

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：22101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700211

研究課題名(和文)褒められる等によるポジティブな情動の惹起がヒトの運動パフォーマンスに与える効果

研究課題名(英文)Effects of supporters' appropriate approach on cerebral blood flow dynamics and performance

研究代表者

川野 道宏(Kawano, Michihiro)

茨城県立医療大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：00404905

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、実施した運動課題の評価を被験者が受けることによる被験者の運動関連脳部位賦活への影響を検討し、訓練を受ける患者に対する支援者の適切な働きかけのための考察の一助とすることであった。運動課題実施直後に高評価音を与えられた群は無評価音を受けた群よりも設定したタッピング運動の基準に近いパフォーマンスを示しており、運動を「より上手」にできている可能性が示唆された。また、高評価音・無評価音を受けた群とも、タッピング運動の実施により運動関連脳領域の賦活が示されたが、さらに高評価音を受けた群では前頭前野、扁桃体、眼窩前頭野等の情動関連脳部位において新たな賦活が認められた。

研究成果の概要(英文)：The study aims to examine the influence of movement tasks on the patient's motor-related brain activation, in order to provide material for discussing supporters' appropriate approach to patients who undergo training. Compared to the group that received non-rated tapping, the one that received high-rate tapping just after exercise tasks were implemented showed that the performance rating was similar to the established standards of tapping movement; this suggested that the latter group might have performed the exercise "better." In addition, motor-related brain activation in both groups was shown by the implementation of tapping movement. Furthermore, new activation was observed at the emotion-related brain regions such as the prefrontal cortex, amygdala, and orbital prefrontal cortex in the group that received high-rate tapping.

研究分野：感性工学 看護学

キーワード：ポジティブフィードバック 運動学習

1. 研究開始当初の背景

脳梗塞等により運動麻痺を呈した患者の社会復帰にむけての医療従事者による支援は、機能障害(麻痺そのもの)の治療、日常生活動作(ADL)に対する訓練、2次的問題の治療(筋力低下や関節拘縮)、闘病意欲維持などの精神面への援助、住環境の整備など多岐にわたる。その中で、看護師が関わる支援の代表的なものには、患者の生活面の問題点を見出してより良い方策を取れるように援助することや、治療や訓練が効率的に行われるよう患者の意欲に働きかけることなどが挙げられよう。更衣などの日常生活動作訓練等を行う患者に対し日常的に掛けられる励ましの言葉は、このような支援の1つであり実際に訓練意欲の維持に効果があることも臨床を経験したものなら周知の事実である。しかしながら、これらの現象の科学的根拠については、「意欲」等患者の主観を客観的なデータとして計測・検証することが難しく、今まであまり論じられてこなかった。

近年、医療技術の飛躍的な進歩により非侵襲的にヒトの脳活動を計測することが可能となり、認知や記憶・情動といったこれまで主観として扱われてきた現象を脳血流変化として客観化できるようになった。中でも神経活動に伴う脳血流変化を bold oxygenation level dependent (BOLD)効果により捉える functional magnetic resonance imaging (fMRI)は¹⁾、臨床および研究の場において盛んに使用されている安全評価の確立した計測方法であり、リハビリテーションの分野においても脳梗塞等により麻痺を呈した患者の状態把握や運動機能の回復状況の確認²⁾等、有用な情報が得られるツールとして注目を集めている。また一方で、意欲や情動の発現を司る脳部位の同定も多くの研究者により精力的に進められ³⁾⁴⁾、意欲発現の一端を担う神経回路の解明が日々進められている⁵⁾。

2. 研究の目的

本研究では、臨床における励ましの声掛けが、リハビリテーションを受ける患者の訓練効果にどのような影響を与えるのかを知るための前段階として、健常成人を対象に課題運動実施に対するポジティブフィードバックの有無が運動や意欲を司る脳領域の賦活に与える影響、および実際の運動パフォーマンスに及ぼす影響を検討した。

3. 研究の方法

(1)課題と評価

20秒間の非利き手(左手)第2指のタッピング運動と20秒間の休憩を1セットとして5セットを1課題とした。課題中はテンポおよび圧をできるだけ一定に保つよう被験者に指示した(テンポ: :M.M.=100, 圧:30 mmHg)。姿勢はfMRI撮像を行うことから仰臥位とし、両腕を体幹の横に置き、非利き手の掌を寝台側に向けた。

タッピング運動の評価はテンポおよび圧が一定に保たれたかどうかを基準としていること、以前に行われた50名の成績をデータベースとして、これらと照合して5位以内であればポジティブフィードバックとして高評価音(ピンポン)を、45位以下はネガティブフィードバックとして低評価音(ブー)を次のタッピング運動の直前に提示することを事前に被験者に教示した。また、評価なし及び6位から44位の場合を無評価音(ポン)として示した。ただし実際の実験場面では、どの音を用いるかを研究者側で統制し、高評価音と無評価音のみを使用した。

(2)実験プロトコール

実験は、MRI室外での練習とテスト、MRI室内での課題実施(撮像)、の順番で行った。練習時、被験者は本番と同様の姿勢(仰臥位)を取り、2回の練習にて課題を理解した後、3回のテストを行ない基準値を測定した。テストは研究者側で意図的に、無評価音を連続で与えた。MRI室内での課題実施は、被験者をランダムに高評価群(5名)、無評価群(5名)、の2群に分けて行った。実施時、以下の方法でタッピング運動のテンポ、圧、指先のパフォーマンスを測定した。圧の測定には指先を打ち付ける場所に体圧測定用パットを設置(モルテン社)し、数値を継続的にビデオカメラ(Handycam HDR-CX430 ソニー社)にて記録した。さらに、テンポおよび指先のパフォーマンス解析のため、各指の関節に設置したセンサーで関節の曲がり具合を検知する5DT Data Glove 14 MRI(5DT社)を非利き手に装着して課題を実施した。課題実施はBlock designでfMRIを撮像しながら行った。課題をそれぞれ高評価音を与える回、無評価音を与える回の計2回実施し、それぞれの回についてはカウンターバランスを取るために被験者ごとに順番を入れ替えた。

(3)データ解析

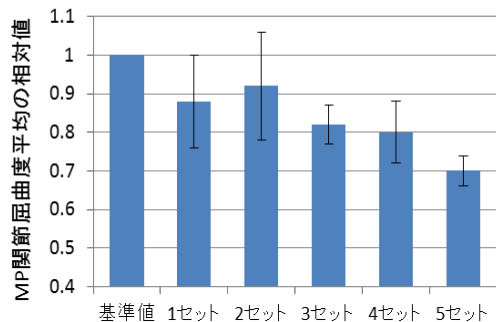
運動パフォーマンスの指標は、第2指MP関節の屈曲度を5DT Data Glove 14 MRIを用いて数値化し、課題実施前に測定したテスト値を基準として課題実施中の屈曲度の平均を相対値として用いた。タッピング運動時と休息時の脳血流動態をfMRI装置により測定したデータの画像処理および統計解析はMATLAB(Mathworks Inc., Natick, MA, USA)とStatistical Parametric Mapping 8 (SPM8)を用いて行った。Realignment, Normalization, Smoothingの順で処理を行い、標準脳に各被験者における課題遂行時の脳賦活座標を求め賦活領域を特定した。各群間の比較は、多重比較補正を用いてそれぞれ解析(corrected $p < 0.1$)した。

4. 研究成果

(1)運動パフォーマンスの比較

MP 関節屈曲度の平均は、有意差は認められなかったものの、高評価時、無評価時ともセット回数増加に伴い基準値よりも低下する傾向を示し、高評価時の方が無評価時に比べ程度が小さい傾向を示した（図1）。

A 無評価時



B 高評価時

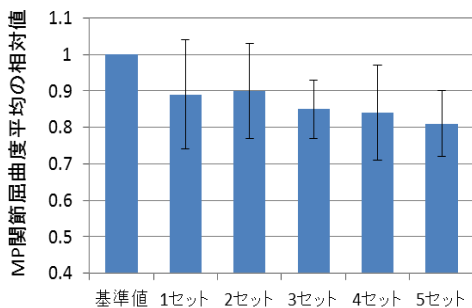


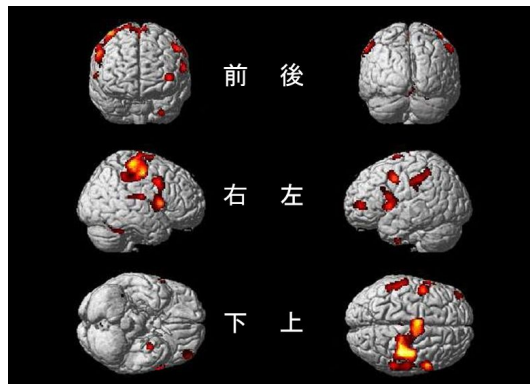
図1 MP 関節屈曲度平均の基準値に対する各セットの相対値

有意差は認められないものの、高評価音を受けた群のほうが無評価音を受けた群よりも、セット回数増加に伴う MP 関節屈曲度の平均値の低下が少ないことが示された。先行研究において、“褒められる”等の高評価を被験者が受けることで運動技能の習得がより高まることが示されているが⁶⁾⁷⁾、本研究においても同様の傾向が認められ、高評価を受けた群は設定したタッピング運動の基準に近いパフォーマンスを示しており、無評価音を受けた群よりも運動を「より上手」にできている可能性が示唆された。

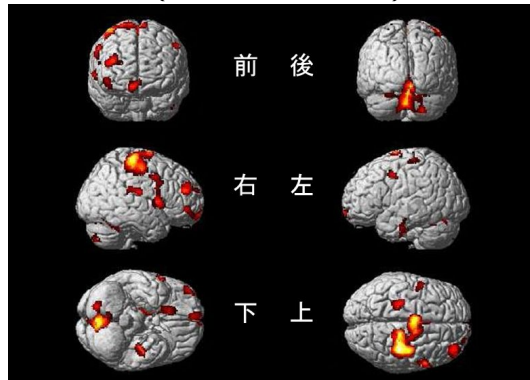
(2)タッピング運動中の脳賦活部位の比較
無評価音を与えられた後のタッピング運動中の主な脳賦活部位は右 Precentral Gyrus (中心前回, 1次運動野), 右 Superior Frontal Gyrus (上前頭回, 運動前野, 補足運動野), 右 Middle Frontal Gyrus (中前頭回, 前頭前野背外側部), 右 Insula (島皮質), Culmen (小脳, 山頂[IV, V]), declive (小脳, 山腹[VI])であった(図2)。高評価音を与えられた後のタッピング運動においては、無評価音後に認められた前述部位のほかに、情動に関連する脳部位として Medial Frontal Gyrus (眼窩前頭野, 前頭前野), Amygdala (扁桃体), N.Accumbens (側坐核)の部位で

新たな賦活が認められた(図2)。

A 無評価時(皮質表面賦活部位)



B 高評価時(皮質表面賦活部位)



C 高評価時(皮質深部賦活部位)

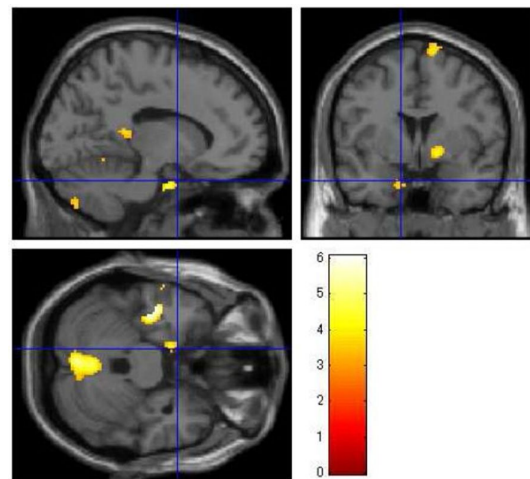


図2 無評価および高評価課題実施時の脳賦活部位

高評価音・無評価音を受けた群とも、タッピング運動の実施により運動関連脳領域の賦活が示され、さらに高評価音を受けた群では前頭前野、扁桃体、眼窩前頭野において新たな賦活が認められた。前頭前野は随意運動や理性的判断等、扁桃体は情動に関連した評価・反応・記憶等に関係し、また両部位は意欲とも関係があることが示唆されている⁸⁾。また、眼窩前頭野は情動や記憶・感覚統合、正の情動発現に基づいた意思決定に関連することが知られている。自分への高評価は社

会的報酬としてこれら脳内報酬系・情動系に作用することが示されており⁹⁾、本実験でも同様の系が賦活され、さらなる報酬を効率的に得ようとし情動発現に基づいた意思決定や理性的判断の関連部位が働いた可能性が示唆された。

脊髄損傷を起こしたサルを用いた研究では、運動機能の回復と意欲などの感情を司る脳部位の賦活には相関があることが示されている¹⁰⁾。本実験においても、高評価音を受けた群で意欲等を司る脳部位の賦活、無評価音を受けた群と比較しての運動関連脳部位の賦活の上昇と高い運動パフォーマンスの傾向が示され、高評価による課題遂行への意欲の惹起が運動機能に好影響を与える可能性を示唆した。金銭的報酬と運動学習効果の関連を運動学習の成立過程に着目して検証した研究では、報酬は運動トレーニング後の運動記憶が固定される期間において記憶の長期増強効果を改善させることが示されている¹¹⁾。また、社会的報酬である“褒められる”という経験が同様の過程で運動学習に影響を与えることも示されているが¹²⁾、今回の実験では、高評価音を受けた直後の運動よりパフォーマンスの上昇傾向が示唆されており、高評価を受けるタイミングと運動学習過程への影響については今後の検討となるであろう。

今回の結果は、リハビリテーションを受ける患者に対する看護師による適切な言葉がけが、患者に前向きな気持ちを与え訓練意欲を高めると同時に、運動機能に好影響を与えリハビリテーションの効果を高める可能性を示唆した。しなしながら、多くの変数を統制できる実験研究と比べ、臨床現場には統制の難しい多くの要因が存在することも事実である。今後、フィールドを臨床へと移し、実際の患者における意欲とリハビリテーション効果の関係を検討していくために、どのような実験デザインが最適か検討を重ねていく必要がある。

<引用文献>

ogawa S, Lee TM, Kay R, et al: Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. Proc Natl Acad Sci USA. 87,1990,9868-9872,

Miyai I, Suzuki M, Hatakenaka M, Kubota K. Effect of body weight support on cortical activation during gait in patients with stroke. Exp Brain Res. 169, 2006, 85-91.

Beaver, J.D., Lawrence, A.D., van Ditzhuijzen, J., Davis, M.H., Woods, A., and Calder, A.J. Individual differences in reward drive predict neural responses to images of food. J Neurosci. 26, 2006, 5160-5166.

Pessiglione, M., Schmidt, L., Draganski, B., Kalisch, R., Lau, H., Dolan,

R.J., and Frith, C.D. How the brain translates money into force: a neuroimaging study of subliminal motivation. Science. 316, 2007, 904-906.

Yoshihisa T, Okihide H. The Primate Ventral Pallidum Encodes Expected Reward Value and Regulates Motor Action. Neuron. 76(4), 2012, 826-837.

Catano VM. Relation of improved performance through verbal praise to source of praise. Perceptual and Motor Skills. 41, 1975. 71-74.

Henderlong J, Lepper MR. The effects of praise on children's intrinsic motivation: a review and synthesis. Psychological bulletin 128, 2002.774-795.

Ono T, Nishino H, Fukuda M, et al. Single neuron activity in dorsolateral prefrontal cortex of monkey during operant behavior sustained by food reward. Brain Res. 311, 1984, 323-32.

Keise Izuma, Daisuke N. Saito, and Norihiro Sadato Processing of Social and Monetary Rewards in the Human Striatum. Neuron. 58, 2008, 284-294.

Nishimura Y, Onoe H, Onoe K, Morichika Y, Tsukada H, Isa T. Neural substrates for the motivational regulation of motor recovery after spinal-cord injury. PLoS One. 6(9), 2011, e24854.

Abe M, Schambra H, Wassermann EM, Luckenbaugh D, Schweighofer N, Cohen LG. Reward improves long-term retention of a motor memory through induction of offline memory gains. Curr Biol. 12;21(7), 2011, 557-62.

Sugawara SK, Tanaka S, Okazaki S, Watanabe K, Sadato N. Social rewards enhance offline improvements in motor skill. PLoS One. 7(11), 2012, e48174.

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)

[学会発表](計 1 件)

川野道宏、門間正彦：運動課題実施者へのポジティブフィードバックが脳血流動態と運動パフォーマンスに与える影響 第15回日本感性工学会大会、2013年9月、東京

6. 研究組織

(1)研究代表者

川野 道宏 (KAWANO, Michihiro)

茨城県立医療大学 保健医療学部・准教授
研究者番号：00404905