

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 28 日現在

機関番号：32509

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500751

研究課題名(和文) 両側性および一側性トレーニングの効果における特異性を生み出す生理学的機構

研究課題名(英文) Physiological mechanism mediating the specificity of bilateral and unilateral training

研究代表者

谷口 有子 (TANIGUCHI, YUKO)

国際武道大学・体育学部・教授

研究者番号：80217140

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円、(間接経費) 600,000円

研究成果の概要(和文)：スポーツの動作には、水泳の背泳のように四肢を左右交互に動かすものと、平泳ぎのように両側同時に動かすものがある。また、スポーツにおいては、素早い筋力発揮を要求される場面が多くみられる。そこで、両側同時、または一側単独のすばい筋力発揮トレーニングを行わせた。脳波と筋電図を用いて、行ったトレーニングが両側性か一側性かによって反応動作時の筋力発揮レベルや反応時間の変化を比較・分析し、トレーニングによる変化のメカニズムを検討しているところである。

研究成果の概要(英文)：Sports motions include alternating movement of the four limbs, such as backstroke swimming, and simultaneous movement, such as breast stroke swimming. Rapid exertion of muscle force is frequently required in sports. I performed electroencephalography and electromyography in subjects before and after the training of rapid exertion of simultaneous bilateral or unilateral muscle force to investigate the mechanism of training-induced changes.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：トレーニング 両側性功能低下 反応時間 筋力 CNV

1. 研究開始当初の背景

上肢あるいは下肢において両側同時に動作を行った場合、一側単独の場合と比較して両側性機能低下(bilateral deficit)が観察されることが数多く報告されている(Henry & Smith, 1961; Howard & Enoka, 1991; Koh et al., 1993; Oda & Moritani, 1995; Ohtsuki, 1981a, 1981b, 1983; Rube & Secher, 1990; Schantz et al., 1989; Secher et al., 1978, 1988; Vandervoort et al., 1984; Di Stefano et al., 1980; Jeeves, 1969; Jeeves & Dixon, 1970; Kerr et al., 1963)。現在、両側性機能低下に関与していると考えられている主なメカニズムは、a)注意の分散、b)相反性抑制、c)大脳半球間抑制の3つである(Howard & Enoka, 1991; Koh et al., 1993; Oda & Moritani, 1995; Ohtsuki, 1994)。

この両側性機能低下に対してレジスタンス・トレーニングが及ぼす効果については、両側性トレーニングを行うと両側同時条件での力発揮が増加し、一側性トレーニングを行うと一側単独条件での力が増加するというトレーニング効果の特異性が存在する(谷口, 1993, 1994, Taniguchi, 1997)が、反応スピードトレーニングでは、反応時間自体は短縮するものの、その効果にはレジスタンス・トレーニングに見られるような lateral specificity がみられないことが明らかになっている(Taniguchi, 1999a)。これまでのところ、トレーニングが両側性機能低下に及ぼす影響についての縦断的研究は、申請者の研究(谷口, 1993, 1994; Taniguchi, 1997, 1998, 1999a, 1999b)以外にはほとんど見られず、そのメカニズムについては現在までほとんど研究されていない。

また、筋力発揮時にみられる両側性機能低下と反応時間に見られるそれとは異なるメカニズムによって制御されている可能性が示唆されているが(谷口, 2001)、それぞれのメカニズムはこれまで個別に検討されてきており、同一の動作様式を用いて両者を調べた研究はまったく見当たらない。

2. 研究の目的

上述の研究背景から、両者の違いが「筋力発揮」と「反応時間」という課題の差によるものなのか、用いられた動作の違いによるものなのかを明らかにするために、同一動作(等尺性示指外転動作)を用いて、筋力発揮時および反応時間課題遂行時の脳波を解析することによって、それぞれの両側性機能低下のメカニズムを比較検討する。

その上で、「トレーニングによる両側性機能低下の特異的修飾」に大脳皮質レベルのメカニズムである a), c)がどのように関与しているかを、反応刺激に対する注意や予期と関連している脳波の成分を分析して検討する。

3. 研究の方法

(1)被検者

体育大学学生 24 名を両側トレーニング群 8 名、一側トレーニング群 8 名、対照群 8 名に分けた。被検者には、実験の趣旨について説明し、実験参加の同意を得た。なお、本研究は国際武道大学倫理規則に基づき、研究倫理委員会で承認された研究である(審査番号 11011)。

(2)実験手続

被験者の前方に設置した黒いパネル上の発光ダイオードの点灯による視覚刺激に対して、できるだけすばやく等尺性示指外転筋力を発揮する単純反応時間課題を実施した。被験者間でランダムな順序で、両側同時、一側左、一側右の3条件を実施した。各条件は、20 試行を 1 セットとし、2 セットずつ行った。

(3)測定項目(図 1)

筋力: ロードセルとストレインアンプからの信号を PowerLab に取り込み、各試行の等尺性筋力を記録した。

筋電図: アクティブ電極型筋電図センサ(FA-DL-141)、アナログインターフェース(FA-DL-720)からの信号を脳波計(日本光電株式会社製、Neurofax EEG-1100)に取り込み、反応課題遂行中に左右の手の第一背側骨間筋から表面筋電図を記録した。

脳波: 脳波用皿電極と脳波計を用い、国際式 10-20 電極配置法により、C₃、C₄、C_z から反応課題遂行中の脳波を記録した。

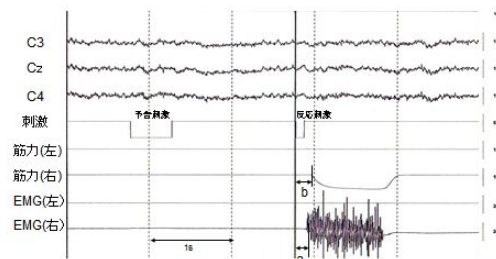


図1. 反応時間計測の一例(一側右課題)

a: Premotor time (EMG-RT): 反応刺激示時点から筋放電開始時点まで
b: Movement time: 反応刺激示時点から力曲線の立ち上がり時点まで
b - a: Motor time: Movement time - EMG-RT

(4)測定時期

トレーニング開始前、3 週後に測定を実施した。

(5)トレーニング内容

測定と同じ装置を用いて、発光ダイオードの点灯による視覚刺激に対して、できるだけすばやく示指外転の等尺性筋力を発揮する単純反応時間課題を、10 回×2 セット、週 3 日、3 週間行った。これを両側トレーニング群は両手同時に、一側トレーニング群は片手ずつ左右の手について行った。対照群はトレーニングを行わなかった。

トレーニング中の筋電図および等尺性筋力も記録した。

(6)分析項目

反応時間：筋電図および筋力の測定から得たデータから、素早さの指標として EMG-RT（反応刺激呈示から筋放電立ち上がりまで）、Movement Time（反応刺激呈示から筋力立ち上がりまで）、Motor Time（筋放電立ち上がりから筋力立ち上がりまで）を計測した。両側同時、一側左、一側右の条件別に、まず誤反応、尚早反応、遅延反応を除き、残った試行の平均値±2標準偏差を超える値を除外し、さらに筋力の分析により除外となった試行を除いた試行の平均値を算出した。

筋力：各試行の等尺性筋力の最大値を計測し、反応時間と同様、両側同時、一側左、一側右の条件別に、まず誤反応を除き、残った試行の平均値±2標準偏差を超える値を除外し、さらに反応時間の分析により除外となった試行を除いた試行の筋力の平均値を求めた。

脳波：各電極別、各条件別に脳波を加算平均し、反応刺激に対する注意や予期と関連しているとされる随伴性陰性変動(CNV)(図2)の振幅を計測した。また、反応動作時点から逆行性に脳波を加算平均し、運動関連脳電位(movement-related cortical potential)と類似した意味を持つ response-locked activity(図3)(Taniguchi, et al., 2001)の振幅も計測した。

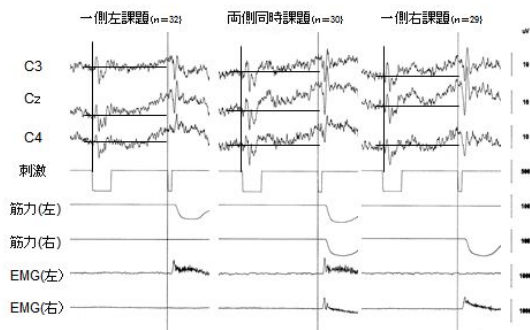


図2. 各課題条件別加算波形の一例

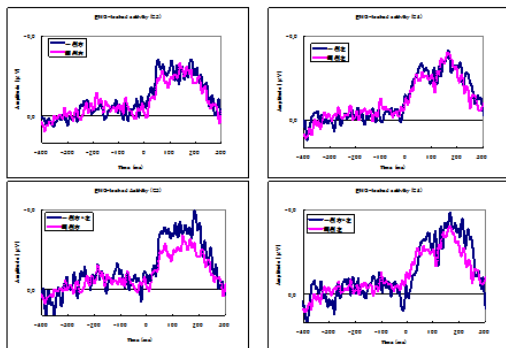


図3. 課題別response-locked activityの一例

4. 研究成果

研究助成期間の1年目は、筋力・反応時間測定装置に改良を加えた(図4、図5)。

2年目は、新たな筋電図記録システムを導入したため、予備実験を実施し、新しい実験システムを検証した。

これらの改良により、実験のスムーズな遂行が可能になり、筋電図のS/N比も向上した。



図4 実験風景(改良前)

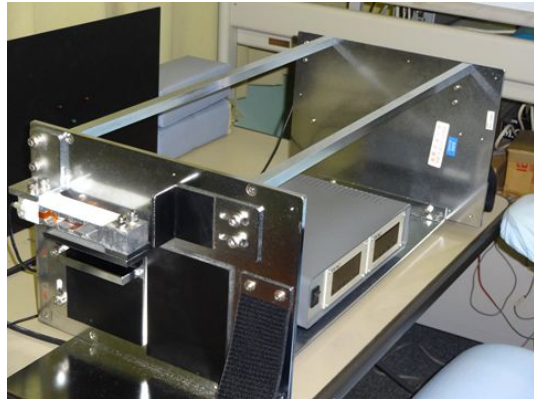


図5 筋力・反応時間測定装置(改良後)

最終年度は、本実験を実施した。

現在、両側同時、一側左、一側右の条件別に、以下の観点から分析を進めている。

- (1) トレーニング経過
 - トレーニングによる反応時間の変化
 - トレーニングによる筋力の変化
 - 上記2項目についての両側トレーニング群、一側トレーニング群間の比較
- (2) トレーニング前後の比較
 - トレーニングによる反応時間の変化
 - トレーニングによる筋力の変化
 - トレーニングによる反応準備期および反応実行期の脳波振幅の変化
 - 上記3項目の3群間の比較
- (3) 各変数間の関係
 - 反応準備期および反応実行期の脳波振幅の増減と筋力の増減との関係
 - 反応準備期および反応実行期の脳波振幅の増減と反応時間の増減との関係
 - 上記2項目とトレーニングの種類との関係

これらの結果と先行研究論文の知見を総合し、「トレーニングによる両側性機能低下の特異的修飾」に大脳皮質レベルのメカニズムである「注意の分散」や「大脳半球間抑制」がどのように関与しているかを総合的に考察する。結果がまとめ次第、学会発表および論文等として公表する準備を進めている。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

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)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷口 有子 (TANIGUCHI YUKO)

国際武道大学・体育学部・教授

研究者番号: 80217140

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: