

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：33111

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560287

研究課題名(和文)呼吸介助法と脳活動との関係 - 呼吸リハビリテーションのエビデンスの樹立に向けて -

研究課題名(英文) Relationship between breathing assistance and brain activity - Establishing an evidence of respiratory rehabilitation -

研究代表者

松本 香好美 (MATSUMOTO, Kayomi)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：20586200

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は呼吸介助と脳活動の関係を明らかにすることである。対象は健康成人とし、3つの呼吸条件(通常呼吸、呼吸介助、呼吸介助+深呼吸)にて脳波を測定した。脳波測定は、安静と暗算課題を3回繰り返し行い、後頭部の波パワー平均周波数および暗算課題の正答率を比較検討した。また、研究実施前後に脳疲労感をVisual Analogue Scaleにて測定した。結果、各呼吸条件において波パワー平均周波数に変化はなかった。暗算課題の正答率は通常呼吸において、1回目より2回目の計算の方が有意に減少した。さらに、脳疲労感は通常呼吸と呼吸介助に深呼吸を併用した際に、実施後に脳疲労感が高かった。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to clarify the relationship between breathing assistance(BA) and brain activity. The subjects were healthy adults and electroencephalogram (EEG) were measured with three respiratory conditions (normal breathing, BA, BA + deep breathing). We selected the average frequency of wave power of the occipital region on the EEG, and the rest and mental task were repeated three times, and the correct answer rate of the mental arithmetic task were compared and examined. In addition, the brain fatigue sensation was measured by Visual Analogue Scale before and after the study. As a result, there was no change in the average frequency of wave power in each respiration condition. The correct answer rate of the mental arithmetic task was significantly decreased in the second breath calculation from the first time in normal breathing. And furthermore, the brain fatigue feeling was high after the study in normal breathing and deep breathing combination with BA.

研究分野：内部障害理学療法学

キーワード：呼吸介助 脳活動

1. 研究開始当初の背景

呼吸介助は、呼吸理学療法の中の用手的アプローチの一つであり、①換気の改善、②呼吸仕事量の減少、③呼吸困難の軽減等の目的で慢性閉塞性肺疾患（COPD）等の呼吸器疾患患者に施行する。我々はこれまでに、COPD患者に対し呼吸介助を含めた呼吸理学療法を実施し、呼吸理学療法直後に肺気量が有意に減少したことや呼吸困難感が改善したことを明らかにしてきた（総合リハビリテーション 2004）。また、呼吸理学療法が重症肺気腫患者の呼吸メカニクスに及ぼす影響については、呼吸理学療法は肺気量を減少させ、最大吸気量と肺活量を増加させたが、一秒量は変化しなかったことを報告した（米国胸部学会議 2004）。このように、呼吸介助の効果として、肺機能や呼吸困難感についての報告はあるが、脳活動の観点から検討した報告は少ない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、呼吸介助が脳活動に与える影響を検証し、本手技と脳活動との関係を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 近赤外分光法による大脳皮質局所脳血流量の測定

①対象

対象は文書による同意が得られた健常成人 8 名とした。

②方法

大脳皮質血流量（酸素化ヘモグロビン量：以下 oxy-Hb 量）の測定には、近赤外分光イメージング装置（多チャンネル脳酸素モニター OMM-3000、島津製作所）：以下 fNIRS（functional-near infrared spectroscopy）を使用した。対象者間で測定部位が統一されるように、国際 10-20 法の CZ を基準として送受光プローブ固定用のキャップを頭部に固定し、受光プローブと送光プローブを 3cm 間隔で格子状に配置し、oxy-Hb 量を計測した。また、oxy-Hb 量と頭皮血流量を区別できるように、レーザー組織血流計（OMEGA FLOW FLO-C1、オメガウェーブ社製）のセンサーを

前頭部に設置し、前頭部の頭皮血流も同時に計測した。背臥位にて、15 分間の安静保持の後、呼吸条件の介入前後で暗算課題作業を実施し、介入前後の oxy-Hb 量の変化を計測した。介入条件として、通常呼吸、呼吸介助、呼吸介助+口すぼめ呼吸とし、順番は対象者によってランダムとした。なお、呼吸介助は呼吸理学療法標準手技（医学書院、2008）に記載されている方法に準じて実施した。

(2) 脳波の測定

①対象

対象は文書による同意が得られた健常成人 12 名とした。

②方法

脳波の測定には、8 チャンネル生体アンプ（BA 1008、デジテックス研究所製）を使用した。脳波の測定には対象者間で測定部位が統一されるように、国際 10-20 法の CZ を基準とした。電極位置は前頭極部、前頭部、中心部、後頭部とし、それぞれに皿電極を設置した。脳波の解析は、高速フーリエ変換（FFT）法によってパワースペクトル値を算出後、 α 波帯域成分（8-13Hz）と β 波帯域成分（14-35Hz）、 θ 波帯域成分（4-7Hz）をそれぞれ抽出し、反応を確認の上、後頭部の α 波帯域成分を解析データとした。その理由として、 α 波帯域成分は、正常成人で覚醒、安静、閉眼状態で頭部全般に律動的に出現し、後頭部で優位とされているからである。研究のプロトコルは背臥位にて事前に安静にしたのち、安静、暗算（計算①）、呼吸条件介入、暗算（計算②）、安静、暗算（計算③）の順で経時的に脳波を測定した。安静および呼吸条件介入時は閉眼、暗算課題作業は開眼にて実施した。呼吸条件は、通常呼吸、呼吸介助、呼吸介助+深呼吸とし、順番は対象者によってランダムとした。測定項目は α 波パワー平均周波数、暗算正答率とした。また、3 条件の研究開始前と終了後で Visual Analogue Scale (VAS) にて脳疲労感を測定した。

4. 研究成果

(1) 近赤外分光法による大脳皮質局所脳血流量の測定

前頭前野領域の一部では、暗算課題作業時の oxy-Hb 量は通常呼吸時は変化がなかったのに対し、呼吸介助実施後や口すぼめ呼吸を併用した呼吸介助実施後において実施前に比べ有意に減少した ($p < 0.05$)。また、口すぼめ呼吸を併用した呼吸介助実施中の oxy-Hb 量は通常呼吸中に比べ有意に減少した ($p < 0.05$)。

(2) 脳波の測定

① α 波パワー平均周波数

図 1~3 に各呼吸条件における α 波のパワー平均周波数を示す。各呼吸条件において、有意差はなく、安静時よりも暗算課題作業中の方が α 波パワー平均周波数は高い傾向を示した。また、安静時の方が個体間のばらつきは大きかった。

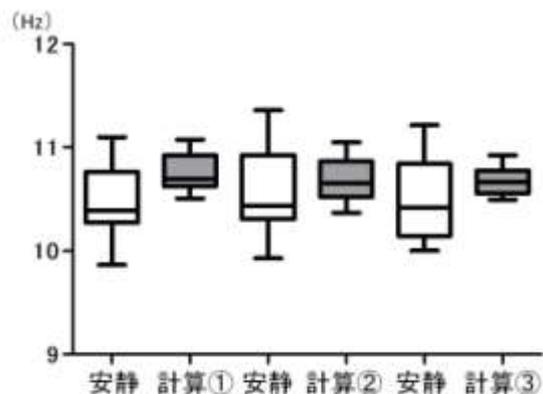


図 1. 通常呼吸における α 波パワー平均周波数

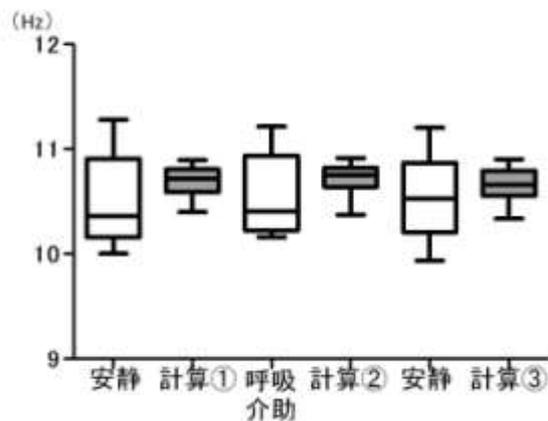


図 2. 呼吸介助における α 波パワー平均周波数

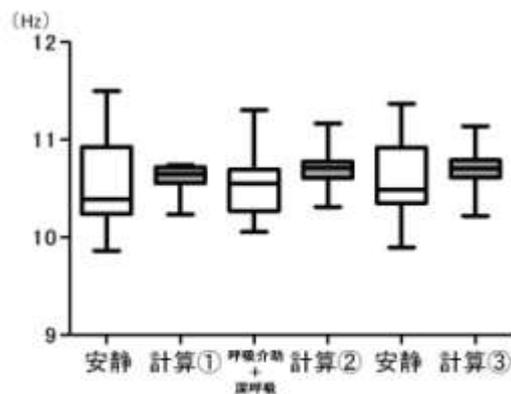


図 3. 呼吸介助+深呼吸における α 波パワー平均周波数

② 暗算正答率

図 4~6 に各呼吸条件における暗算正答率を示す。通常呼吸において、1 回目より 2 回目の計算の方が有意に正答率が減少した ($p < 0.05$)。

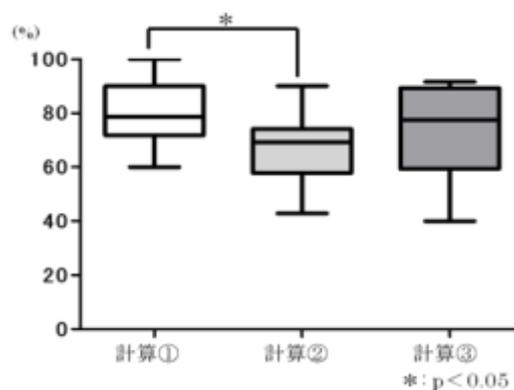


図 4. 通常呼吸における暗算正答率

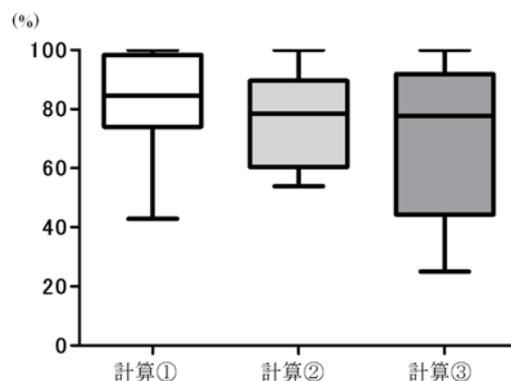


図 5. 呼吸介助における暗算正答率

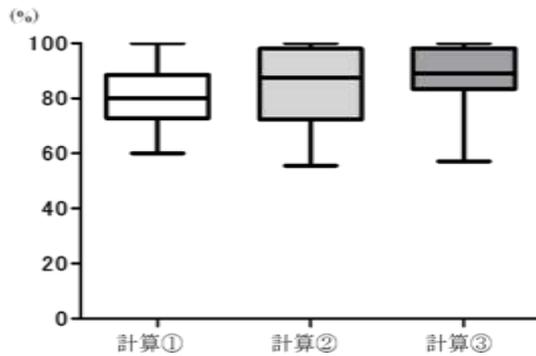


図 6. 呼吸介助+深呼吸における暗算正答率

③脳疲労感 (VAS)

図 7~9 に VAS にて評価した脳疲労感の結果を示す。点数が高いほど、脳疲労感がないことを表わしている。通常呼吸および呼吸介助に深呼吸を併用した際において、研究実施前に比べ実施後の方が有意に点数が減少しており ($p < 0.05$)、脳疲労感があったことを意味している。

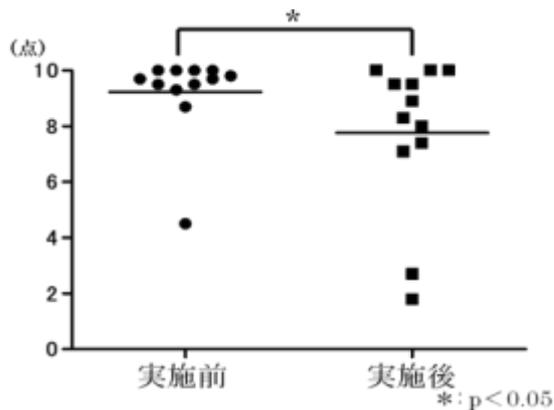


図 7. 通常呼吸における脳疲労感 (VAS)

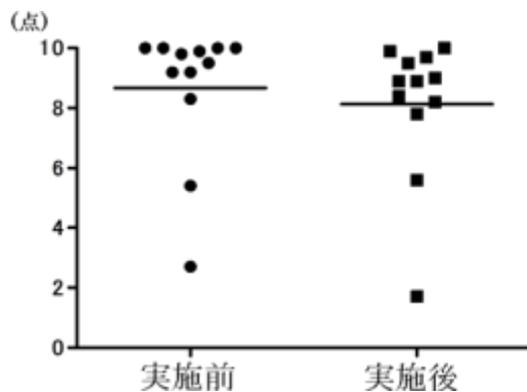


図 8. 呼吸介助における脳疲労感 (VAS)

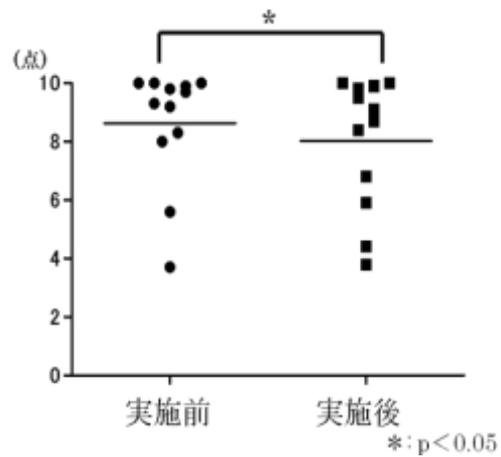


図 9. 呼吸介助+深呼吸における脳疲労感 (VAS)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① Shirai T, Kurosawa H. Clinical Application of the Forced Oscillation Technique, Intern Med, 査読有, 55(6), 2016, 559-66.
- ② 田畑雅央, 黒澤 一. 肺機能検査 (特集 気管支喘息—最新の診断と治療—), 日本臨床, 査読無, 74, 2016, 1640-1649.
- ③ 黒澤 一. 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 版概論, 特集 COPD update, 日本臨床, 査読無, 74, 2016, 728-732.
- ④ 小林 大介, 黒澤 一, 小川 浩正, 他. 健康者に対する吸気粘性抵抗負荷換気応答の解析 呼吸困難を緩和する最適な呼吸指導法について考える, 臨床呼吸生理, 査読有, 47, 2015, 31-35.
- ⑤ 黒澤 一. 呼吸リハビリテーションによる評価法, Monthly Book Medical Rehabilitation, 査読無, 189, 2015, 99-103.
- ⑥ 柴崎篤, 田村弦, 黒澤 一. 強制オシレーション法~適応と臨床的意義~, medicina, 査読無, 52, 2015, 1486-1493.
- ⑦ 黒澤 一. オーバービュー (特集: 内科呼吸器疾患に対するリハビリテーションの

エビデンスと実際), Journal of Clinical Rehabilitation, 査読無, 24, 2015, 434-439.

- ⑧ 黒澤 一. なぜ身体活動性なのか? (特集 COPD の身体活動性をめぐるサイエンス Editorial), 日本呼吸器学会誌, 査読無, 4, 2015, 4-7.
- ⑨ Tanimura K, Kurosawa H, Mishima M, 他. Comparison of two devices for respiratory impedance measurement using a forced oscillation technique: basic study using phantom models, J Physiol Sci, 査読有, 64, 2014, 377-82.
- ⑩ Murakami K, Habukawa C, Kurosawa H, Takemura T. Evaluation of airway responsiveness using colored three-dimensional analyses of a new forced oscillation technique in controlled asthmatic and nonasthmatic children. Respir Investig, 査読有, 52, 2014, 57-64.
- ⑪ 小林大介, 黒澤 一, 飛田渉. 吸気粘性抵抗負荷換気応答における呼吸困難と呼吸パターンとの関係—若年健常者による基礎的検討—, 理学療法歩み, 査読有, 25, 2014, 34-41.
- ⑫ 黒澤 一. 画像でみる COPD 気道閉塞, 内科, 査読無, 113, 2014, 251-255.

[学会発表] (計 16 件)

- ① 松本香好美, 今西里佳, 佐野裕子, 森直樹, 黒澤一. 呼吸介助中の手掌面圧の違いが換気量に与える影響. 第 4 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会東北支部会学術集会, 2016. 7. 2, 仙台市.
- ② K. Matsumoto, R. Imanishi, Y. Sano, N. Mori, H. Kurosawa. Relationships between palm surface pressure and tidal volume during a manual chest physiotherapy, “Breathing assistance”. The 21st Congress of the Asian Pacific

Society of Respiriology, 2016. 11. 13-15, BANGKOK, Thailand.

- ③ Matsumoto K, Kurosawa H, Imanishi R, Sano Y, Mori N. Effects of a respiratory physical therapy technique, “Post-lift”, on tidal volume and thoracic wall mobility. American College of Chest Physicians(CHEST), 2015. 10. 24-28, Montreal, Canada.
- ④ Mori N, Kurosawa H, Yosida M, Hiramoto A, Chiba N, Keitoku T, Matsumoto K, Sano Y, Imanishi R. Effect of Spinal Deformity on Respiratory Function and Gastroesophageal Reflux in Patients With Severe Motor and Intellectual Dysfunction Syndrome. American College of Chest Physicians(CHEST), 2015. 10. 24-28, Montreal, Canada.
- ⑤ 八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 高井遥菜, 松本香好美, 小林量作. 地域住民における随意咳嗽力に関連する因子について～呼吸機能と年齢, 性差に着目して～. 第 15 回日本抗加齢医学会, 2015. 5. 29-31, 福岡市.
- ⑥ 八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 松本香好美, 小林量作. 地域住民における随意咳嗽力に関連する因子について. 第 24 回バイオメカニズムシンポジウム, 2015. 7. 24-26, 新潟市.
- ⑦ 八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 松本香好美, 竹原奈那, 小林量作. 地域住民における随意咳嗽力と呼吸機能の関係. 第 1 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会甲信越支部各術集会, 2015. 9. 5, 新潟市.
- ⑧ 松本香好美, 今西里佳, 黒澤一. 呼吸理学療法手技が換気量と胸郭可動性に与える影響～3 手技の比較～. 第 25 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.

- ⑨宮田花奈, 松本香好美, 今西里佳, 神田美穂, 新飯田達也, 渡辺智也, 黒澤一. シルベスター法の上肢挙上角度の違いが換気量と主観的評価に及ぼす影響. 第25回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.
- ⑩神田美穂, 松本香好美, 今西里佳, 宮田花奈, 渡辺智也, 新飯田達也, 黒澤一. 洗髪動作時の姿勢が胸鎖乳突筋の酸化ヘモグロビン量と酸素摂取量に与える影響. 第25回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.
- ⑪新飯田達也, 松本香好美, 今西里佳, 渡辺智也, 宮田花奈, 神田美穂, 黒澤一. 立位姿勢の違いが外腹斜筋活動量と呼吸に与える影響. 第25回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.
- ⑫渡辺智也, 松本香好美, 今西里佳, 新飯田達也, 神田美穂, 宮田花奈, 黒澤一. 呼吸条件の違いが起立動作時の呼吸補助筋活動に与える影響. 第25回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.
- ⑬八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 松本香好美, 竹原奈那, 小林量作. 喫煙習慣の有無が随意咳嗽力と年齢との相関関係の強さに及ぼす影響. 第25回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会, 2015. 10. 15-16, 浦安市.
- ⑭八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 松本香好美, 竹原奈那, 小林量作. 地域高齢者における随意咳嗽力と呼吸機能, 呼吸筋力, 胸郭拡張差との関連について. 第15回新潟医療福祉大学学術集会, 2015. 10. 31, 新潟市.
- ⑮八幡晶子, 椿淳裕, 八幡はるか, 竹原奈那, 松本香好美, 小林量作. 児童の随意咳嗽力と握力との関係. 第28回新潟在宅呼吸療法研究会, 2015. 12. 12, 新潟市.

- ⑯松本香好美, 今西里佳, 黒澤一. ポストリフトが吸気量と胸郭可動性に与える影響. 第24回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会, 2014. 10. 24-25, 奈良市.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 香好美 (MATSUMOTO, Kayomi)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師
研究者番号: 20586200

(2) 研究分担者

黒澤 一 (KUROSAWA, Hajime)
東北大学・医学系研究科・教授
研究者番号: 60333788

(3) 研究分担者

今西 里佳 (IMANISHI, Rika)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号: 90567190