



北海道公立大学法人
札幌医科大学
Sapporo Medical University

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title 論文題目	一次運動野への反復4連発磁気刺激が体性感覚入力によって生じる運動知覚に及ぼす影響
Author(s) 著者	高橋, 良輔
Degree number 学位記番号	第102号
Degree name 学位の種類	修士 (理学療法学)
Issue Date 学位取得年月日	2015-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	

修士論文の内容の要旨

保健医療学研究科 博士課程前期 理学療法学・作業療法学 専攻 感覚・運動科学 分野	学籍番号 13MP06 氏 名 高橋良輔
論文題名 (日本語) 一次運動野への反復 4 連発磁気刺激が体性感覚入力によって生じる運動知覚に及ぼす影響	
論文題名 (英語) Effects of quadripulse transcranial magnetic stimulation of the primary motor cortex on the kinesthetic perception induced by a somatosensory input.	
<p>背景と目的：脳機能イメージングを用いた研究において、振動刺激によって運動知覚が生じると、一次運動野 (primary motor cortex: M1) や一次体性感覚野 (primary somatosensory cortex: S1)、下頭頂小葉などを含む神経回路網が活動することが報告されている。この中でも M1 は、振動刺激の周波数を増加させた場合に活動が増大し、その際には運動知覚強度も増強されることが示されている。しかし、先行研究では、「振動刺激の周波数」の変化が、「運動知覚強度」と「M1 の活動」の両方に影響を及ぼしている。そのため、M1 の活動が増大することにより、運動知覚強度が変化するかについては言及することができない。そこで、本研究の目的は、QPS を M1 に行うことで M1 の興奮性を操作し、一定の周波数条件下において M1 興奮性の変化が運動知覚強度に影響を及ぼすのかを検証することとした。</p> <p>方法：対象者は、健康な成人 7 名とした。本実験では、M1 と S1 にそれぞれ QPS を行い、その前後に運動誘発電位 (Motor-evoked potential: MEP) と手関節角度を測定した。M1 に対する QPS では、促通性 (QPS-5) ならびに抑制性 (QPS-50) の刺激、また実際には刺激を行わない偽の刺激 (Sham) の 3 条件を実施した。一方で、S1 に対する QPS では、QPS-5 ならびに QPS-50 の 2 条件を実施した。MEP と手関節角度は、QPS 前に 2 回 (pre 1, pre 2) さらに QPS 直後、30 分後、60 分後 (post 0, post 30, post 60) に測定した。M1 興奮性の指標は、第一背側骨間筋から記録した MEP から算出した MEP 振幅とした。また、運動知覚強度の指標は、振動刺激により知覚した運動を非刺激側で再現させた際の最大角速度とした。MEP 振幅と最大角速度は、pre1 を基準として相対値化した。MEP 振幅は、QPS 条件 (QPS-5, QPS-50, Sham) と測定時期 (pre2, post0, post30, post60)</p>	

を要因とした反復測定による二元配置分散分析で解析した。また、最大角速度については、QPSの即時効果を検証するため、QPS条件(M1:QPS-5, QPS-50, Sham, S1:QPS-5, QPS-50)と測定時期(pre2, post0)を要因とした反復測定による二元配置分散分析を実施した。さらに、即時効果があったQPS条件に関しては、持続効果を確認するために、測定時期(pre2, post0, post30, post60)を要因とした反復測定による一元配置分散分析を行った。また、MEP振幅と最大角速度に対してPearsonの相関係数の検定を行った。

結果: M1に対するQPS-5, QPS-50ともにQPS終了後から60分後においてもMEP振幅がQPS前と比較して有意に変化していた。また、最大角速度はQPS-5直後において有意に増大した。さらに、各刺激周波数においてMEP振幅と最大角速度に相関があった。S1に対するQPS-5, QPS-50はMEP振幅と最大角速度の両方とも有意な差がなかった。

考察: 本研究において、M1に対するQPSは刺激間隔を操作することでM1興奮性を変化させることが明らかとなった。本研究結果から、また、M1興奮性を操作することによって運動知覚強度が変化することが示された。さらに、MEP振幅と最大角速度は正の相関関係を示したことから、M1興奮性が増加することにより、運動知覚強度が増大することが明らかとなった。以上より、M1の活動増大に伴い、筋紡錘からの体性感覚入力によって生じる運動知覚強度が増大するという因果関係が明らかになった。

キーワード (5個以内): 一次運動野 運動知覚 筋紡錘 反復4連発磁気刺激

INTRODUCTION & PURPOSE: Recent studies using tendon vibration identified the brain regions associated with the kinesthetic perception of joint movement. Functional brain imaging studies have shown that the activity of a neural network, which includes the primary motor cortex (M1), primary somatosensory cortex (S1), and inferior parietal lobule, is involved in joint movement. The M1 is activated during increases in vibration frequency, which simultaneously enhances perception intensity. Previous research has reported that vibration frequency affects both M1 activity and perception intensity. Therefore, it is not clear whether M1 activity contributes to perception intensity. The purpose of this study was to clarify whether changing M1 excitability, via quadripulse transcranial magnetic stimulation (QPS), could affect the intensity of perception elicited using tendon vibration at a constant stimulus frequency.

METHODS: Seven healthy young subjects participated in this experiment. We measured the motor-evoked potential (MEP) and wrist joint angle before and after QPS of the M1 or S1. QPS delivered to the M1 was set at QPS-5 or QPS-50, which resulted

in facilitation and depression of M1 excitability. Sham delivery was defined as fake stimulation. In addition, QPS-5 and QPS-50 were delivered to the S1. The MEP and wrist joint angle were measured twice before QPS (pre1 and pre2) and immediately, 30, and 60 minutes after QPS (post0, post30 and post60). MEP amplitude was recorded from the right first dorsal interosseous muscle as an index of M1 excitability. The index for perception intensity was measured as the maximum angular velocity in the non-stimulated side that was reproduced from the perceived movement by vibration. MEP amplitude and maximum angular velocity were relative values calculated using the baseline value at pre1. Two-way repeated measure analysis of variance (ANOVA) was used to test the effects of the “QPS” factor, with three levels (M1: QPS-5, QPS-50 and Sham, S1: QPS-5, QPS-50), and “time” factor, with four levels (pre2, post0, post30 and post60), on MEP amplitude. Two-way repeated measure ANOVA was used to test the effects of the “QPS” factor, with three levels (M1: QPS-5, QPS-50 and Sham, S1: QPS-5, QPS-50), and “time” factor, with two levels (pre2 and post0), on the maximum angular velocity. If an immediate effect was found, we verified the duration. One-way repeated measures ANOVA was used to test the effects of the “time” factor, with four levels (pre2, post0, post30 and post60). Furthermore, correlations between MEP amplitude and maximum angular velocity were analyzed using the Pearson correlation coefficient.

Results: The MEP amplitude was significantly increased after QPS-5 of the M1 compared with pre2. Moreover, the MEP amplitude was significantly decreased after QPS-50 compared with pre2. In addition, the maximum angular velocity was significantly increased after QPS-5 of the M1 compared with pre2. There was a significant correlation between MEP amplitude and maximum angular velocity at each vibration frequency.

DISCUSSION: In this study, we have confirmed that QPS of the M1 changed M1 excitability, as shown in a previous study. The present results suggested that, despite the same vibration frequency before and after QPS, manipulating the M1 excitability could change perception intensity. The MEP amplitude and maximum angular velocity are positively correlated; therefore, it can be interpreted that the perception intensity changes based on M1 excitability. Based on the above results, we suggest that M1 activity contributes to perception intensity.

Keywords: primary motor cortex, perception, muscle spindle, quadripulse transcranial magnetic stimulation

- 1 論文内容の要旨は、研究目的・研究方法・研究結果・考察・結論等とし、

簡潔に日本語で 1,500 字程度に要約すること。併せて英語要旨も日本語要旨と同様に作成すること。

2 2枚目からも外枠だけは必ず付けること。

論文審査の要旨及び担当者

報告番号	第 102 号	氏名	高橋 良輔
論文審査担当者	<p style="text-align: center;">理学療法学第二講座</p> <p>主査：准教授 金子文成</p> <p style="text-align: center;">理学療法学第一講座</p> <p>副査：教授 小塚直樹</p> <p style="text-align: right;">作業療法学第二講座</p> <p>副査：教授 松山清治</p>		
<p>論文名</p> <p style="text-align: center;">一次運動野への反復 4 連発磁気刺激が 体性感覚入力によって生じる運動知覚に及ぼす影響</p> <p style="text-align: center;">Effects of quadripulse transcranial magnetic stimulation to the primary motor cortex on the kinesthetic perception induced by a somatosensory input</p> <p>本論文は、一次運動野の興奮性を変化させる前後に運動知覚強度を計測し、一次運動野の興奮性と運動知覚強度の関係を検証したものである。結果として、一次運動野興奮性と運動知覚強度には正の相関関係があり、一次運動野の興奮性変化に伴って、運動知覚強度が変化することを示した。先行研究では、従属変数が複数あるため、一次運動野と運動知覚強度の因果関係は明らかになっていなかった。それ対して本論文では、独立変数となる一次運動野の興奮性を操作して従属変数への影響を調べることで、一次運動野興奮性が原因となって運動知覚強度に影響することを明らかにした点が特に新規的である。</p> <p>審査委員会では、運動知覚強度の指標として心理物理的指標を用いた場合の実験手法についての精度や結果の解釈について質疑がなされたが、非常に細密な実験手法を用いた研究であると評価された。同時に今後の発展方向を示唆する意見も出され、本論文は一次運動野と運動知覚強度の因果関係の解明に貢献した優れた論文であると判断した。審査会での質疑をふまえた考察の加筆修正、および今後の研究課題について加筆が行われた論文を確認し、修士（理学療法学）の学位論文に値するものと最終的に判断した。</p>			