

運動イメージが感覚運動統合能力に及ぼす影響の検討 —効果的な運動イメージトレーニングの開発を目指して—

大阪大学大学院 佐々木 睦
(共同研究者) 同 中小司 健 人
東京大学大学院 金子 直 嗣
大阪大学大学院 Milosevic Matija

The Influence of Motor Imagery on Sensorimotor Integration: Implications for Effective Motor Imagery Training Development

by

Atsushi Sasaki, Kento Nakashoji,
Matija Milosevic
Osaka University, Graduate School of Engineering Science
Naotsugu Kaneko
The University of Tokyo, Graduate School of Arts and Sciences

ABSTRACT

Motor imagery is a cognitive process that involves the mental simulation of motor actions without actual physical movements, and it is widely used as a training technique to enhance sports performance. Although previous studies have reported the positive effect of motor imagery training on motor function and motor learning, the underlying neurophysiological mechanisms of motor imagery have yet to be fully elucidated. Therefore, the purpose of our study was to investigate the effect of pinch motor imagery on sensorimotor integration, specifically assessed using the short-latency afferent inhibition (SAI) paradigm. Thirteen able-bodied male participants were recruited in this study. The assessments were conducted under two distinct conditions:

Control and Motor imagery conditions. In the Control condition, participants were instructed to relax without engaging in any motor imagery, whereas in the Motor imagery condition, they performed maximum pinch imagery while observing a pinch image displayed on the monitor. During each condition, fifteen SAI responses were measured, which represent the inhibition of motor-evoked potentials elicited through transcranial magnetic stimulation following median nerve electrical stimulation. SAI responses were measured from the first dorsal interosseous muscle. The results showed that there was no significant difference in the magnitude of SAI between the Control and Motor imagery conditions, suggesting that motor imagery has no effect on sensorimotor integration assessed by SAI.

キーワード

運動イメージ, 経頭蓋磁気刺激, 末梢神経刺激, 短潜時求心性抑制, 感覚運動統合

Keyword

motor imagery, transcranial magnetic stimulation, peripheral nerve stimulation, short-latency afferent inhibition, sensorimotor integration

要 旨

運動イメージはスポーツパフォーマンスを向上させるためのトレーニングとして広く活用されている。運動イメージトレーニングにより運動パフォーマンスが向上する背景には脳や脊髄を含む運動制御機構の適応があるが、その神経生理学的メカニズムの全容は未解明である。そこで本研究では運動イメージが感覚運動統合機能に及ぼす影響を調べることを目的とした。健康成人男性13名を対象に、手指ピンチ動作のイメージ行う条件（運動イメージ条件）と、イメージをせず安静を維持する条件（コントロール条件）で感覚運動統合機能を評価した。感覚運動統合は経頭蓋磁気刺激と末梢神経刺激のペア刺激によって誘発される短潜時求心性抑制（short-latency afferent inhibition: SAI）によって評価した。その結果、コントロール条件、運動イメージ条件においてSAIの程度に差は認められなかった。これらの結果は、運動イメージはSAIで評価される感覚運動統合機

能に対して影響を及ぼさないことを示唆した。

緒 言

運動イメージは実際の運動は伴わず、心的に動作を想起することであり、スポーツパフォーマンスを向上させるためのトレーニングとして広く活用されている¹⁾。実際に運動イメージトレーニングは、筋出力などの単純な運動機能や、認知的な要素を含む運動学習に対しても効果的であることが明らかにされている²⁻⁴⁾。運動イメージトレーニングにより運動パフォーマンスが向上する背景には脳や脊髄を含む運動制御機構の適応があることが推察される⁴⁾。しかしながらその神経生理学的メカニズムの全容は未だ解明されていない。運動イメージが中枢神経系に及ぼす影響が詳細に解明されれば、生理学的観点から見て、より有効な運動イメージトレーニングの提案につながると考えられる。また、運動イメージ能力の評価には、これまで質問紙などの主観的な指標が多く用いられてきたが⁵⁾、運動イメージ中の神経活動が明ら

かになることで、生理学的指標による客観的な評価が可能となる。

運動イメージの神経生理学的効果を調べたこれまでの研究の多くは、機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging : 以下 fMRI) などを用いて運動イメージに関わる脳部位を明らかにした⁶⁾。また、非侵襲的に大脳皮質を刺激する手法である経頭蓋磁気刺激 (transcranial magnetic stimulation : 以下 TMS) を用いた研究では、運動イメージにより、大脳皮質から筋への主要な運動指令経路である皮質脊髄路の興奮性が増大することも報告されている⁷⁻⁹⁾。

実際の運動では脳内で企画された運動が適切に筋にまで伝わり、生じた運動の結果が感覚入力として脳にフィードバックされ、それがまた次の運動につながるという感覚運動統合が重要になる^{10, 11)}。一次運動野に対して単発 TMS を行うと末梢の筋の筋電図で運動誘発電位 (motor evoked potential : 以下 MEP) が導出される¹²⁾。TMS に約 20ms 先行して末梢神経を刺激するペア刺激により誘発される MEP は、単発 TMS により誘発される MEP に比較して減衰することが知られており、これは短潜時求心性抑制 (short-latency afferent inhibition : 以下 SAI) と呼ばれている^{13, 14)}。SAI は感覚入力による一次運動野興奮性の調節を示しており、感覚運動統合を評価するための手法として用いられている^{13, 15)}。すなわち、運動イメージ中の SAI の変動を計測することで、運動イメージが感覚運動統合に与える影響を調べることができる。

以上を踏まえ、本研究では運動イメージ中の SAI を調べることにより運動イメージが感覚運動統合機能に与える影響を検討することを目的とした。

1. 研究方法

1. 1 被験者

被験者は、中枢神経疾患の既往歴を持たない健康成人男性 13 名 (平均 ± 標準偏差, 年齢: 23.0 ± 1.0 歳, 身長: 170.4 ± 4.4 cm, 体重: 61.2 ± 5.5 kg) であった。本研究は大阪大学大学院基礎工学研究科倫理審査委員会の承認のもと、全ての被験者からインフォームドコンセントを得た上で実施された。

1. 2 表面筋電図

利き腕の第一背側骨間筋 (first dorsal interosseous muscle: 以下 FDI) から表面筋電図を記録した。電極はディスプレイ電極 (Vitrode F-150s, 日本光電社製, 日本) を用いた。筋電図信号は増幅機 (MEG-6108, ミユキ技研社製, 日本) により 5Hz-1000Hz の帯域通過フィルタ処理を通して 1000 倍に増幅された。増幅された筋電図信号は AD 変換器 (Powerlab 16/35, ADInstruments 社製, オーストラリア) を用いてコンピュータのハードディスクに記録した。その際のサンプリング周波数は 4000Hz とした。

1. 3 実験プロトコル

実験中、被験者は椅子に腰をかけた座位姿勢をとり、両上肢は肘掛けの上に置き安静を維持するよう指示された。本研究では一人称視点からのピンチ (つまみ) 動作の運動イメージを行うこととし、被験者には「実際の運動の感覚や筋収縮のイメージをして下さい」という指示が与えられた。被験者が運動イメージを行う際、前方に設置されたモニター画面上に一人称視点での利き腕のピンチ動作の画像が提示され (図 1A), それを見ながら (運動観察), 運動イメージを行うことを指示した。実験に先立ち、被験者は実験手順に関する十分な説明を受け、実際の測定時と同様の手順で運動イメージの練習を十分に行なった。運動イ

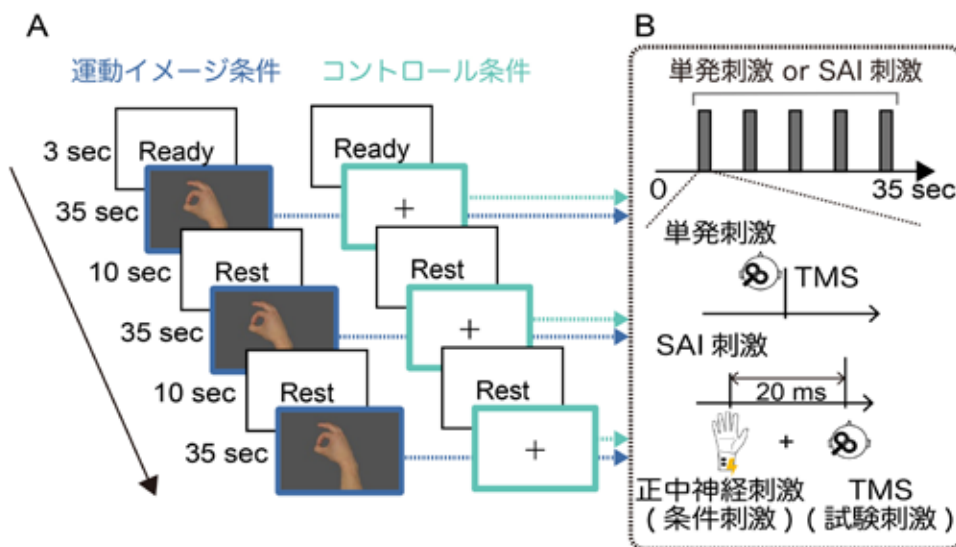


図1A 実験プロトコル

3秒間の「Ready」キューの後、35秒間のピンチ運動画像（運動イメージ条件）、または「+」（コントロール条件）が提示され、その後10秒間の「Rest」キューが提示される。一連の流れは3セット繰り返される。

図1B 刺激プロトコル

35秒間の画像提示または「+」提示時に5回の単発刺激またはSAI刺激が与えられた。単発刺激ではTMSのみの刺激を行うのに対して、SAI刺激では条件刺激である正中神経刺激と試験刺激であるTMSが20 msの刺激間隔で与えられた。

メージは利き腕のピンチ動作で行なった。

測定は運動イメージ条件とコントロール条件の2条件で行ない、それぞれの条件を行う順序は被験者間でランダム化された。運動イメージ条件では3秒間の「Ready」キューの提示後にピンチ動作の画像が35秒間提示された（図1A）。35秒間のピンチ動作画像は10秒間の「Rest」キューを挟み3回提示された（図1A）。「Ready」または「Rest」のキューが提示されている間、被験者は安静を維持するよう指示された。ピンチ動作の画像が提示されている間、被験者は全力のピンチ動作の運動イメージを行った。コントロール条件では35秒間の運動イメージ画像の代わりに「+」が提示され、その間被験者は運動イメージを行わず十字を注視しながら安静を維持することを指示された（図1A）。それぞれの条件において、35秒間の運動イメージまたは十字を見ている際に、感覚運動統合機能を評価するための単発刺激またはSAI刺激がランダムな間隔で5回与えられた（図1B）。

35秒間の運動イメージまたは十字注視は3セットずつ行われたため、計15回の単発刺激およびSAIの刺激が与えられた。全実験を通して、計60回の刺激が与えられた〔15回×2刺激法（単発刺激、SAI刺激）×2条件（運動イメージ条件、コントロール条件）〕。

1. 4 短潜時求心性抑制 (short-latency afferent inhibition: SAI)

SAIはヒト生体において非侵襲的に感覚運動統合機能を評価するための手法として知られており^{13,15}、本研究においてもこれを用いた。SAIを計測するために、単発TMS刺激により誘発されるMEPと、条件刺激（正中神経電気刺激）と試験刺激（TMS）のペア刺激（SAI刺激）により誘発されるMEPを計測した。単発刺激時のMEPに対する、SAI刺激時のMEPの減衰の程度をSAIとする¹⁴。SAI刺激では試験刺激に20ms先行して条件刺激を与えた（図1B）¹⁶。TMSおよび正中神経刺激

の刺激パラメータに関しては以下に示す。

1. 4. 1 経頭蓋磁気刺激 (transcranial magnetic stimulation: TMS)

TMSは非侵襲的な脳刺激手法であり、単発TMSにより誘発されるMEPは大脳皮質から筋までの主要な運動指令伝達経路である皮質脊髄路の興奮性を反映することが知られている。本研究にはおいては、TMSは末梢神経刺激と組み合わせることで、SAIを計測するために用いられた。TMSには経頭蓋磁気刺激装置 (Magstim 200, Magstim社製, イギリス) および8の字コイル (D7 Remote Coil, Magstim社製, イギリス) を使用した。利き腕とは対側の半球の一次運動野へTMSを行い、FDIで計測されるMEPの振幅値が最も大きい場所 (hotspot) を刺激位置とした。刺激強度はTMSを10回行い、50%の確率 (5回) でFDIから記録されたMEPの振幅値が0.5 mVを超える最小の強度とした^{17, 18)}。刺激強度はコントロール条件および運動イメージ条件のそれぞれで決められた。コントロール条件では安静状態で、運動イメージ条件では運動イメージをしている際に上記手順で刺激強度をそれぞれ決めた。

1. 4. 2 正中神経電気刺激

正中神経電気刺激には電気刺激装置 (DS7R, Digitimer社製, イギリス) を使用し、パルス幅が200 μ sの矩形波電流刺激を用いた¹⁷⁾。刺激部位は利き腕手首付近の正中神経とし、陰極が近位となるよう3cmほどの電極間距離で表面電極 (Vitrode F-150s, 日本光電社製, 日本) を貼付した。刺激強度は感覚閾値の3倍とした¹⁷⁾。感覚閾値は被験者が知覚することのできる最小の電気刺激強度とした。

1. 5 データ解析

単発刺激またはSAI刺激により誘発されたMEPの振幅値を算出した。各刺激法 (単発刺激, SAI刺激) におけるMEP振幅値の平均値から、各

実験条件 (コントロール条件, 運動イメージ条件) におけるSAIを下式の通り算出した。

$$SAI = \frac{MEP_{SAI\ stim}}{MEP_{single\ stim}} \times 100$$

MEP single stimは単発刺激時のMEP振幅値、MEP SAI stimはSAI刺激時のMEP振幅値を示している。

1. 6 統計処理

統計解析には、統計計算用言語 (R version 4.2.1) を用いた。単発刺激時のMEP (ベースライン: 100%), コントロール条件でのSAI刺激時のMEP, 運動イメージ条件でのSAI刺激時のMEPを比較するため、Friedman検定および、下位検定としてWilcoxon符号順位検定を行なった。検定の多重性に伴うp値の補正にはBonferroni法を用いた。有意水準は5%未満とした。

2. 結果

図2Aに各条件における各刺激法によって誘発されたMEPの典型波形を示す。Friedman検定の結果、ベースライン、コントロール条件、運動イメージ条件のMEPの間に有意な差があることが示された [$\chi^2(2) = 15.57, p < 0.001$]。Wilcoxon符号順位検定により、コントロール条件でのSAI刺激時のMEPは、ベースラインのMEP (= 100%) と比較して有意に小さいことが示された (図2B, $p < 0.01$)。同様に、運動イメージ条件でのSAI刺激時のMEPは、ベースラインのMEPと比較して有意に小さいことが示された (図2B, $p < 0.01$)。一方でコントロール条件と運動イメージのSAI刺激時のMEPには有意な差は確認されなかった (図2B, $p = 1.00$)。

3. 考察

本研究ではSAIパラダイムを用いて、運動イ

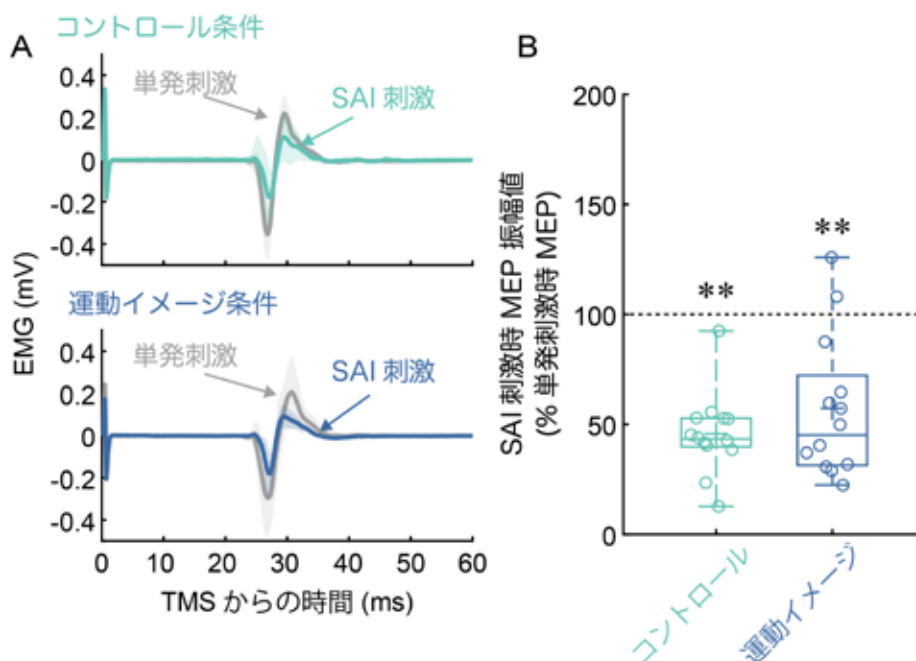


図2A コントロール条件 運動イメージ条件における単発刺激時, SAI刺激時の典型MEP波形(n = 1). 太線が15回の平均波形で, 影がその標準偏差を示す. コントロール条件, 運動イメージ条件ともに, SAI刺激時のMEPが単発刺激時のMEPよりも減衰していることがわかる.

図2B 各条件におけるMEPの減衰の程度(SAI)

単発刺激時のMEPを100%として正規化したMEPを示す. 箱ひげ図では, 箱中の横線が中央値, 十字が平均値, 箱の下端が第一四分位(25%), 箱の上端が第三四分位(75%), ひげの両端が最大値および最小値を示す. 各点は各被験者のデータを示す. *は100%(ベースライン)との有意差を示す(** $p < 0.01$).

メージが感覚運動統合に与える影響について調べた. コントロール条件, 運動イメージ条件, ともにMEPの減衰 (SAI) が観察されたが, 両条件間においてSAIの程度に差は認められなかった. これらの結果は, 運動イメージはSAIで評価される感覚運動統合機能に対して影響を及ぼさないことを示唆した. 運動イメージ中の感覚運動統合について検討した知見は少なく, 本研究は運動イメージの神経生理学的効果について, 感覚運動統合という観点から新たな示唆を与えるものとなると考えられる.

これまでに, 運動イメージは実際の運動と共通する脳活動を惹起することが明らかとされている. 例えば, fMRIを用いた研究では, 手や足などの身体部位の運動イメージは, それらを実際に動かした際に活動する運動野の一部を動員するこ

とが報告されている⁶⁾. さらに, 脳波を用いた近年の研究では, 歩行の運動イメージは実際の歩行と類似する脳活動パターンが惹起されることも報告されている¹⁹⁾. 運動イメージは実際の運動と類似した神経活動を惹起することに加え, 実際の運動時にはSAIが減少(脱抑制)すること²⁰⁾を鑑みると, 運動イメージによってもSAIが変調する可能性が考えられた. しかしながら, 本研究では運動イメージによってSAIの変調は認められなかった. すなわち, SAIで評価される感覚運動統合に関連する神経回路では, 運動イメージと実際の運動では異なる神経活動が惹起されている(あるいはSAI回路では実際の運動のような神経活動は生じない)ことが考えられた. これらの結果は, 実際の運動と運動イメージでそれぞれ惹起される神経活動は, 完全には同様ではなく, 一部共

通する箇所があるというこれまでの見解と一致する²¹⁾。例えばfMRIを用いた研究においては、運動イメージに特有の脳活動を明らかにしている²¹⁾。また、運動を準備することは準備の内容(運動)が意識化されることであり、運動イメージは運動実行よりも、むしろこの運動準備過程と類似することも指摘されている²²⁾。すなわち、こうした実際の運動と運動イメージによって惹起される神経活動の違いが本研究の結果にも反映されている可能性が考えられた。近年の研究により、実際に運動が実行される際や²⁰⁾、上肢-下肢の協調運動²³⁾に対してSAIの減少(脱抑制)が寄与する可能性が報告されている。本研究における運動イメージは実際の運動より運動準備過程に類似するため、これらのSAIの変化は生じなかったと考えられる。

SAIは体性感覚入力による一次運動野興奮性の調節(感覚運動統合)を反映することが知られている¹⁴⁾。本研究の結果から、感覚フィードバック(体性感覚入力)を伴わない運動イメージではこれらの神経回路を賦活させるのに十分でなかった可能性が考えられた。すなわち、感覚運動統合をより促進するような効果を得るためには、触覚などの体性感覚入力を付加するような運動イメージトレーニング²⁴⁾などが有効である可能性が考えられた。

4. 結 論

本研究ではSAIパラダイムを用いて運動イメージが感覚運動統合に及ぼす影響について調べた。その結果、コントロール条件、運動イメージ条件ともに有意なSAIが見られたが、両条件間でSAIの程度は同様であった。これは、運動イメージがSAIで評価される感覚運動統合機能に影響を及ぼさないことを示した。本研究で明らかとなった知見は、運動イメージの神経生理学的効果に対する理解を進めるもので、より効果的な運動イメージ

トレーニング開発の一助となる。

謝 辞

本研究に助成いただいた公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また、本研究を遂行するにあたり大阪大学の野村泰伸教授から多大なご協力をいただきました。心より御礼申し上げます。

文 献

- 1) S.M. Murphy, Imagery interventions in sport, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **26**. https://journals.lww.com/acsm-mssse/Fulltext/1994/04000/Imagery_interventions_in_sport.14.aspx. (1994)
- 2) C.-J. Olsson, B. Jonsson, L. Nyberg, Internal imagery training in active high jumpers, *Scand. J. Psychol.*, **49**, 133-140. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2008.00625.x>. (2008)
- 3) I. Zijdwind, S.T. Toering, B. Bessem, O. Van Der Laan, R.L. Diercks, Effects of imagery motor training on torque production of ankle plantar flexor muscles, *Muscle Nerve.*, **28**, 168-173. <https://doi.org/10.1002/mus.10406>. (2003)
- 4) A. Pascual-Leone, D. Nguyet, L.G. Cohen, J.P. Brasil-Neto, A. Cammarota, M. Hallett, Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills, *J. Neurophysiol.*, **74**, 1037-1045. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.74.3.1037>. (1995)
- 5) L.P. McAvinue, I.H. Robertson, Measuring motor imagery ability: A review, *Eur. J. Cogn. Psychol.*, **20**, 232-251. <https://doi.org/10.1080/09541440701394624>. (2008)
- 6) H.H. Ehrsson, S. Geyer, E. Naito, Imagery of Voluntary Movement of Fingers, Toes, and Tongue Activates Corresponding Body-Part-Specific Motor Representations, *J. Neurophysiol.*, **90**, 3304-3316. <https://doi.org/10.1152/jn.01113.2002>. (2003)
- 7) P.M. Rossini, Corticospinal Excitability Modulation to Hand Muscles During Movement Imagery, *Cereb. Cortex.*, **9**, 161-167. <https://doi.org/10.1093/cercor/9.2.161>. (1999)
- 8) L. Fadiga, G. Buccino, L. Craighero, L. Fogassi, V. Gallese, G. Pavesi, Corticospinal excitability is specifically modulated by motor imagery] a

- magnetic stimulation study, *Neuropsychologia*, **37**, 147–158. (1999)
- 9) R. Hashimoto, J.C. Rothwell, Dynamic changes in corticospinal excitability during motor imagery, *Exp. Brain Res.*, **125**, 75–81. <https://doi.org/10.1007/s002210050660>. (1999)
 - 10) J.C. Rothwell, M.M. Traub, B.L. Day, J.A. Obeso, P.K. Thomas, C.D. Marsden, MANUAL MOTOR PERFORMANCE IN A DEAFFERENTED MAN, *Brain.*, **105**, 515–542. <https://doi.org/10.1093/brain/105.3.515>. (1982)
 - 11) M. Wiesendanger, T.S. Miles, Ascending pathway of low-threshold muscle afferents to the cerebral cortex and its possible role in motor control, *Physiol. Rev.*, **62**, 1234–1270. <https://doi.org/10.1152/physrev.1982.62.4.1234>. (1982)
 - 12) J. Rothwell, P. Thompson, B. Day, S. Boyd, C. Marsden, Stimulation of the human motor cortex through the scalp, *Exp. Physiol.*, **76**, 159–200. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1991.sp003485>. (1991)
 - 13) A. Sailer, G.F. Molnar, G. Paradiso, C.A. Gunraj, A.E. Lang, R. Chen, Short and long latency afferent inhibition in Parkinson' s disease, *Brain.*, **126**, 1883–1894. <https://doi.org/10.1093/brain/awg183>. (2003)
 - 14) H. Tokimura, V. Lazzaro, Y. Tokimura, A. Oliviero, P. Profice, A. Insola, P. Mazzone, P. Tonali, J.C. Rothwell, Short latency inhibition of human hand motor cortex by somatosensory input from the hand, *J. Physiol.*, **523**, 503–513. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00503.x>. (2000)
 - 15) M. Fischer, M. Orth, Short-latency sensory afferent inhibition: conditioning stimulus intensity, recording site, and effects of 1 Hz repetitive TMS, *Brain Stimulat.*, **4**, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2010.10.005>. (2011)
 - 16) H. Devanne, A. Degardin, L. Tyvaert, P. Bocquillon, E. Houdayer, A. Manceaux, P. Derambure, F. Cassim, Afferent-induced facilitation of primary motor cortex excitability in the region controlling hand muscles in humans, *Eur. J. Neurosci.*, **30**, 439–448. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06815.x>. (2009)
 - 17) Z. Ni, S. Charab, C. Gunraj, A.J. Nelson, K. Udupa, I.-J. Yeh, R. Chen, Transcranial Magnetic Stimulation in Different Current Directions Activates Separate Cortical Circuits, *J. Neurophysiol.*, **105**, 749–756. <https://doi.org/10.1152/jn.00640.2010>. (2011)
 - 18) R.F.H. Cash, R. Isayama, C.A. Gunraj, Z. Ni, R. Chen, The influence of sensory afferent input on local motor cortical excitatory circuitry in humans: Effects of sensory input on SICF, *J. Physiol.*, **593**, 1667–1684. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.286245>. (2015)
 - 19) N. Kaneko, H. Yokoyama, Y. Masugi, K. Watanabe, K. Nakazawa, Phase dependent modulation of cortical activity during action observation and motor imagery of walking: An EEG study, *NeuroImage.*, **225**, 117486. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117486>. (2021)
 - 20) M.J. Asmussen, C.M. Zapallow, M.F. Jacobs, K.G.H. Lee, P. Tsang, A.J. Nelson, Modulation of Short-Latency Afferent Inhibition Depends on Digit and Task-Relevance, *PLoS ONE.*, **9**, e104807. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104807>. (2014)
 - 21) E. Gerardin, Partially Overlapping Neural Networks for Real and Imagined Hand Movements, *Cereb. Cortex.*, **10**, 1093–1104. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.11.1093>. (2000)
 - 22) R.M. Hardwick, S. Caspers, S.B. Eickhoff, S.P. Swinnen, Neural correlates of action: Comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution, *Neurosci. Biobehav. Rev.*, **94**, 31–44. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.08.003>. (2018)
 - 23) T. Kato, A. Sasaki, K. Nakazawa, Disinhibition of short-latency but not long-latency afferent inhibition of the lower limb during upper-limb muscle contraction, *NeuroReport.*, **34**, 280–286. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000001889>. (2023)
 - 24) N. Mizuguchi, T. Yamagishi, H. Nakata, K. Kanosue, The effect of somatosensory input on motor imagery depends upon motor imagery capability, *Front. Psychol.*, **6**. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00104>. (2015)