

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500703

研究課題名（和文） 箸操作のラテラルリティと視覚・認知フィードバック系の関連に関する筋電図学的研究

研究課題名（英文） The relationship between the laterality of chopstick manipulation and vision-recognition feed-back system in humans : Electromyograph analyses

研究代表者

立屋敷 かおる (TACHIYASHIKI KAORU)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：20119324

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は箸操作の左右差と視覚・認知フィードバック系との関連を明らかにすることである。そのため、健康成人に開眼と閉眼の状態で利き手と非利き手で箸操作のトレーニングを2日に1度10日間実施した。トレーニングの前と後における手の屈曲・伸展の各動作及び箸の操作を行ったときの短母指屈筋、浅指屈筋、腕橈骨筋、橈側手根屈筋の放電量を比較・検討した。その結果、箸操作のトレーニングによって神経筋協応能が改善されることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the present study is to elucidate the relationship between the laterality of chopstick manipulation and vision-recognition feed-back system in healthy human subjects. The effects of training on the transfer time of the stick sample by chopsticks in the dominant hand non-dominant hand were examined in the vision-free and vision cutoff conditions. In the present study, electromyograms of flexor pollicis brevis, flexor digitorum superficialis, brachio radialis and flexor carpi radialis muscles discharged during hand flexion, hand extension and pickup of stick sample with chopsticks were analyzed before and after training. From these results, training of chopstick manipulation improved nerve-muscle coordination.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：健康と食生活、食関連動作とラテラルリティ

1. 研究開始当初の背景

ヒトの上肢や手を主に使う運動または動作には、利き手が非利き手より優位な現象があること、すなわち片側優位 (Lateral dominance) が認められている。この現象は腕や手を支配している脳の機能が非対称であることから、脳内のニューロンネットワーク

クの機能的な差を反映しているものと推定されている。上肢や手の運動や動作に対する片側優位を規定する要因は、遺伝によるもの、または後天的な環境によるもの、あるいはそれらの要因が複雑に関連しているもの等が報告されているが、その実体については現在明確にされていない。

一方、利き手側が骨折や怪我などの運動機能障害によって使えないときには非利き手のみで行う必要が生ずる。また、日常生活の中でも利き手が使えない場合、食事あるいは調理の際にも非利き手を使うことが多い。そのため、非利き手による上肢の調節能やパフォーマンス（作業量）は、生活科学、家政学、看護、福祉、神経科学、人間工学、スポーツ科学、リハビリテーション医学などの分野で注目されている。

最近、私たちは箸とスプーンの動作には利き手と非利き手との間に有意な差があり、その差の程度は箸がスプーンより高いこと、箸のトレーニングを繰り返して行くと利き手より非利き手のトレーニング効果の方が大きいこと、そのトレーニング効果はトレーニング終了後 45 日間経過しても保持されていること（立屋敷かおる他：日本調理科学会誌、38：350-354、2005）、箸の操作時に視覚を遮断すると利き手と非利き手ともに作業量が低下し、その低下の程度は非利き手が利き手より著しく大きいこと、箸で対象物を挟む際の調節能に対する視覚の関与は利き手より非利き手がより大きいこと（立屋敷かおる、今泉和彦：日本調理科学会誌、38：236-242、2005）等を明らかにした。また、包丁による切る操作の作業量や調節能は非利き手より利き手が優位であること、利き手で切る動作では非利き手と連動した調節系の動作がみられるが、非利き手の場合にはこのような連動した調節系の動作特性がみられないこと等を示した（立屋敷かおる他：日本調理科学会誌、39：31-35、2006）。

以上のような箸や包丁の操作に関わる動作特性には脳神経系のうちでも特に視覚・認知系の関与が大きいものと推定されるが、上肢や手の運動または動作における片側優位の現象と視覚・認知系との関連はほとんど解明されていない。この点を明らかにすることは生活科学や調理科学の立場から重要である。

一般に、上肢や手の運動では運動制御系と体性感覚系のフィードバック機構が作動し、このメカニズムによって外界を弁別・認知すると共に、より効率的な運動が発現するものと考えられている。ところが、箸を利き手と非利き手で使用する動作に対して視覚・認知系のフィードバック系がどのように関与しているのか、さらに、これらの差がトレーニングを繰り返したときにどのように変わっていくのかについては現在明確にされていない。この不明な点を明確にすることは、食を科学する上で重要であり、特に食に関わる生活科学、看護、福祉などの観点からみてもきわめて重要である。

本研究の着想に至った背景については、約 10 年前に私達が実施した投球動作の片側優

位に関する研究（今泉和彦、立屋敷かおる他：利き手投げと非利き手投げにおける投動作パターンおよび投距離の比較とその解析、体力科学、46：161-177、1997）を実施したときまで遡る。特に投動作に習熟した被験者と習熟しない被験者の投動作は、いずれも利き手と非利き手の差が著しかったが、非利き手の投動作は投の熟練度に関係なくほぼ同じであることを見出したことである。また、箸操作のトレーニング効果は非利き手が利き手より明らかに大きく、トレーニング終了後 1 ヶ月半経過しても保持されることを明らかにしたことである（立屋敷かおる他：日本調理科学会誌、38：350-354、2005）。

2. 研究の目的

本研究の目的は、箸操作の利き手と非利き手によるラテラルリティの差を筋電図学的に明らかにし、そのラテラルリティの差がトレーニングによってどのように変わるのかを明らかにすることである。この目的を遂行するため、本研究では、成人を対象として箸を用いて開眼と視覚遮断の条件下で試料を移動させる作業を継続的に実施し、作業時間を指標として開眼と視覚遮断の条件下でトレーニング効果を検討する。また、箸の操作時に主として使う上肢及び前腕の主働筋の放電量を表面筋電計で測定・解析し、その放電パターンの変化から箸操作のラテラルリティと視覚認知フィードバック系が如何に関わっているかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 視覚遮断による箸操作時の利き手と非利き手のトレーニング効果：

健康な成人（ $n=6$ ）を被験者として開眼条件下と視覚遮断条件下で、箸を用いて利き手と非利き手において試料を移動させる作業を 2 日に 1 度 10 日間実施し、その時のパフォーマンス（試料の移動時間、からぶり回数、移動試料数等）を測定・解析した。そのプロトコルを図 1 に示した。

(2) 箸操作時の利き手と非利き手のトレーニング効果の筋電図学的解析：

上記 (1) のトレーニングが上肢と手の動作に影響するか否かを明らかにするため、四種類（図 3）の上肢と手の骨格筋の動作によって出現する放電量を測定・解析し、それらの利き手と非利き手との差を明らかにした。筋放電測定時の具体的な動作を図 2 に示した。

①筋電図の測定：筋放電の測定・解析は、筋電図データ収録・解析装置システム（Multichannel Amplifier MEG-6108、日本光電）を用いて行った。測定時 Sampling rate = 5V、相対速度 = 100/s、周波数は Lo-cut = 15Hz、Hi-cut = 3kHz とした。測定時の

- (1) 試料数： 移動試料数＝6個
- (2) 試行制限時間： 3分間
- (3) 測定項目：
 - ・ 試料移動所要時間（正味移動時間、調節時間、総移動時間）
 - ・ からぶり回数
 - ・ 移動試料数
 - ・ 打ち切った場合の移動試料数
- (4) 試行順序： 開眼 → 視覚遮断
 - 1セット目
利き手→非利き手（2分間休憩） 利き手→非利き手
↓（2分間休憩）
 - 2セット目
非利き手→利き手（2分間休憩） 非利き手→利き手
- (5) 視覚遮断条件： 立体型安眠マスク（中山式産業）着用

図1 箸による試料移動試行のパフォーマンス測定

I. 屈曲動作

手の平を上にして、手の平にのせた硬い球体を、指のみで強く握るようなイメージで握る。以下の1～6の動作を2回繰り返す。

- 1 全指で強く握って下さい。（5秒間）
- 2 止めて下さい。（約20秒）
- 3 親指以外の指（4本の指）で強く握って下さい。
- 4 止めて下さい。（約20秒）
- 5 親指で強く握って下さい。（5秒間）
- 6 止めて下さい。（繰返す前に1分間あける）

⇩（1分以上あける）

II. 伸展動作

手の平を上にして、すべての指を自然な状態（伸しも、曲げもせず）にしておく。以下の1～6の動作を2回繰り返す。

- 1 全指を強く伸して下さい。（5秒間）
- 2 止めて下さい。（約20秒）
- 3 親指以外の指（4本の指）を強く伸して下さい。（5秒間）
- 4 止めて下さい。（約20秒）
- 5 親指を強く伸して下さい。（5秒間）
- 6 止めて下さい。（繰返す前に1分間あける）

⇩（1分以上あける）

III. 箸の操作

お腕に試料を1個入れ、箸を腕の手前に置いておく。以下の1～4の操作を2回繰り返す。

- 1 箸を持って下さい。
- 2 試料を挟み、持ち上げて、落ちないように挟んでいて下さい。（5秒間）
- 3 試料を戻して下さい。
- 4 箸を置いて下さい。（繰返す前に20秒間あける）

図2 屈曲動作（I）、伸展動作（II）及び箸の操作（III）における筋放電測定

Sensitivity=20 または $50\mu\text{V/V}$ とした。電極は Vitrode F（日本光電）を用いた。いずれの骨格筋とも電極間距離を約3.5cmとした。電極は測定部位を消毒用アルコールで拭いた後貼付した。

(3) 被験者の参加・同意：

本研究を実施するに当たり、被験者予定者には事前に研究の目的、内容、計画等を十分説明し、本人の意志を確認した後に参加の同意を得た。

本研究はヘルシンキ宣言「人間を対象とする医学研究の倫理的原則」に則して実施した。

4. 研究成果

(1) 基礎的検討：

本研究では、まず成人を対象として箸を用いて利き手と非利き手で試料を移動させたときの upper 肢及び前腕の筋放電量と放電パターンを測定・解析するための基礎的検討を行った。特に、試料を移動させたときの筋の放電量と放電パターンが利き手と非利き手でどのように異なるかについて種々の条件下で検討した。その結果、研究に協力したすべての被験者において手と前腕の四種類の骨格筋（短母指屈筋 (M. flexor pollicis brevis)、浅指屈筋 (M. flexor digitorum superficialis)、腕橈骨筋 (M. brachio radialis) および橈側手根屈筋 (M. flexor carpi radialis)）の動作特性と筋放電パターンがほぼ共通の筋放電パターンが得られた。そのため、本研究では上記四種類の筋を用いて検討した（図3）。

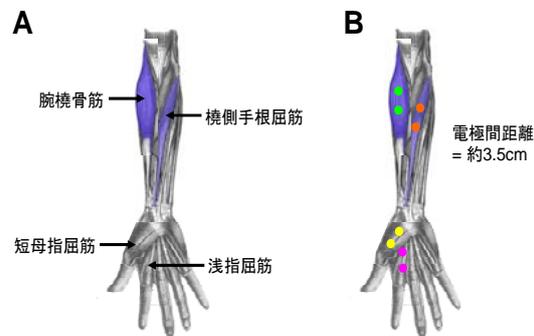


図3 筋放電測定のための骨格筋部位（A）と各筋の電極貼付部位（B）

(2) 視覚遮断による箸操作の利き手と非利き手のトレーニング効果：

10日間の箸操作のトレーニングを開眼と視覚遮断条件下に利き手と非利き手でを行った。開眼条件下での試料移動時間は利き手より非利き手で1.67～2.43倍高く、視覚遮断条件下のそれは1.31～2.82倍高かった。また、非利き手における箸操作の試料移動時間は視覚遮断が開眼より3.33～5.29倍と著しく高く、こ

の差は主として認知・知覚系のフィードバック系が関わると考えられている調節時間に深く関与することが明確となった。同様の現象は、利き手の箸操作の時間についても認められ、開眼でも視覚遮断でも箸操作の動作には認知・知覚系のフィードバック系の調節作用が重要な役割を担っていることが示唆された。本研究で得られた結果では、特に視覚遮断条件下での個体間のバラツキが大きく、視覚遮断における箸操作の習熟には10日間のトレーニングより長い期間が必要であることが示唆された。

(3) 視覚遮断による箸操作の利き手と非利き手のトレーニング効果の筋電学的解析：

①利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の筋放電パターンの比較(図4)：

本研究で得られた箸操作のトレーニング効果は個体間のバラツキが大きいことを示した。そこで本研究では視覚遮断条件下の非利き手による箸操作時間が測定ごとに約20%短縮した被験者の筋電図特性を比較・検討した。この被験者の利き手ではトレーニング後に試料を挟む上で重要な役割を担っている手の短母

指屈筋と浅指屈筋の放電量がトレーニング前に比べて明らかに少なくなっているのに対し、橈側手根屈筋では試料をつかむ時に強い力を入れた後は暫く弱くなるような調節作用を示し、腕橈骨筋の放電量もトレーニング後に相対的に弱くなり、試料を持つための神経協応能調節作用トレーニングによって変化している可能性が示唆される。一方、非利き手ではその関係がさらに明らかに認められ、試料を持つことが余裕をもって実行されていることが推定されることから、非利き手による箸操作の繰り返しトレーニングを実施するとこの運動に対する神経協応能が高まり、持ち方を含めて微細な箸の動作が習熟していくものと考えられる。

②利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の屈曲運動による筋放電パターンの比較(図5)： 利き手の場合、全指を曲げる屈曲運動については、トレーニング後の方がトレーニング前より相対的に筋放電が少なくなっている。同様の現象は母指以外の指を曲げたときも認められたが、母指のみを曲げたときの筋放電量は四種類の骨格筋とも差

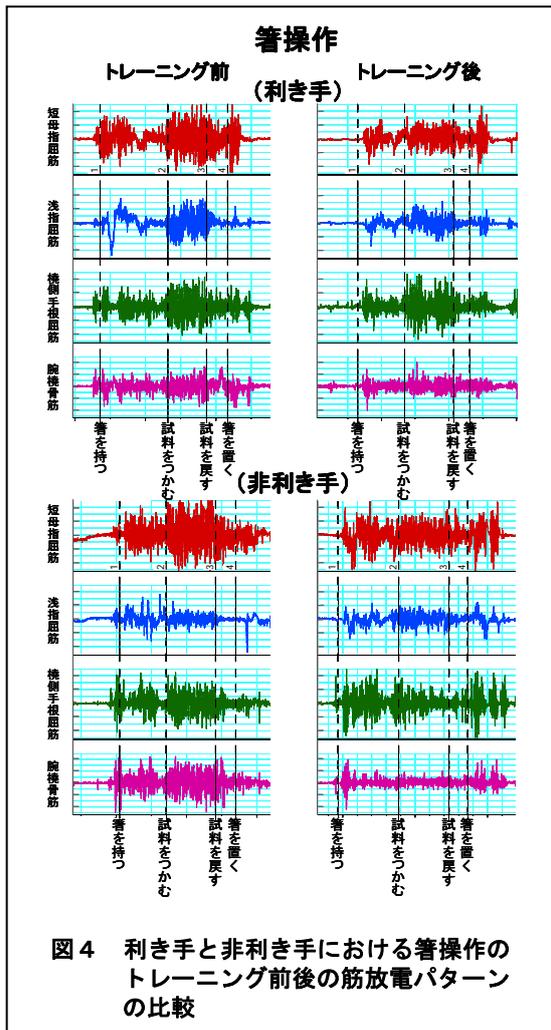


図4 利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の筋放電パターンの比較

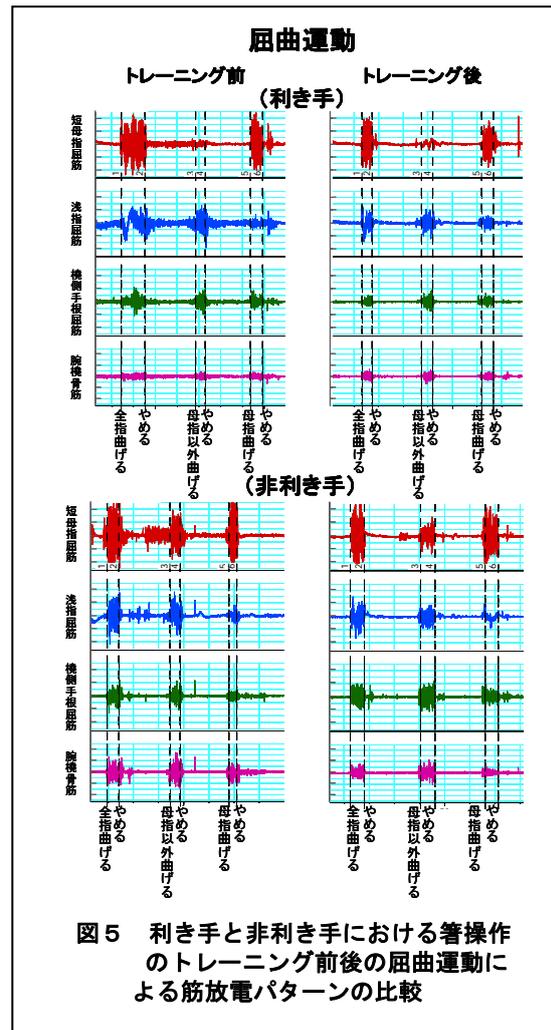


図5 利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の屈曲運動による筋放電パターンの比較

がみられなかった。一方、非利き手の場合、全指を曲げる屈曲運動による筋放電量はトレーニングの前より後の方が腕橈骨筋と浅指屈筋が相対的に低くなっているのに対し、橈側手根屈筋ではトレーニング後の方が筋放電量が大きくなっていった。同様の現象は母指以外の指を曲げた屈曲運動と母指のみを曲げる屈曲運動でも認められた。これらのことから、屈曲運動では手と上肢の筋の放電パターンにトレーニングによる影響が認められ、特に非利き手では箸の動作を繰り返し行っていると、手と指の神経筋協応能の調節系に変化が認められることが示唆される。

③利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の伸展運動による筋放電パターンの比較(図6)：利き手の場合、箸操作のトレーニング後に全指を伸ばしたときの短母指屈筋、浅指屈筋、橈側手根屈筋の放電量はトレーニング前に比べていずれも少なかったが、腕橈骨筋の放電量は変化しなかった。しかし、母指のみを伸ばしたときの短母指屈筋の筋放電量はトレーニングの前より後で明らかに高かった。一方、非利き手の場合、トレーニング

後の全指を伸ばしたときの橈側手根屈筋の筋放電量はトレーニング前より明らかに高かったが、他の骨格筋の筋放電量にはトレーニングによる影響がみられなかった。母指以外の指を伸ばしたときと母指のみ伸ばしたときの腕橈骨筋と浅指屈筋の放電量はトレーニング前よりトレーニング後が明らかに高かった。これらの結果より、非利き手で箸操作のトレーニングを繰り返して行くと、手と上肢の屈筋の神経筋協応能の調節系が作動する可能性が高いものと推定される。

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)

○取得状況(計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

立屋敷 かおる (TACHIYASHIKI KAORU)
上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授
研究者番号：20119324

(2) 連携研究者

今泉 和彦 (IMAZUMI KAZUHIKO)
早稲田大学・人間科学学術院・教授
研究者番号：60145068
(平成20年度～22年度)

谷端 淳 (TANIHATA JUN)
早稲田大学・人間科学学術院・助手
研究者番号：00508426
(平成21年度)

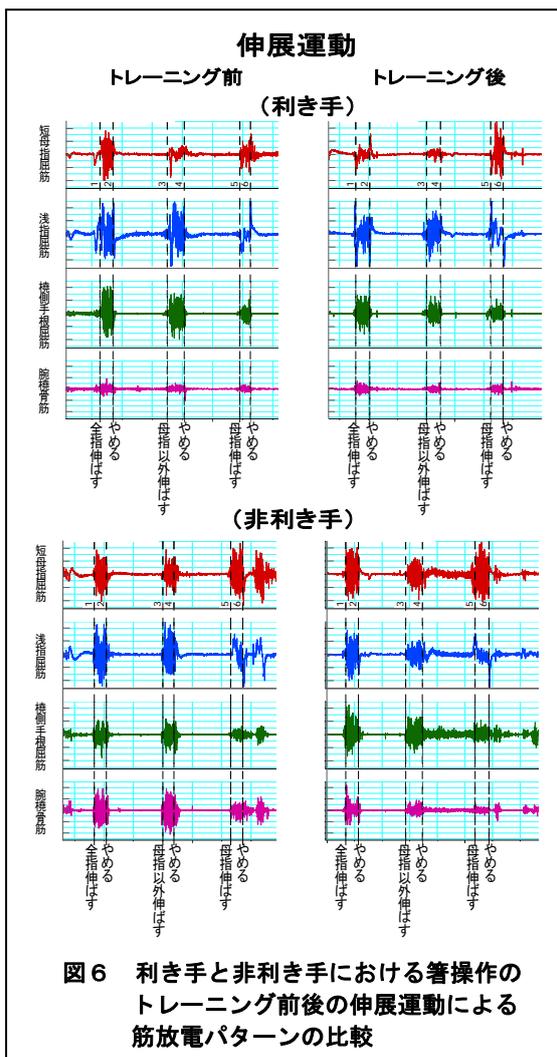


図6 利き手と非利き手における箸操作のトレーニング前後の伸展運動による筋放電パターンの比較