

# スモン患者における呼吸リハビリテーション中の心拍変動を用いた自律神経機能評価

中村 健 (横浜市立大学医学部 リハビリテーション科学教室)

西郊 靖子 (横浜市立大学医学部 リハビリテーション科学教室)

## 研究要旨

スモン患者 4 例に徒手の呼吸介助を行い、その間の循環動態変化を測定しコントロール群 10 例と比較検討した。プロトコールは 10 分間の安静臥症後、5 分間徒手の呼吸介助を行い、再度 10 分間安静臥症を行った。その間、頭部血流評価として無侵襲経頭蓋的脳内酸素飽和度モニターによる酸素飽和度 (rSaO<sub>2</sub>%)、ヘモグロビンインデックス (Hbl ratio)、血圧 (mmHg)、心拍数 (beat/m)、経皮的二酸化炭素モニターによる二酸化炭素分圧 (tcPCO<sub>2</sub> mmHg)・酸素飽和度 (SaO<sub>2</sub>%)、および自律神経機能として心拍変動 (使用指標 LF msec<sup>2</sup>, HF msec<sup>2</sup>, L/H ratio) を測定した。結果は、コントロール群に比べスモン群は、頭部血流、酸素飽和度、二酸化炭素分圧、それぞれの指標変化が少なかったが、徒手の呼吸介助後の血圧変化が大きかった。自律神経機能指標は、絶対値は低く、呼吸介助による変化の回復が遅延した。スモン群では何らかの自律神経機能異常があり血圧の変化が生じやすいと予想された。

## A. 研究目的

従来スモン患者の呼吸機能に関する研究は多く、呼吸器疾患のかかりやすさや、咳嗽力や換気機能低下を指摘している。報告者すべてが、結論として呼吸訓練の必要性について記載している<sup>1),2),3)</sup>。そこで今回呼吸リハビリテーション (徒手の呼吸介助) 中の呼吸・循環動態の変化を測定したので報告する。

## B. 研究方法

対象は循環器・呼吸器合併症のないスモン 4 症例 (女性 4 例、平均年齢 78±5 歳) である。コントロール群は、健康なボランティア 10 例 (女性 7 例、平均年齢 40.7±18) である。

方法は、モニター装着後 10 分間の安静臥床後、5 分間の徒手の呼吸介助を行い、再度 10 分間の安静臥床を行った。その間に呼吸機能評価として経皮的酸素飽和度と二酸化炭素分圧を測定した。循環動態として血圧、心拍数、頭部血流評価として無侵襲経頭蓋的脳内酸素飽和度モニター、心拍変動を用いた自律神経機

能評価を行った。測定は一日の同じ時間、同じ室温で行い、呼吸介助は同一の施行者で行った。徒手の呼吸介助とは、胸郭運動に合わせて呼気時に他動的に介助し、気道分泌物の移動や呼吸困難感の改善に使用する呼吸リハビリテーションである。

使用した呼吸指標は、経皮的二酸化炭素測定器 (モニタセンテックデジタルモニター、TOKIBO 社) を用いて耳介にセンサを設置して動脈血二酸化炭素分圧 (tcPCO<sub>2</sub>) 酸素飽和度 (PaO<sub>2</sub>) を測定した。測定方法は耳介をモニターで 42 度温め、血流を豊富にし、皮膚の毛細血管床に動脈血を集め赤外線を用いて PCO<sub>2</sub> を測定する原理である<sup>4)</sup>。

血圧と心拍数 (オムロン血圧測定器 収縮期血圧・拡張期血圧・心拍数) は左上肢にて徒手の呼吸開始時と終了時、全検査終了時の 3 回測定した。

頭部前頭葉血流量の指標として無侵襲経頭蓋的脳内酸素飽和度モニター (TOS-R (株)フジタ医科機器社) を使用して局所酸素飽和度 (rSO<sub>2</sub>) ヘモグロビンインデックス (Hbl) を測定した。TOS-R は、近赤外線の

光を投射し、生体局所でのオキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンとの光の吸収スペクトラム差を利用して、酸素飽和度 (rSO<sub>2</sub>%) を計算し、またヘモグロビンの吸光にかかわる濃度の変化をヘモグロビンインデックス (Hbl ratio) として計算する装置である。rSO<sub>2</sub> と Hbl が同時に上昇する例は血流上昇を示し、rSO<sub>2</sub> と Hbl がともに低下する例は血流低下を示す。rSO<sub>2</sub> が低下し Hbl が上昇する例は血流うっ滞を示す<sup>5)</sup>。

三誘導モニター心電図より心拍変動の LF, HF, L/H 指標と呼吸変動を測定した心拍変動測定は、HUT 中に 3 極性心電図を測定し、経時的 R-R 間隔の周波数解析は Tawara ソフト (GMS 社, 東京) を用いておこなった。Tawara は MemCalc 法の解析ソフトであり、MemCalc 法は、時系列データの解析方法で、時間領域の解析として非線形最少に情報による波形の当てはめと、周波数領域の解析としての最大エントロピー法 (Mem) を組み合わせた手法のことである。今回自律神経機能の指標として採用した心拍変動のパラメーターは、一般的に用いられている Low Frequency (以下 LF msec<sup>2</sup> 低周波成分: 0.05~0.15 Hz、血圧変動と関係する、心臓迷走神経系と副交感神経の双方の亢進を示す)、のパワー値、High Frequency (以下 HF msec<sup>2</sup> 高周波数成分: 0.15~0.4 Hz、呼吸変動と関係し、副交感神経機能を反映する)、のパワー値、Low Frequency/High Frequency (以下 L/H ratio: 低周波数成分と高周波数成分とのパワー値の比、交感神経機能を反映する) 比を算出した<sup>6)</sup>。

(倫理面への配慮)

本研究は、横浜市立大学医学部倫理委員会承認を得て行った。被験者に書面を用いて個人情報の保護と研究目的の説明を行い、インフォームドコンセントを得て実施した。データは個人が特定できない記号化を行い、ロックしたパソコン内に保管した。

### C. 研究結果

スモン群、コントロール群ともに、徒手呼吸介助中の身体異常は生じなかった。

全症例 PaO<sub>2</sub> は 100% まで上昇し、PtcCO<sub>2</sub> が 5 mmHg 以上低下し徒手呼吸介助効果を認め呼吸リハビリテーションの有効性を示した。特に tcPCO<sub>2</sub> は

コントロール群の方が優位に低下 (平均 8mmHg 低下) し早期に回復した (終了後平均 6 分で回復)。

収縮期血圧 (mmHg) は、スモン群 1 症例を除いて全症例低下した。スモン群のほうが絶対値変化 {(開始血圧) - (徒手呼吸介助後血圧)} を認めた (スモン群平均 18mmHg 変化、コントロール群平均 6 mmHg 低下)

心拍数はスモン 1 症例を除いて、全症例低下した。スモン群は変化が少なかった。(スモン群平均 2beat、コントロール群平均 6.1beat)

無侵襲経頭蓋的脳内酸素飽和度モニターの指標は、左側センサー (左前頭葉) と右側センサー (右前頭葉) の平均を用いて比較検討した。前頭葉酸素飽和度 (rSO<sub>2</sub>) は、スモン群・コントロール群ともに、徒手呼吸介助にて低下した。ヘモグロビンインデックス (Hbl) も徒手呼吸介助にて全症例低下した。

心拍変動による自律神経機能は、心臓迷走神経機能を示す低周波 (LF) は、呼吸変動と副交感神経機能を示す (HF) および、交感神経機能を示す低周波と高周波の比 (L/H) は、スモン群は、コントロール群に比べて徒手呼吸介助後の絶対値が低かった。また呼吸介助による変化の回復が遅延した。

### D. 考察

スモン患者において、徒手呼吸介助は酸素化の改善には有効だった。文献<sup>7)</sup>と前頭葉脳血流低下より、徒手呼吸介助での吸気アシストは、胸腔内圧を下げ、そのため静脈還流量減少により、1 回拍出量が減少し血圧と心拍数低下が生じていると思われる。しかし、前回発表の 1 症例は今回も血圧・心拍数増加したことは別の要因が生じていると思われる。スモン患者では、自律神経機能の低下と呼吸介助後の回復遅延があり、そのために何らかの異常が生じ、血圧が変化しやすいと思われる。

### E. 結論

徒手呼吸介助はスモン患者において酸素化改善には有効であった。施行中と施行直後は血圧が変動しやすく注意が必要であった。自律神経機能は負荷に対する回復遅延を認めたため施行後 10 分以上の安静が必

要と思われた。

#### G. 研究発表

西郊靖子・水落和也「スモン患者における徒手の呼吸介助中の経皮的二酸化炭素分圧測定」平成27年度厚生労働行政推進調査事業費補助金スモンに関する調査研究

#### H. 知的財産の出願・登録状況

なし

#### I. 文献

- 1) 梅原毅・中江公裕・岩下浩・松岡幸彦・飯田光男・安藤一也, 最近のスモン患者の死亡状況 11年間のコホート調査によるリスク要因の検討, *Dikkyo Journal of Medicinal Sciences*, 29 - 1, 49-55 (2002)
- 2) 川上途行・里宇明元・堀江温子・辻川譲弘・前島早代・大高洋平・藤原俊之・辻哲也・木村彰男, スモン患者の咳嗽力に関する検討, *Jpn Rehabil Med*, 50, 654-657 (2013)
- 3) 岩月宏泰・室賀辰夫, 在宅療養スモン患者の換気機能, *理学療法学*, 19 - 2, 155-161 (1992)
- 4) Tomii Keisuke, Monitoring carbon dioxide tension and arterial oxygen saturation by a single ear-lobe sensor, *呼吸ケア・リハビリ学会誌*, 22 - 2, 182-185 (2012)
- 5) 朝日亨・小林英知・谷澤勝・佐藤洋平・山村晃生・清水剛・石丸新, 脳内酸素飽和度モニターの使用経験, *対外循環技術*, 30 - 3, 285-289 (2003)
- 6) 林博史, 心拍変動の臨床応用 - 生理的意義, 病態評価, 予後予測, 医学書院, 1999
- 7) 千野根勝行, 用手的呼吸介助手技が自律神経反応に与える影響, *川崎医療福祉学会誌*, 24 - 2, 173-179 (2015)