

機関番号：15401

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700531

研究課題名 (和文) 歩行観察を用いたメンタルプラクティスの有効性に関する神経生理学的機序の解明

研究課題名 (英文) Neurophysiological mechanisms of the effectiveness of mental practice using observation of walking

研究代表者

高橋 真 (TAKAHASHI MAKOTO)

広島大学・大学院保健学研究科・助教

研究者番号：50435690

研究成果の概要 (和文)：本研究は歩行観察及び歩行イメージ中の皮質脊髄路の興奮性変化を経頭蓋磁気刺激法を用いて検討した。その結果、歩き始めや跨ぎ歩行などより皮質制御が求められる歩行の観察中には歩行周期に依存した興奮性変化が生じた。また、歩行イメージでは遊脚期に加えて立脚期においても興奮性が増大した。したがって、歩行機能回復のためにメンタルプラクティスを用いる場合、皮質制御が求められる歩行を観察することや観察とイメージ想起を組み合わせたことが有効であることが示唆される。

研究成果の概要 (英文)：This study examined the changes of corticospinal excitability during observation and imagery of walking. During observation of actors' stepping over an obstacle and landing on unstable surface, corticospinal excitability increased in phase-dependent manner. During combining observation and imagery of walking, corticospinal excitability increased at both swing and stance phases. These findings suggest that observation of walking which required cortical control or combining observation and imagery of walking are effective as means of the mental practice for recovery of walking ability.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：理学療法学，運動生理学

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：経頭蓋磁気刺激，メンタルプラクティス，歩行観察，歩行イメージ

1. 研究開始当初の背景

(1) 運動療法を補完する方法として、運動イメージ・観察を用いたメンタルプラクティス (mental practice: MP) が注目されている。MP をリハビリテーションに応用する理論的根拠としては運動イメージ・観察中には運動の出力がないにも関わらず、実際の筋活動が生じるタイミングで皮質脊髄路の興奮性変

化が生じることである。一方、トレッドミル上での持続歩行を観察した際に、前脛骨筋 (Tibialis anterior muscle: TA) の皮質脊髄路の興奮性は全歩行周期において、増大することが報告されている。この相違が随意的に制御される上肢運動と大脳皮質の制御をそれほど必要としない持続歩行による違いに起因するのかについては明らかではない。

(2) 歩行イメージ中の皮質脊髄路の興奮性変化に関する研究も散見されるが、歩行周期との関係については検討がなされていない。さらに、歩行のような複雑な多関節運動に関しては空間的にも時間的にも感覚情報処理が多いことから、明確な運動イメージ生成が困難であることが考えられる。実際に、足関節背屈イメージと歩行イメージを行った際の TA の皮質脊髄路興奮性変化を比較した結果、足関節背屈のイメージでは興奮性が増大するが、歩行イメージでは増大しないことが報告されている。手指の運動イメージでは、運動観察と組み合わせることで、皮質脊髄路の興奮性が相乗効果的に増大することが報告されている。しかしながら、歩行観察にイメージを付加した場合の皮質脊髄路の興奮性変化については明らかではない。

2. 研究の目的

(1) 大脳皮質の制御をより必要とする歩き始めや障害物回避などの観察中に歩行周期に依存した皮質脊髄路の興奮性変化が生じるかを明らかにする。

(2) 歩行を観察した場合と歩行観察中に歩行イメージを付加した場合の皮質脊髄路の興奮性変化を比較し、相違を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 対象者は健常者 11 名であり、前脛骨筋を被検筋とした。観察課題は、①100 インチのスクリーン上の黒い画面(コントロール)、②静止立位から左足から 3 歩歩く動作(通常歩行)、③静止立位から左足から歩き始め右足で障害物を跨ぎ不安定面に接地する動作(跨ぎ歩行)の 3 種類とした。それぞれ右下肢の遊脚初期 (initial swing : IS)、遊脚中期 (mid-swing : MSw)、踵接地 (heel contact : HC)、立脚中期 (mid-stance : MSt)、

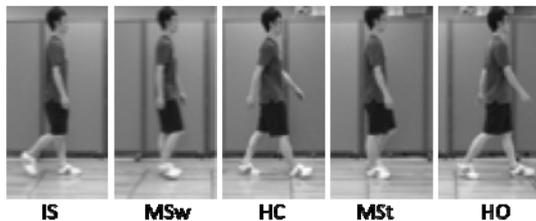


図1.通常歩行課題での刺激のタイミング



図2.跨ぎ動作課題での刺激のタイミング

踵離地 (heel off : HO) のタイミングのいずれかで経頭蓋磁気刺激を行い (図 1, 2)、運動誘発電位 (Motor evoked potential : MEP) を記録した。それぞれの歩行周期でコントロール条件からの変化率を算出した。

(2) 対象者は健常者 11 名であり、前脛骨筋を被検筋とした。コントロール条件はスクリーン上の黒い画面の観察とした。歩行観察は静止立位から左足から 3 歩歩く動作 (図 1) とし、歩行観察のみを行う歩行観察条件と観察しながら、歩行イメージを行う歩行イメージ条件を実施した。1 回の映像提示の間に、右下肢の IS, MSw, HC, MSt, HO の 5 つのタイミングのいずれかで TMS を 1 回行い、MEP を記録した。IS と MSw を遊脚期、MSt と HO を立脚期としてまとめた。

4. 研究成果

(1) 通常歩行観察では遊脚初期のみでコントロール条件より運動誘発電位が増大した (図 3)。一方、跨ぎ歩行の観察中は遊脚初期に加え、遊脚中期、踵接地で運動誘発電位が増大した (図 3)。

先行研究において、5-10 分間持続的に歩行をしている状態の観察時には歩行周期に関係なく運動誘発電位が増大することが報告されているが、本研究で歩行観察課題はどちらも静止立位から数歩歩き始める歩行であったため、歩行周期に依存した皮質脊髄路の興奮性変化が生じたと考えられる。また、跨ぎ歩行では MSw では障害物回避のために、HC では不安定面に接地するために、それぞれ前脛骨筋の皮質制御がより必要である。したがって、跨ぎ歩行の観察ではこれらの皮質制御がより必要とされる MSw と HC においても皮質脊髄路の興奮性が増大したと考えられる。これらの知見は、脳損傷などより高位の中枢神経障害患者において、歩き始めや跨ぎ歩行などより皮質制御が求められる歩行を観察することが、歩行機能の再学習につながる可能性を示唆する。

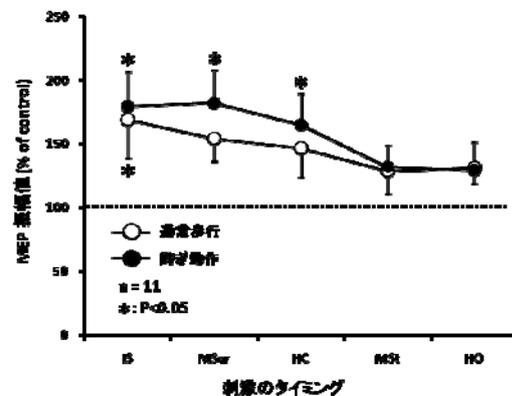
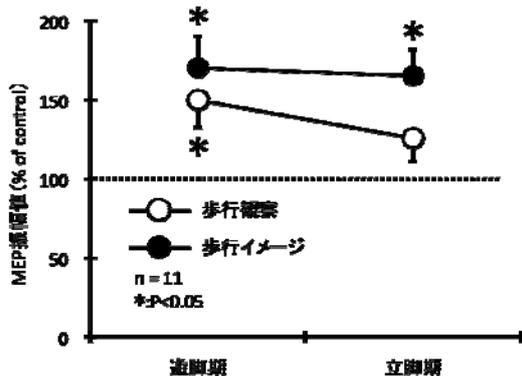


図 3. MEP 平均値の変化

(2) 歩行観察条件では遊脚期にコントロール条件より運動誘発電位が増大したが、立脚期では有意な変化を認めなかった。一方、歩行観察に歩行イメージを付加した条件では、遊脚期と立脚期ともに運動誘発電位が増大した。

以上の結果より、歩行観察のみと比較して、歩行観察しながら歩行イメージを想起する場合、遊脚期に加えて、立脚期においても運動誘発電位が増大することが明らかとなった。実際の歩行中の立脚期では、前脛骨筋に筋活動が生じないにも関わらず、皮質脊髄路の興奮性が増大することが報告されている。したがって、歩行観察のみと比較して、さらに歩行イメージを付加することで、より実際の歩行中と同様の変化が中枢神経内に生じることが示唆された。本研究の結果から、歩行機能回復のためにメンタルプラクティスを用いる場合、ただ観察するだけでなく、観察課題と同様のイメージを想起させることが、機能回復により効果的であることが示唆される。



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 15 件)

- Nan Liang, Kozo Funase, Tomohiro Narita, Makoto Takahashi, Kanji Matsukawa, Tatsuya Kasai. Effects of unilateral voluntary movement on motor imagery of the contralateral limb. *Clinical Neurophysiology* 122 : 550-557, 2011, 査読有
- Shunsuke Taito, Fumiaki Oyama, Makoto Takahashi, Kiyokazu Sekikawa, Tsutomu Inamizu. Changes in plasma oxidative stress biomarkers after single-sprint anaerobic exercise. *Advances in Exercise and Sports Physiology* 16 : 7-13, 2010, 査読有
- Erika Iwamoto, Shunsuke Taito, Toshihiro Kawae, Kiyokazu Sekikawa, Makoto Takahashi, Tsutomu Inamizu. The neural influence on the occurrence of locomotor-respiratory coordination. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 173 : 23-28, 2010, 査読有
- Kiyokazu Sekikawa, Shunsuke Taito, Makoto Takahashi, Akemi Matsubara, Tsutomu Inamizu. Analysis of secretory immunoglobulin A concentration in saliva and exhaled breath condensate. *Journal of Analytical Bio-Science* 33 : 237-241, 2010, 査読有
- Kiyotaka Kamibayashi, Tsuyoshi Nakajima, Masako Fujita, Makoto Takahashi, Tetsuya Ogawa, Masami Akai, Kimitaka Nakazawa. Effect of sensory inputs on the soleus H-reflex amplitude during robotic passive stepping in humans. *Experimental Brain Research* 202 : 385-395, 2010, 査読有
- 岩本えりか, 岩田美和子, 関川清一, 高橋 真, 稲水 惇. 歩行時の吸気呼気比の調節が運動-呼吸同調に与える影響. *日本生理人類学会誌* 15 : 1-8, 2010, 査読有
- 河江敏広, 高橋 真, 関川清一, 稲水 惇. 静的運動終了後における筋代謝受容器反射が圧受容器反射感受性に及ぼす影響. *理学療法科学* 25 : 121-125, 2010, 査読有
- Junko Odagawa, Kiyokazu Sekikawa, Kotaro Kawaguchi, Makoto Takahashi, Naoki Morita, Tsutomu Inamizu. Influence of home based pulmonary rehabilitation on muscle oxygenation in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Physical Therapy Science* 21 : 301-305, 2010, 査読有
- 植松ゆかり, 稲水 惇, 関川清一, 河江敏広, 高橋 真. 高齢者の視機能とビジュアルトレーニング効果. *広島大学保健学ジャーナル* 8 : 7-14, 2009, 査読有
- 関川清一, 藤井和代, 関川則子, 田平一行, 高橋 真, 稲水 惇. シヤトルウォーキングテストを用いた最高酸素摂取量推定の妥当性. *理学療法学* 36 : 377-381, 2009, 査読有
- 岩本えりか, 関川清一, 高橋 真, 稲水 惇. 低強度および中強度下肢運動時の呼吸様式の違いは運動-呼吸同調に影響を与えない. *理学療法学* 36 : 341-347, 2009, 査読有
- 林 静香, 高橋 真, 関川清一, 稲水 惇. 白内障疑似体験フィルタが視機能と視覚刺激に対する反応時間に与える影響. *理学療法ジャーナル* 43 : 837-841, 2009, 査読有

13. Kiyokazu Sekikawa, Kazuyuki Tabira, Noriko Sekikawa, Toshihiko Kuraoka, Makoto Takahashi, Tsutomu Inamizu, Kiyoshi Onari. Muscle blood flow and oxygen utilization measured by near-infrared spectroscopy during handgrip exercise in chronic respiratory patients . Journal of Physical Therapy Science 21 : 231-238, 2009, 査読有
14. 徳丸香織, 高橋 真, 関川清一, 川口浩太郎, 稲水 惇. 長腓骨筋と後脛骨筋エクササイズが踵上げ動作に及ぼす影響について. 体力科学 58:387-394, 2009, 査読有
15. Kiyotaka Kamibayashi , Tsuyoshi Nakajima, Makoto Takahashi, Masami Akai, Kimitaka Nakazawa. Facilitation of corticospinal excitability in the tibialis anterior muscle during robot-assisted passive stepping in humans . European Journal of Neuroscience 30 : 100-109, 2009, 査読有

[学会発表] (計 3 件)

1. Makoto Takahashi, Natsuko Uchida, Mami Yoshida, Nan Liang, Kimitaka Nakazawa, Kiyokazu Sekikawa, Tsutomu Inamizu. Phase dependent modulation of corticospinal excitability during observation of walking . 29th International Congress of Clinical Neurophysiology, 2010/10/30, Kobe
2. 高橋 真, 梁 楠, 関川清一, 稲水 惇. 連合性ペア刺激の反応時間課題への影響. 第 64 回日本体力医学会大会, 2009/9/19, 新潟
3. Makoto Takahashi, Yoshimi Yamauchi, Nan Liang, Kiyokazu Sekikawa, Tsutomu Inamizu. XXXVI International Congress of Physiological Sciences, 2009/7/30, Kyoto

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 真 (TAKAHASHI MAKOTO)

広島大学・大学院保健学研究科・助教

研究者番号 : 5 0 4 3 5 6 9 0

(2) 研究分担者

なし

(2) 連携研究者

なし