患や骨・関節疾患などの肢体不自由な次いで、心臓、呼吸器疾患などの内部障害が多い。さらに内部障害は65歳未満では25万人、65歳以上では78万人以上となっており、加齢に伴いその有病率は高くなっている¹⁾。我々も当院にて、整形外科疾患患者173名（平均年齢 71.6 ± 17.1 歳）に対して、内部障害の有病率を調査したところ約75%を示した²⁾。これらは整形外科疾患患者であったとしても、高齢者を基盤とする場合には積極的に内部障害を評価し、それに対する理学療法を実践する必要性を示唆している。そこで我々は、必要に応じて医師の指示のもと、心肺運動負荷試験（Cardio pulmonary exercise test：以下、CPX）などを活用し、圧迫骨折や人工骨頭置換術後などの整形外科疾患患者に対しても、心機能や呼吸機能、運動耐容能などを評価し、理学療法を実践してきた。また、ケアが中心となる特発性間質肺炎患者1症例に対しても、病型に合わせて客観的な評価を行い、適切な全身持久力トレーニングを実践すれば、運動耐容能の向上に寄与できることを報告してきた³⁾。

我が国は超高齢社会を迎え、生活習慣病や慢性疾患、あるいは重複障害などが多くなっていくといわれている^{4,5)}。そのため理学療法においても、対象疾患だけでなく機能面、心理・社会面を評価した包括的なアプローチが必要とされる。我々はこれを地域病院に求められる一つの姿勢として位置づけ、包括的理学療法（Comprehensive Physical Therapy）と提言してきた⁶⁾。

こうした経緯の中で、我々は肺サルコイドーシスを有する右脛骨高原骨折術後患者1症例の理学療法を経験した。肺サルコイドーシスは、病態の進行により呼吸機能障害が出現し、日常生活が制限される疾患である⁷⁾。本症例の場合は、肺サルコイドーシスの病態は安定していたが、骨折術後の身体機能の回復により活動範囲が広がるにつれ、息切れなどの症状がみられた。そのためCPXによる心肺機能などの評価に基づく、適切な運動負荷によるトレーニングの立案がもてめられた。そこで今回、本症例に対してCPXによる客観的な評価を行い、運動制限因子を特定し、適切な運動処方のもとで全身持久力トレーニングを実施し、生活範囲を拡大させることができた経験から全身持久力トレーニングの有効性を報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、診断名が右脛骨高原骨折である65歳の女性であった。現病歴は平成25年7月にバイクで転倒し、当院へ搬送され、観血的整復固定術が施行された。既往

歴には、平成19年肺サルコイドーシス、平成22年左大腿骨頸部骨折、平成23年左大腿骨頸部骨折を転倒により受傷していた。入院前ADLは自立していたが、疲労感のため外出は最小限であった。理学療法経過は平成25年7月から介入となり、退院に向け、関節可動域運動、筋力増強運動、歩行練習などを行い、10月には屋内杖歩行まで歩行能力は改善した。しかしながら、安静時から咳嗽、また約40m歩行後には経皮的動脈血酸素飽和度（Percutaneous Oxygen Saturation：以下、SpO₂）の低下を伴わない息切れが認められた。本症例は外出時、特に買い物へ出かけることに不安を訴えていたので、詳細な呼吸機能評価を行うこととした。なお、入院時には肺サルコイドーシスに対するステロイドなどの薬物療法は行われておらず、他院の呼吸器内科にて定期受診を受け経過観察となっていた。

2. 方法

研究デザインは症例研究法とした。評価項目は、呼吸機能検査、CPX、長崎大学呼吸器疾患日常生活活動評価表（Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire：以下、NRADL）⁸⁾を採用した。平成25年10月を初期評価とし、2ヵ月後、5ヵ月後を中間評価、8ヵ月後を最終評価としたうえで、それぞれの結果を比較検討した。なおCPXは、日本体力医学会監訳の運動処方の指針⁹⁾を参照に、医師立会いのもとで実施した。CPXによる分析では、最大負荷（以下、Peak）、嫌気性代謝閾値（Anaerobic Threshold：以下、AT）時、同一負荷（6分、30 watt）の測定値を用いて、以下の各指標を求めた。

運動耐容能の指標は、運動継続時間、酸素摂取量（Oxygen uptake：以下、 $\dot{V}O_2$ ）とした。換気能の指標は分時換気量（Expiratory Minute Volume：以下、 $\dot{V}E$ ）、一回換気量（Tidal Volume：以下、TV）、呼吸数（Respiratory Rate：以下、RR）、換気効率の指標は、酸素換気当量（Expiratory Minute Volume / Oxygen uptake：以下、 $\dot{V}E / \dot{V}O_2$ ）とした。酸素化の指標は、SpO₂、循環能の指標は、心拍数（Heart Rate：以下、HR）、心拍数予備能（Heart Rate Reserve：以下、HRR）とし、自覚症状は修正 Borg Scale¹⁰⁾を用いた。

呼吸機能検査は、スパイロシフト（フクダ電子社製）を用いて%肺活量（Percent Vital Capacity：以下、%VC）および一秒率（Forced Expiratory Volume in One Second / Forced Vital Capacity：以下、FEV_{1.0}% = FEV_{1.0} / PVC）を測定した。肺サルコイドーシスの病態については、胸部レントゲン画像にて経時的に観察した。本症例は10月末に退院となったが、自宅でも自転車エルゴメーターによる運動が継続可能であったことから、退院後も経過を追った。

なお、倫理的配慮については、本人に報告の主旨や目的などを十分に説明した上で、同意を得て行った。

III. 結 果

1. 初期評価

初期評価時の身体所見は安静時咳嗽、歩行時に息切れが認められた。また胸部レントゲン画像では、両側肺野で索状影・すりガラス影、肺門部にリンパ腫大が認められた(図1)。呼吸機能検査は、%VCは80%、FEV 1.0%は79.2%であった。

運動耐容能の指標である $\dot{V}O_2$ は13.5 ml/kg/minを示した。これを同年代の基準値24.0 ml/kg/min¹¹⁾をもとに百分率に換算すると、基準値の56.2%であり、運動耐容能の低下が認められた。運動継続時間は7分45秒であった。

運動制限因子としては、換気能に関する指標としてPeak $\dot{V}E$ の低下、AT時の $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ の増加が認められた。Peak $\dot{V}E$ は36.0 l/minであったことから換気量の低下があり、 $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ も40 ml/mlと軽度の換気効率の低下を認めた。酸素化能を示すSpO₂は最大負荷時に95%を示した。循環能に関する指標としては、HRRの低下が認められ、AT到達時間は3分33秒であった。NRADLは呼吸不全患者の疾患特異的な症状を反映した評価とされている⁸⁾が、本症例では移動、階段、外出の項目で動作速度の低下、息切れなどが認められており、100点満点中74点であった(表1)。

初期評価時の問題点としては、歩行、階段昇降時の呼吸困難感、運動耐容能低下、ADL低下(息切れ、動作速度の制限)があり、退院に向けた関節可動域運動、筋力増強運動、歩行、日常生活動作練習などに加え、次に示す全身持久力トレーニングを実施した。具体的には週6～7回、運動強度はCPXの結果より得られたAT時のwatt数とし、運動時間は20分を3回、自転車エルゴメーターを用いて実施した。運動を休止する基準はAT時のHR(100 bpm)を超えた場合とした。10月末の退院後もホームエクササイズとして上記設定にて、自転車エルゴメーターによるトレーニングを実施した。

2. 中間評価(2ヵ月後、5ヵ月後)

2ヵ月後では、 $\dot{V}O_2$ は15.0 ml/kg/min、運動継続時間は8分48秒と運動耐容能が改善傾向を示した。換気能の指標であるPeak $\dot{V}E$ は39.6 l/min、TVは974 mlであり、換気量も改善傾向を示した。

5ヵ月後には $\dot{V}O_2$ は15.2 ml/kg/min、運動継続時間は10分51秒まで延長を認めた。換気能の指標であるPeak $\dot{V}E$ 、TVも改善傾向にあり、換気効率を示すAT時の $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ は35.2 ml/mlと減少した。AT到達時間は6分18秒と延長しており、循環能の指標であるHRRは33 bpmから12 bpmへと減少し、心拍予備能の改善を認めた(表1)。

この時期には、AT時の負荷量は初期の20 wattから30 wattと増加したため、運動負荷量を30 wattへと変更

図1 初期評価時の胸部レントゲン画像

図2 最終評価時の胸部レントゲン画像

し、運動休止基準はHR110 bpmへと変更した。

3. 最終評価(8ヵ月後)

最終評価時の $\dot{V}O_2$ は16.9 ml/kg/minであり、基準値¹¹⁾に基づき百分率に換算したところ、 $\dot{V}O_2$ は基準値の70.4%まで改善していた。また運動継続時間は11分51秒まで延長していた。運動制限因子の一つであったPeak $\dot{V}E$ は36.0 l/minから43.7 l/minとなり、TVは880 mlから1,147 mlへと増加し、改善を示した。換気効率を示すAT時の $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ は35.3 ml/mlであり、初期評価時と比較して減少し、改善を示した。同一負荷によるTVは769 mlから884 mlへと増加し、RRは39.3回から25.9回へと減少し、換気量増加による呼吸数の減少を示唆した。AT到達時間は3分33秒から6分45秒へと延長し、循環能の指標であるHRRは6 bpmとなり心拍予備能の改善を認めた。ADLについては、歩行、階段の動作速度の改善と息切れの軽減が加点となり、NRADLは85点へと増加し改善を示した(表1)。本人からは「休憩場所を確認するなどの工夫を行いながら、買い物など外出によく出かけている、以前のような不安は少なくなった」という発言もみられた。この時点で、胸部レントゲン画像において著明な変化は認められなかった(図2)。

表1 全身持久力トレーニングに関する各評価の結果

	初期	2ヵ月後	5ヵ月後	8ヵ月後
呼吸機能検査				
% VC (%)	80		81	
FEV1% (%)	79.2		81.5	
CPX at Peak				
時間 (min)	7:45	8:48	10:51	11:51
$\dot{V}O_2$ (ml/min/kg)	13.5	15.0	15.2	16.9
$\dot{V}E$ (l/min)	36.0	39.6	37.7	43.7
TV (ml)	880	974	1044	1147
RR (min)	43.6	41.2	38	41.6
SpO ₂ (%)	95	96	96	97
HR (bpm)	122	133	143	149
HRR (bpm)	33	22	12	6
R	1.2	1.16	1.22	1.25
息切れ (Borg Scale)	1	7	7	8
下肢疲労感 (Borg Scale)	7	7	7	7
CPX at AT				
時間 (min)	3:33	5:24	6:18	6:45
$\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)	8.8	11.7	11.4	12.1
$\dot{V}E$ (l/min)	18.8	23.2	21.6	23.1
TV (ml)	769	822	877	884
RR (min)	22.2	28.4	25.2	24.9
$\dot{V}E / \dot{V}O_2$ (ml/ml)	40	36.6	35.2	35.3
SpO ₂ (%)	98	96	96	97
HR (bpm)	101	115	120	115
Watt	20	25	30	35
CPX at 同一負荷 (6分, 30 watt)				
$\dot{V}E$ (l/min)	26.2	23.2	21.5	21.7
TV (ml)	769	822	877	884
RR (min)	39.3	26.2	23.3	25.9
SpO ₂ (%)	98	95	97	97
HR (bpm)	117	114	116	111
息切れ (Borg Scale)	0	2	0.5	0.5
下肢疲労感 (Borg Scale)	4	1	1	1
日常生活活動				
屋内歩行	杖歩行自立		独歩自立	
NRADL (点)	74		85	

% VC : Percent Vital Capacity, FEV1.0% : Forced Expiratory Volume in One Second/ Forced Vital Capacity, $\dot{V}O_2$: Oxygen uptake, $\dot{V}E$: Expiratory Minute Volume, TV : Tidal Volume, RR : Respiratory Rate, HR : Heart Rate, HRR : Heart Rate Reserve, R : Ratio, $\dot{V}E/\dot{V}O_2$: Expiratory Minute Volume/Oxygen uptake, SpO₂ : Percutaneous Oxygen Saturation, NRADL : Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire.

IV. 考 察

サルコイドーシスの特徴は、炎症細胞が集積し肉芽腫を形成することであり、肺サルコイドーシスでは、胸部レントゲン画像にリンパ節腫大が認められ、0～IVの5期の病期に分類される¹²⁾。本症例の胸部レントゲン画像からは、両側肺野に索状影、すりガラス影、肺門部にリンパ腫大が認められ、病気はⅡ期と判断された。また、今回の運動プログラム実施期間中には胸部レントゲン画

像や呼吸機能検査に著明な変化は認められず、医師とのカンファレンスでも肺サルコイドーシスの病態は安定していると判断されていた。

一方、運動耐容能は、呼吸機能、循環機能、筋代謝能といった複数の因子により規定される¹³⁾。これらをふまえて、本症例の運動耐容能改善を分析すると、呼吸機能については、換気量、換気効率に改善が認められた。しかし胸部レントゲン画像上では、肺の器質的な改善が認められておらず、換気能の改善が肺の器質的な変化からき

たものとは考えにくかった。Vogiatzis ら¹⁴⁾は、全身持久力トレーニングによる換気量の改善を報告しており、本症例も同様に、換気量とそれに伴う換気効率が改善したものと考えられた。

循環能については、最大負荷時における HRR が 33 bpm から 6 bpm へと改善しており心拍予備能の改善を示した。同一負荷での HR は減少しており、心負荷の軽減が認められ、循環能の改善が示唆された。

筋代謝能については、Spruit ら¹⁵⁾は、肺サルコイドーシス患者の運動耐容能低下の一因として骨格筋機能の低下を報告しているが、本症例でも AT 到達時間は 3 分 33 秒から 6 分 45 秒と延長しており、下肢筋の代謝能の改善が、嫌気性代謝に至るまでの時間を延長させたと考えられた。しかしながら本研究では、筋代謝能の客観的評価は行えていないため、これについては今後の課題となった。

以上より、本症例は呼吸、循環、筋代謝機能が改善し、総合的に運動耐容能も改善したものと考えられた。

その結果、歩行、階段の動作速度の改善、息切れの軽減、外出や買い物に出かけることが可能となり、NRADL が 74 点から 85 点へと改善したと考えられた。外出や買い物時には、適時、休憩を取り入れるという工夫が必要であったが、目標であった買い物は自立し活動機会も増すことができた。

今回、本症例は脛骨高原骨折という整形外科疾患で入院となったが、CPX の結果からは運動耐容能の低下が認められた。肺サルコイドーシスの治療にはステロイドが使用されるが、治療が長期化すると骨粗鬆症などの副作用の危険性が高くなることが指摘されている¹⁶⁾。本症例においても骨の脆弱性、易疲労性が認められており、過去のステロイドなどの薬物療法の影響が示唆された。また問診からは易疲労性、転倒リスク回避のため閉じこもりがちな生活であったことが聴取されており、本症例の運動耐容能低下の背景には、薬物療法の副作用のみならず、転倒による骨折、不活動な生活など、複数の要因が重なりあっていたものと考えられた。Spruit ら¹⁵⁾は、肺サルコイドーシス患者に対する全身持久力トレーニングの効果として、運動耐容能や骨格筋機能などの改善を報告したが、本症例においても同じく運動耐容能が改善し、その結果、生活範囲が拡大していったものと考えられた。

以上のことから、整形外科疾患患者であっても、肺サルコイドーシスのような内部障害を有する場合には、運動耐容能やその運動制限因子などまで視野を広げ、理学療法を実践する意義が示唆された。

最後に、これからの超高齢社会では、重複障害を有する高齢者が多くなるといわれており⁴⁾、包括的なアプローチの重要性はさらに増していくと思われる。しかしながら、現在、重複障害患者の障害像やそれに対する理

学療法の効果などがすべて明らかになっているわけではない。また、疾患別にエビデンスがあったとしても現場の医療や社会制度などの枠組みが整備されていないために、理学療法による予防的かつ長期的介入が困難な場合も多い。よって、これらについては今後の大きな課題であると思われる。

引用文献

- 1) 厚生労働省：平成 23 年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）。http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/seikatsu_chousa.html（閲覧日 2016 年 11 月 10 日）。
- 2) 大原佳孝、池田耕二、吉富滋洋・他：整形外科疾患患者における内部障害有病率に関する実態調査。大阪府理学療法学会大会学会誌，2014，26：52。
- 3) 大原佳孝、池田耕二、北川紗也佳・他：特発性器質性肺炎患者に対して積極的呼吸理学療法を実施した症例—特発性間質性肺炎における病型分類別呼吸理学療法の可能性—。理学療法科学，2015，30：135-139。
- 4) 上月正博：重複障害のリハビリテーション。三輪書店，東京，2015，pp2-23。
- 5) 大内尉義（編）：標準理学療法学・作業療法学・老年学—第 4 版。奈良 勲・他（シリーズ監修），医学書院，東京，2015，pp301-319。
- 6) 大原佳孝、池田耕二：これからの地域社会から求められる理学療法士像を考える。理学療法ジャーナル，2015，49：1058。
- 7) 藤本主作：サルコイドーシスの呼吸機能。日本サルコイドーシス／肉芽腫性疾患学会雑誌，2013，33：27-30。
- 8) 日本呼吸管理学会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，日本理学療法士協会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会（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，p170。
- 9) American College of Sports Medicine：運動処方—運動負荷試験と運動プログラム—原著第 7 版。日本体力医学会体力科学編集委員会（監訳），南江堂，東京，2006，pp94-114。
- 10) 石川 朗，玉木 彰（編）：内部障害理学療法学—呼吸—。中山書店，東京，2012，p108。
- 11) 道免和久，眞淵 敏，高橋紀代（編）：包括的呼吸リハビリテーション。MC メディカ出版，大阪，2006，pp260-262。
- 12) 医療情報科学研究所（編）：病気がみえる Vol4 呼吸器。メディックメディア，東京，2011，pp138-143。
- 13) 郡司篤晃，鈴木洋児，川久保清：身体活動と不活動の健康影響。第一出版，東京，1998，pp40-73。
- 14) Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C: Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. Eur Respir J, 2002, 20: 12-19。
- 15) Spruit MA, Wouters EF, Gosselink R: Rehabilitation programmes in sarcoidosis: A multidisciplinary approach. Eur Respir Mon, 2005, 32: 316-326。
- 16) 玉田 勉：サルコイドーシスの骨・関節・筋肉病変。日本サルコイドーシス／肉芽腫性疾患学会雑誌，2013，33：35-42。