

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：22702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16435

研究課題名(和文) 運動学習における脳内活動の縦断的变化と補助手段活用による促進効果の検証

研究課題名(英文) Study of longitudinal changes in brain activity in motor learning and promotion effect using auxiliary means

研究代表者

小河原 格也 (ogahara, kakuya)

神奈川県立保健福祉大学・保健福祉学部・講師

研究者番号：90570565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、運動学習過程における脳内活動の変化をパフォーマンスと共に縦断的に測定・解析することによって、リハビリテーションにおける根拠に基づいた効果的な訓練方法を検証することである。先行研究では運動学習(パフォーマンスの向上)によって脳内準備活動が減少しているが、今回の結果では、パフォーマンスは向上しても、課題によっては脳内活動が増加することが明らかとなった。また映像を用いた補助手段も、課題特性にあわせた再生速度の検討が必要であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

効果的なりハビリテーションを提供していくためには、運動パフォーマンスだけでなく、神経生理学的な観点から評価・介入方法の検討を行っていく必要がある。また課題特性に応じた補助手段の検討も重要である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to verify the effectiveness of a training method by longitudinally measuring and analyzing changes in brain activity and motor learning performance during rehabilitation. Previous studies have reported that motor learning (improvements in performance) reduces preparatory activity in the brain. However, the findings of this study revealed that brain activity increased depending on the task, despite improved performance. Moreover, the study demonstrated the need to study the playback speed of the auxiliary means using video as well, depending on the characteristics of the task.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：運動学習 パフォーマンス 神経生理学的指標

1. 研究開始当初の背景

我が国は諸外国に例を見ないスピードで高齢化が進行しており、2025年問題など解決すべく地域包括ケアシステムの実現に向けて取り組みが行われている。これまでも、「高齢者リハビリテーションのあるべき方向」が報告されて以来、介護保険を中心に様々な取り組みが行われてきた。しかしながら、リハビリテーションに対する一定の評価はあるものの、プログラムや技術の質によって成果が大きく左右されるため、質の確保・向上や効率化を促進させる観点から、リハビリテーション技術の研究について積極的に取り組むべきとされた。また、リハビリテーション領域においては、患者の行動様式を望ましい状態に変容させ、目的となる動作の再獲得を目指すことが重要な課題であり、これらを促す上で運動学習は特に重要な役割を果たす。そのため、効果的な訓練方法を検討する上で、運動学習過程におけるメカニズムやプロセスなどの根拠と、パフォーマンスを裏付けながら効果を明確にする必要があり、神経生理学的側面でのアウトカム評価が重要である。

このような中、運動学習過程を評価する指標として近年再注目されているのが運動関連脳電位(MRCPs: movement-related cortical potentials)である。MRCPsは、随意運動で自己ペースにて一定間隔で行った際に頭皮上から記録される緩徐な脳電位であり、随意運動の準備遂行に関連した中枢神経機構を反映しているものである。これまでの先行研究では、健常者と患者の比較が中心であり、リハビリテーション領域に係るものでは、利き手の有無、アスリートなど運動経験の有無による比較、単純動作、課題指向型訓練など課題特性の違いによる比較検討のみであった。このようにMRCPsは運動学習の一指標として神経生理学的に比較できるにも関わらず、全てが横断的研究であり、かつ短期的な変化のみの検討に留まっている。これらより、今後の研究においては縦断的に運動学習過程を評価し、根拠をもとに訓練課題の検討を行うべきと指摘されている。

2. 研究の目的

リハビリテーションにおいて運動学習は重要なものであるため、根拠に基づくアプローチ方法の検討など、近年多くの研究が進められている。しかしながら、日頃の臨床現場においては、運動学習がなされたかどうかは動作のスムーズさやエラー数など動作の質や正誤反応だけで評価されることが多く、セラピストの主観に頼らざるを得ない現状である。

そこで本研究の目的は、運動学習過程における脳内活動の変化をパフォーマンスと共に縦断的に測定・解析することによって、根拠に基づいた効果的な訓練方法を検証することである。

3. 研究の方法

実験

ダーツ投てき課題を用いて、長期的な運動学習過程における脳内活動の変化をパフォーマンスの変化と共に検証した。対象は右利きの健常成人12名(平均年齢 21.5 ± 1.3 歳)であった。方法は椅子座位にて利き手でダーツ投てきを400投実施し、4stegeに分けパフォーマンスとMRCPsを測定した。パフォーマンスは、的の中心を10点とし、ダーツの平均得点とした。MRCPsは、補足運動野の領域であるFCzより、Neurpackを用い計測し、EPLYZERにて解析を行った。解析は上腕三頭筋の筋活動を基準に、運動開始前の2000msec~0msecまでを記録し、測定後に瞬きやアーチファクトが混入した波形を除外し再加算処理を行った。統計処理は、IBM SPSS statistics Ver.20を用い、反復測定による一元配置分散分析、多重比較検定にはBonferroniを用いた。

実験

ダーツ投てき課題を用いて運動パフォーマンスと脳内活動の関係を経時的に比較検討してきたが、課題特性による脳内活動への影響など再検討課題が残った。そこで今回、ダーツ投てきにおける課題の設定を再調整し、運動学習過程における脳内変化をMRCPsにて比較検証した。対象は右利き健常成人7名(平均年齢 21.6 ± 0.8 歳)であった。方法は椅子座位にて利き手でダーツ投てきを300投実施し、3stegeに分けパフォーマンスとMRCPsを測定した。課題は18インチのフラフープの輪に投てきする課題とし、難易度を優しくした。MRCPsは、補足運動野の領域であるFCzより、Neurpackを用い計測し、EPLYZERにて解析を行った。解析は上腕三頭筋の筋活動を基準に、運動開始前の2000msec~0msecまでを記録し、測定後に瞬きやアーチファクトが混入した波形を除外し再加算処理を行った。統計処理は、IBM SPSS statistics Ver.20を用い、反復測定による一元配置分散分析、多重比較検定にはBonferroniを用いた。

実験

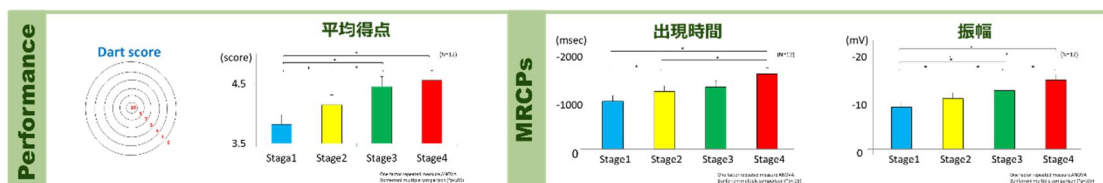
運動学習を促進するための効果的な補助手段の1つとして、映像を活用する、特に提示する再生速度を1/2または1/4倍速にすることで脳内の興奮性が高まることが報告されている。そこで、けん玉課題における模範映像の提示速度条件が運動学習効果に及ぼす影響について比較検討を行った。対象は右利き健常成人28名(平均年齢 20.1 ± 2.4 歳)であった。実験では、一般社団法人日本けん玉協会の協会認定競技用けん玉および模範映像を使用し、難易度が異なる2つの課題を用いた。また、1倍速条件群と1/4倍速条件群の2群に分け、比較検討を行った。運動

学習の効果の指標としては、級位認定基準に基づき各課題の試技を行った際の成功数にて評価を行った。統計処理は、Pre・Postの平均試技成功数の前後比較を対応のあるt検定、1倍速条件群・1/4倍速条件群の平均試技成功数の群間比較を対応のないt検定を用いて実施した。

4. 研究成果

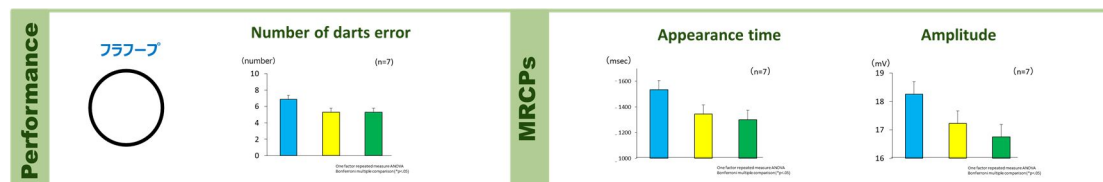
実験

パフォーマンスにおいては、stege1が 3.82 ± 0.86 点、stege2が 4.15 ± 0.86 点、stege3が 4.46 ± 0.82 点、stege4が 4.56 ± 0.82 点と、回数を重ねるにしたがって得点が向上した。MRCPsについては、stege1の振幅が $-10.01 \pm 2.97\text{mV}$ 、stege2が $-12.06 \pm 3.41\text{mV}$ 、stege3が $-13.94 \pm 03.29\text{mV}$ 、stege4が $-16.44 \pm 3.72\text{mV}$ と回数を重ねるにしたがって振幅が増大し、補足運動野の活動が増大した。



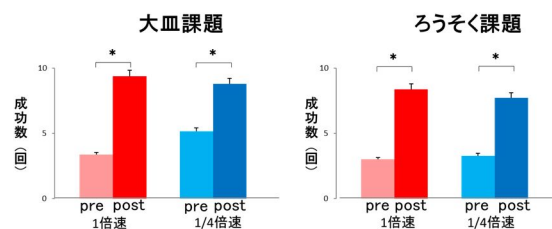
実験

ダーツ投てき課題では、フラフープ外に各期5~6本外したが、一定の成功数であった。MRCPsにおいては、出現時間および振幅ともに有意差は認められなかったものの、stege1の振幅が $-18.25 \pm 6.19\text{mV}$ 、stege2が $-17.23 \pm 6.69\text{mV}$ 、stege3が $-16.75 \pm 5.79\text{mV}$ と回数を重ねるにしたがって脳内活動が減少する傾向を示した。



実験

大皿課題では、1倍速条件群は 3.36 ± 2.65 回からPost 9.36 ± 0.84 回、1/4倍速条件群は 5.14 ± 3.30 回から 8.79 ± 1.81 回と両群とも有意に向上した。ろうそく課題でも、1倍速条件群は 3.00 ± 2.98 回から 8.36 ± 1.59 回、1/4倍速条件群は 3.29 ± 3.02 回から 7.71 ± 2.94 回と両群とも有意に向上した。1倍速条件群と1/4倍速条件群の群間比較を対応のないt検定で検定を行ったところ、大皿課題のみ有意差が認められ、1倍速条件群の方が、運動学習効果が高いことが示された。



通常、運動学習が進むと自動化が起こり、脳内活動は減少するとされている。しかし、実験では、ダーツ投てき課題の回数を重ねるにしたがって運動学習によりパフォーマンスが向上し、同様に脳内活動も高まる結果となった。これはパフォーマンスが向上しても、被験者はさらに的の中心に投てきしようと、常に課題の難易度を高めるといった「課題特性」が影響していると考えられた。そこで実験において、ダーツ投てきにおける的をフラフープに変更し、その中に入れるだけという課題難易度を一定にすることで、推察レベルであった課題特性の要因を確認した。結果、有意差は認められなかったものの、脳内活動の低下が確認され、実験の結果の要因が、ダーツ課題(スコア)における課題特性であることが示された。また、同時にパフォーマンスが向上したからと言って、単純に運動学習が進んだとは言えず、特にリハビリテーションにおけるADL動作などは、さらに複雑な運動課題となるため、パフォーマンスのみでは判断できない。今後は、神経生理学的な観点もあわせて、さらに評価・介入方法の検討を行っていく必要がある。

運動学習を促進するための補助手段の検証としては、先行研究をもとに運動学習を促進するための効果的な補助手段(映像)を用いて、学習の効果について検討した。先行研究をもとに、映像という視覚的な補助手段を用い、また動作がより詳細に観察しやすいように再生速度を1/4倍速に遅らせ比較実験を行った。いずれも運動学習が進んだが、通常の再生速度の方がより成功回数が増加する結果となった。これは用いた課題映像が、もともと動きがわかりやすいように作られた模範映像だったことが要因として考えられた。今回の結果より、補助手段を用いることは効果的であるが、課題特性に応じた再生速度の検討が今後も必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 KAKUYA OGAHARA
2. 発表標題 Association between intracerebral activity and motor learning using darts
3. 学会等名 The 1st Asia-Pacific Occupational Therapy Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小河原格也、東登志夫
2. 発表標題 ダーツ課題における運動学習と脳内活動の関係
3. 学会等名 第50回日本作業療法学会
4. 発表年 2016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