

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2005～2007

課題番号：18500451

研究課題名（和文） 末梢運動解析から脳機能をさぐる

研究課題名（英文） Investigation of cortical motor area from analysis of peripheral motor excutions.

研究代表者

米田 継武 (TSUGUTAKE YONEDA)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：10053252

研究成果の概要（和文）：

随意的に素早い筋運動が投・跳・打・蹴などの日常動作の根本にありその神経機構が、主として大脳皮質由来の機能に依存するという立場で研究を進めた。可能な限り素早い随意運動は神経系の筋制御方式の中でもフィード・フォワード式であることが判っているが、その変容性や個人差等が不明である。本研究はその制御特性を解明するために以下の小目的を解明しようとして実行された。すなわち、①素早い力発揮の所要時間のトレーニング変容、②1側動作における両側運動皮質の振る舞い。③素早い力発揮時の運動単位脱動員に関連する皮質活動電位を捉える、④皮質運動プログラムの画一性検討、である。

結果として、研究①；力目標のある素早い随意運動は力目標上からも神経生理学的にもトレーニング効果が認められた。その効果は適切な課題なら日内現象として捉えられる。研究②；1側（片側）の素早い運動には反対側の活動が随伴する。1側筋活動の神経計画も素早い場合には両半球性の構築過程がある可能性がある。研究③；運動野では全筋活動以前の単一運動単位レベルを操作すると考えられる皮質事象関連電位が記録されたが、詳細な言及は出来ない。研究④；区間積分を用いた連続的変動係数（CV）の観察から、フィード・フォワード制御の素早い運動のプログラムフローは、フィード・バック制御である緩徐な力発揮のそれよりも変動性が低く画一性が高い、等々の所見を得た。

研究成果の概要（英文）：

The neural mechanism for the rapid voluntary movements such as kicking or jumping, has been postulated to be derived from the stereotyped neural program of the cerebral cortex. This means that results of force exertion must be depended on precision of the program made by the cerebral cortex. This study has been carried out to study the purposes followed, (1) trainability of rapid force exertion, (2) behavior of hemispheres during rapid movement, (3) cerebral activity during single motor unit activation, (4) variability of cerebral command in the same force exertions.

The results and discussions were concluded as; ① the on-off neural program of ballistic (rapid) force exertion could change in a short term even in a day. ② Neural program of on hand rapid force exertion might be possible to be constructed over two hemisphere. ③ Unidentified cortical event related potentials to single motor unit activity were recorded. ④ The uniformity of neural activity for feed forward force control was observed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	1,500,000	0	1,500,000
2006年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	570,000	3,970,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：脳高次機能学

1. 研究開始当初の背景

随意的に素早い筋運動が投・跳・打・蹴などの日常動作の根本にありその神経機構が、主として大脳皮質由来の機能に依存するという立場で研究を進めた。研究の基本は運動の元になる動き以前の力発生解析であり、パラメータは研究開始以来筋電図放電量（時系列区間解析）、筋電図周波数特性、および随伴する脳電位活動特性である。

現象の一般的事実抽出に主眼をおいた1、2年目の研究によって、素早い運動の練習効果が神経生理学的に認められること、それが日内の短期でも確認された。そこで3年目は個人差や加齢に伴う特性変化を明らかにすることを旨としたが、新たに適切有効なパラメータを求める必要が生じ、それは中枢神経プログラムの何らかの特性を直接表示するものでなければならなかった。実際には神経筋統合の観点から研究手法として用いて来た筋電図学上の利点を活用することで打開を図った。制御パラメータの確立には中枢性の機序背景、中でも1側（片手のみ）運動の神経支配が中枢側でも実行されているかどうかという確認、中枢指令は計画を挿入して行う論理的な必要が生じた。そこで研究は4つの方向性で進められることになった。つまり、(1)素早い力発揮の所要時間のトレーニング変容、(2)1側動作における両側運動皮質の振る舞い。(3)素早い力発揮時の運動単位脱動員に関連する皮質活動電位を捉える、(4)皮質運動プログラムの画一性検討、等であった。

本計画進行に当たっては格別に新たな手法の導入を必要ではなかったので順調にデータ蓄積を果たしたが、前述した論理上の課題解決のために、申請時の目的だった加齢との関連性を明らかにし高齢者の生活改善に

資するという大目的に到達しなかったことと学会発表を行い（国内2と国際2但し後者の一つは21年6月）論文の執筆が可能な状況に到達しつつ現時点では投稿中で公刊されていないことが大なる反省点である。

進度の低い状況が中途にあったが総じて将来の個人差の類型特定研究や力のみでなく実際のすばやい‘運動’に適用を拡張して行くより実際的な研究に進める土台は確実に構築されてきた。

2. 研究の目的

可能な限り素早い随意運動は神経系の筋制御方式の中でもフィード・フォワード式であることが判っている。この制御特性を明らかにするために以下の小目的を達成することとした。(1)素早い力発揮の所要時間のトレーニング変容、(2)1側動作における両側運動皮質の振る舞い。(3)素早い力発揮時の運動単位脱動員に関連する皮質活動電位を捉える、(4)皮質運動プログラムの画一性検討。

3. 研究の方法

研究内容に理解を示し任意で参加した多くの被験者を対象に進めた。素早い運動としての運動課題は「膝関節の伸展動作」である。但し随意収縮だが等尺性なので関節変位のない力発生を記録することになる。力課題の設定は最大筋力(MVC)を基準にその10、30、50%の三段階目標としたが、のちに放電活動の変動性検討実験の場合には30%MVCのみの目標で行った。力発生経過を荷重変換器で信号化しその際に主動筋群（大腿直筋、外側広筋、内側広筋）、拮抗筋群（大腿二頭

筋、半腱様筋)の筋放電活動を表面筋電図法によって記録した。力のパラメータは力量(F)、収縮時間(Tfp)、力発生率(df/dt)。筋電図パラメータは筋放電持続時間(Edt)、単位時間設定の区間積分量(iemg・div)であった。中枢指令の変動性の検討はこの区間積分筋電図の連続した区間の変動としてあらわした。

なおこの研究は順天堂大学スポーツ健康科学部研究倫理委員会の承認を受けた。

4. 研究成果

(1)素早い力発揮の所要時間のトレーニング変容について：

素早い随意運動の神経プログラムは紋切り型であるといわれてきたが、反復練習によって可塑的変容が生じるという報告もある。また同日内における素早い随意運動の反復練習が練習効果を引き起こすかどうかを、EMGを用いて検証した。その結果、練習によってカピークまでの時間が減少した。そしてEMGの観点から、筋放電時間の減少が観察された。トレーナボリテイは長期間でも日内でも確認された。

(2)1側動作における両側運動皮質の振る舞いについて：

1側(片側)の素早い運動には反対側の活動が随伴する。1側筋活動の神経計画も素早い場合には両半球性の構築過程がある可能性がある。

(3)素早い力発揮時の運動単位脱動員に関連する皮質活動電位を捉える：

運動野では全筋活動以前の単一運動単位レベルを操作すると考えられる皮質事象関連電位が記録されたが、詳細な言及は出来ない。

(4)皮質運動プログラムの画一性検討：

フィード・フォワード制御の素早い運動のプログラムフローはフィード・バック制御である緩徐な力発揮のそれよりも画一性が高い、等々の所見を得た。

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0件)

[学会発表] (計4件)

1)Yamanaka, K., Sasada, S & Yoneda, T. Electromyographical changes of repetitive ballistic contraction task in short term. ECSS Lausanne, 2006

2)緒方惟真,大川雄介、木藤友規、米田継武 同一力発揮反復と筋放電量
日本運動生理学会、帝塚山大学、2008

3)米田継武、木藤友規；片手での素早い力発揮に付随する反対側筋活動について、日本バイオメカニクス学会大会、仙台大学、2008

4)Yoneda, T., Ogata, K., Uchida, Y. Kito, T. & Ehara, Y. Characteristic variation of muscle discharge during ballistic force exertion.
European Workshop of Movement science(EWMS) 2009 (submitted,2008)

[図書] (計0件)

[産業財産権]
なし

○出願状況 (計0件)

以下、特許関連事項内容は特に無し。

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

以下、特になし。

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

6. 研究組織

(1)研究代表者

米田 継武 (TSUGUTAKE YONEDA)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・教授
研究者番号：10053252

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし