

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：35303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11336

研究課題名(和文) 三次元動作解析装置によるパーキンソン病患者の呼吸・咳嗽運動の検討

研究課題名(英文) Respiratory motion analysis of patients with Parkinson's disease using optoelectronic plethysmography

研究代表者

花山 耕三 (Hanayama, Kozo)

川崎医科大学・医学部・教授

研究者番号：80189589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：パーキンソン病患者の呼吸運動の解析を三次元動作解析装置と表面筋電図を用いて行った。比較的進行していない患者でも健常者に比べ肺活量等のパラメータが有意に低かったが、深呼吸時の胸腹部の寄与割合については両者に明らかな差を認めなかった。深呼吸中の肋間筋と腹筋群の活動に関しては、健常者では吸気相、呼気相とも終末にかけて筋電量が有意に増加したが、患者では認められなかった。深呼吸の呼吸運動パターンには差がないものの筋活動で差を認め、状況に応じて呼吸筋が有効利用されていない可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

パーキンソン病は神経難病の中では患者数が多く、さらに増加傾向にある。その死因として誤嚥性肺炎が多いが、これには嚥下障害に加えて、気道クリアランスの低下が影響する。誤嚥性肺炎予防には肺活量と呼吸筋力を維持することが重要であるが、本研究より呼吸筋の利用が不十分であるとの結果が得られた。今後は効果的な呼吸筋トレーニング法を開発し、早期より応用することが肺合併症予防に有効である可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文)：A three-dimensional motion analysis device and surface electromyography were used to analyze the respiratory movements of patients with Parkinson's disease.

The patients had significantly lower vital capacity and other parameters than healthy subjects, but there was no clear difference between the two in terms of the contribution ratio of chest and abdomen during deep breathing. Regarding intercostal and abdominal muscle activity during deep breathing, myoelectric activity increased significantly toward the end of both inspiratory and expiratory phases in healthy subjects, but not in patients. Although there was no significant difference in respiratory movement patterns during deep breathing, there was a difference in muscle activity, suggesting the possibility that respiratory muscles were not utilized effectively depending on the situation.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：呼吸リハビリテーション 神経筋疾患 パーキンソン病 リハビリテーション 呼吸

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 呼吸リハビリテーションは、慢性閉塞性肺疾患をはじめとする呼吸器疾患のみならず、多くの疾患で必要とされているが、近年神経筋疾患や脊髄損傷においても重要とされ、注目を集めている。これらの疾患では、胸郭の可動性の維持や気道クリアランスのための運動学的アプローチが重要視されている。

(2) パーキンソン病 (Parkinson's disease; 以下 PD) 患者の死因としては誤嚥性肺炎が多い。誤嚥性肺炎の発症には、摂食嚥下障害に加えて咳嗽能力の低下が関与しているが、PD 患者における咳嗽能力低下の原因は、他の神経筋疾患にみられる呼吸筋力低下、胸郭可動性の低下に加え、PD の特徴である筋強剛や変換運動障害、寡動が関与している可能性が指摘されている。また、PD 患者では、疾患の進行とともに体幹前屈姿勢をとるようになるが、これは呼吸運動に不利にはたらくと考えられる。PD 患者の呼吸運動障害には、他の神経筋疾患にみられる呼吸筋力低下、胸郭可動性の低下に加え、ここに述べた要因が関与している可能性があるが、その病態について十分な検討はなされていない。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は PD 患者の胸腹部の運動を三次元動作解析によって評価すると同時に呼吸筋の表面筋電図を記録することにより、PD 患者の呼吸運動障害の特徴を明らかにすることである。これにより誤嚥性肺炎の予防や呼吸機能改善のための効果的なりハビリテーションにつなげる知見が得られることが期待される。

PD 患者の拘束性換気障害の要因は廃用性の胸郭可動域低下、呼吸筋力低下に加えて、体幹運動の減少が肺活量を低下させている、筋強剛による拮抗する呼吸筋の不随意的な活動が吸気、呼気を阻害している、という仮説を立て検証することとした。

### 3. 研究の方法

(1) Optoelectronic plethysmography (OEP) による胸腹部体積変化測定法

OEP は VICON (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, UK) を用い、計測用の赤外線反射マーカを Cala et al の方法を参考に胸腹部前面、背面、左右の腋窩中線上に各 5 個の計 80 個設置した。すなわち、マーカ設置の基準となる水平線は鎖骨、胸骨角、乳頭、剣状突起、肋骨の下縁、臍、および上前腸骨稜とした。垂直線は正中線、前後の腋窩線、正中線と前腋窩線の間の中点、正中線と後腋窩線との間の中点、および中腋窩線に設定し、それらの交差する点にマーカを設置した。これを 8 台の赤外線カメラで撮像した。

(2) PD 患者の呼吸運動の特徴と関連する因子の検討

川崎医科大学附属病院脳神経内科に通院または入院をしていた呼吸器疾患や脊髄疾患の既往のない男性 PD 患者および年齢と body mass index をマッチさせた健常男性を対象とした。

患者基本情報と基礎データ

基本データとして年齢、身長、体重、利き手、生活歴、既往症、現病歴、病歴経過、服薬情報を聴取する。また身体データとしては一般身体所見、四肢・体幹の関節可動域、脊柱のアライメント、筋力、固縮、呼吸困難の程度、UPDRS、座位時の姿勢評価を収集する。

スパイロメトリー

Autospiro AS-507 (ミナト医科学) を用いて肺活量、1 秒率、咳のピークフローを測定した。

OEP と表面筋電図

OEP は前述した方法で被検者に安静呼吸と深呼吸を行わせ、赤外線カメラで撮像したマーカの変位を専用ソフトウェアを用いて座標データに変換した。データ解析ソフトウェアを用いて安静呼吸時、深呼吸時の胸腹部全体の体積変化量や上部胸郭、下部胸郭、腹部に分けた体積変化量を計算し、PD 群とコントロール群において呼吸時の胸腹部全体に対する上下部胸部と腹部の比率を比較した。また深呼吸中の脊柱角度の変化量を計算し 2 群で比較した。

OEP と同時に右第二肋間筋、右腹直筋、右外腹斜筋上の皮膚に表面電極を貼付し、筋電計 (MEB-9104, 日本光電, 東京) を通して得た波形を A/D 変換し記録した。正規化した筋電図データを吸気時と呼気時に分け、深呼吸に関しては吸気時と呼気時を 4 等分し、筋活動量の変化を検討した。

### 4. 研究成果

#### (1) 対象者

対象は、53 歳から 79 歳の PD 患者男性 7 名と、健常男性 7 名であった。PD 患者の重症度は Hoehn-Yahr 分類で 度 5 人、度 1 人、度 1 人だった。

#### (2) 結果

スパイロメトリーに関しては、PD 群では肺活量、咳のピークフローが有意に低かった。1 秒率には有意差を認めなかった。

安静呼吸中の胸腹部全体に対する上下部胸部と腹部の比率は PD 群では腹部の割合が大きく、

コントロール群では上部胸郭の割合が大きかった。深呼吸においては各分画の比率は2群間で明らかな差を認めなかった。深呼吸中の脊柱の角度変化量は2群で明らかな差を認めなかった。筋活動量に関しては安静呼吸の第二肋間筋において吸気相・呼気相ともにPD群がコントロール群よりも正規化された筋電量が大きかった。コントロール群では深呼吸の吸気相の第二肋間筋と呼気相の腹直筋と外腹斜筋において吸気の開始から終末にかけて、および呼気の開始から終末にかけて筋電量が有意に増加したが、PD患者では有意差は認められなかった。また、拮抗筋の発火という筋強剛による可能性がある所見は明らかでなかった。

### (3) 考察

本研究のPD患者7名のうち5名はHoehn-Yahr病期に分類され、良好なコントロールが得られていた。このような患者群においては、安静呼吸時に腹部の変化率がコントロール群より大きかったが、深呼吸時の脊柱角の変化量、深呼吸時の胸腹部各分画の容積変化率にはコントロール群と比較して有意差は認められなかった。今回計測したPD患者においては安静呼吸時に腹部優位であることが示された。PD患者では腹部より胸郭が相対的に硬い可能性があるが、健常者では胸式呼吸と腹式呼吸の両方が見られ、症例数が少なかったため、この結果についてはさらに検討が必要である。呼吸機能検査中、健常人が深呼吸をする際に体幹を前後に動かす様子がよくみられることから、PD患者では体幹の動きが低下することが換気量の低下の一因ではないかと推測したが、深呼吸時の脊柱の角度変化量は2群間で有意差を認めなかった。本研究では、筋強剛を筋電の所見としてとらえることは困難であった。しかし、PD群ではコントロール群に見られた吸気・呼気終末期にかけての呼吸筋活動が増加するという特徴がみられなかったことから、吸気・呼気時の筋の使用が不十分であることが示された。本研究で得られた知見は、PD患者に対する呼吸リハビリテーションの呼吸運動の指導に活用できる可能性があると考えられる。なお、咳嗽能力には吸気、呼気運動の他に咽喉頭機能も関与するが、本研究では明らかにできず、本研究の限界として今後の課題としたい。

### 参考文献

Cala SJ et al: Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. J Appl Physiol 1996; 81: 2680-2689

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yasunaga M, Hanayama K, Metani H, Hyodo M	4. 巻 48
2. 論文標題 Kinesiological evaluation of respiration in patients with Parkinson's disease using optoelectronic plethysmography	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kawasaki Ked J	6. 最初と最後の頁 119-130
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11482/KMJ-E202248119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 花山耕三
2. 発表標題 神経筋疾患の呼吸障害とリハビリテーション医療
3. 学会等名 第58回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安永雅、目谷浩通、花山耕三
2. 発表標題 脊柱角度変化が呼吸運動に与える影響
3. 学会等名 第30回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 花山耕三
2. 発表標題 神経筋疾患・脊髄損傷の呼吸障害とリハビリテーション医療
3. 学会等名 第57回日本リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安永 雅、目谷 浩通、花山 耕三
2. 発表標題 姿勢が呼吸運動に与える影響 -三次元動作解析装置を用いた評価-
3. 学会等名 第57回日本リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hanayama K
2. 発表標題 Rehabilitation Issues in Neuromuscular Disease; Overview.
3. 学会等名 13th World Congress of ISPRM (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 花山耕三
2. 発表標題 神経・筋難病と呼吸リハビリテーション
3. 学会等名 第56回日本リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 花山耕三
2. 発表標題 神経筋疾患のリハビリテーション医療
3. 学会等名 第59回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安永雅、目谷浩通、花山耕三
2. 発表標題 三次元動作解析装置によるパーキンソン病患者の呼吸運動の評価
3. 学会等名 第59回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	関 聡介 (Seki Sosuke)  (10341124)	川崎医科大学・医学部・講師  (35303)	
研究分担者	目谷 浩通 (Metani Hiromichi)  (30330583)	川崎医科大学・医学部・准教授  (35303)	
研究分担者	山本 五弥子 (Yamamoto Sayako)  (60551215)	川崎医科大学・医学部・講師  (35303)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	安永 雅 (Yasunaga Masashi)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	兵頭 昌樹  (Hyodo Masaki)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関