

上肢の調整能における一側優位性に関する検討： 異なる筋力発揮および試行間の比較より

著者	野口 雄慶
著者別名	Noguchi, Takanori
雑誌名	博士学位論文要旨 論文内容の要旨および論文審査結果の要旨 / 金沢大学大学院自然科学研究科
巻	平成20年6月
ページ	559-564
発行年	2008-06-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/26885

氏名	野口 雄慶
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博甲第1036号
学位授与の日付	平成20年3月22日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	上肢の調整能における一側優位性に関する検討—異なる筋力発揮および試行間の比較より—
論文審査委員(主査)	出村 慎一(教育学部・教授)
論文審査委員(副査)	川幡 佳一(教育学部・教授), 寺沢 なお子(教育学部・准教授), 増田 和実(教育学部・准教授), 佐藤 進(金沢工業大学・准教授)

Abstract

This study aimed to examine the laterality of coordination ability in the upper limbs from comparisons among different muscle strength exertions and among trials.

We examined: 1) the difference between the dominant and non-dominant hands in maximal isometric grip and coordinated grip strength exertions using 50 young males (assignment 1); 2) the relationships between the dominant and non-dominant hands from comparisons among trials (i.e. the practice effect) in pursuit rotor tasks, moving beans and purdue pegboard tests using 30 young males (assignment 2); and 3) the effect of bilateral transfer on repeated trials in pursuit rotor tasks using 95 young males (assignment 3).

We observed the following: that laterality appears more marked in movements requiring coordinated strength exertion than in maximum isometric strength exertion; that the improvement in performance with subsequent trials is larger in the dominant hand than in the non-dominant hand; that the practice effect on coordinated movements differs between both hands; and that the effect of bilateral transfer on performances is larger when using the non-dominant hand after the dominant hand than when using the dominant hand after the non-dominant hand.

I. 序論

人には、一側優位性と呼ばれる、片側優位の現象がみられる。一側優位性に関しては、これまで多くの研究が行われてきたが、いくつかの未解決の問題がある。

最大下での調整的な筋力発揮が要求される動作は、最大筋力発揮時と比較して、大脳の興奮水準も低く、神経筋支配比も小さい。動員される筋線維タイプも主に ST 線維が中心となり、活動する筋線維の量も少量である。また最大の特徴として、調整的な筋力発揮時には、目標とする運動課題に対する誤差を修正するフィードバックが行われるため、最大筋力発揮と比較してより複雑な要因が関与すると考えられることから、一側優位性がより顕著に表れる可能性がある。

また、調整能が要求される多くの動作は、はじめからスムーズに行われることは希で、一般的には、何回も同じ動作を反復することで運動プログラムが形成され、円滑な動作の成就が可能となる。規定の動作様式に応じて筋の収縮や弛緩がスムーズに行われ、動作の正確性が高い場合、調整能に優れると解釈される。中枢および末梢神経系の情報や関与する調節機能の違いより、利手と非利手では上述したパフォーマンス変化(練習効果)が異なると考えられる。しかし、各調整能テストにおける練習効果の利手と非利手間の差異に

関しては明らかにされていない。

さらに、調整能の発揮が要求される多くの運動課題において、以前学習したことが後の課題実施時に促進的に働く現象がみられる。中でも、上肢や下肢において、一方からもう一方へと学習の転移が生じることを両側間転移という。この転移について、一方の手で既の実施した課題が、反対側の手で同じ課題を実施する際に正の影響を及ぼすか否か、利手と非利手で、学習の転移が同等であるか、つまり、転移の方向の側性についても明らかにされていない。

本研究では、上肢の調整能の一側優位性を、次の3つの観点から検討することを目的とした。1. 同一部位に対する最大筋力発揮時と最大下での調整的な筋力発揮、つまり異なる筋力発揮時の一側優位性を比較すること、2. 代表値（平均値）の比較のみならず、今まで十分に明らかにされてこなかった、利手と非利手の練習効果の一側優位性について比較すること、3. 学習の両側性転移について、測定順序による転移の発生の有無と、転移が生じる場合、その影響が正あるいは負のいずれに影響をおよぼすか確認することを目的とした。

II. 研究課題

先行研究の検討を踏まえ、本研究において解決すべき研究課題を3つ設定した。まず、明確な結論が得られていない筋力発揮形式の違いによる一側優位性の差異を検討するために、最大筋力発揮と調整的筋力発揮の2種類の動作を用いて一側優位性の出現状態を比較した（研究課題1）。その結果、最大筋力発揮と比べ、調整能が関与する調整的筋力発揮において一側優位性がより顕著に認められることが明らかにされた。続いて、反復試行に伴う記録の向上（練習効果）からみた利手と非利手の関係に関する検討を、追従動作テスト、豆運びテスト、およびペグボードテストを利用して行った（研究課題2）。さらに、両側性転移をもたらす練習効果への影響について利手と非利手間で比較した（研究課題3）。

課題1) 異なる筋力発揮からみた利手と非利手の一側優位性の検討

課題2) 反復試行に伴う向上（練習効果）からみた利手と非利手の関係に関する検討

課題3) 両側間転移の練習効果への影響からみた利手と非利手の関係に関する検討

III. 研究方法

1. 被験者

研究課題Iの被験者は健常な青年男子50名、検討課題IIでは健常青年男子30名、および研究課題IIIでは健常青年男子95名であった。事前の調査により、すべて被験者は右利きであることが確認されており、また、本研究で行われたテストの経験のない者であった。

2. 測定装置およびテスト方法

1) 筋力発揮調整能テスト

筋力発揮調整能テストには、パソコン画面上に要求課題および発揮値の変動が表示されるデジタル式握力測定システム（EG-100、酒井医療社製）を用いた（図1）。被験者には、座位姿勢で腕を垂らした状態で握力計を把握し、パソコン画面上で最大握力の5-25%、0.3Hzで変動する棒グラフ表示の握力要求値に自分の握力値を合わせるよう指示

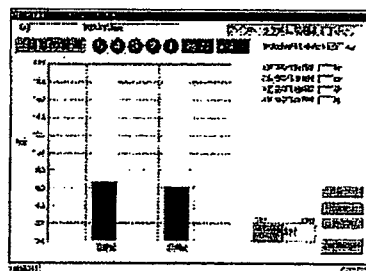


図1 筋力発揮調整能テスト

し、要求値に対する発揮値の相対的なズレを測定した。

2) 追従動作テスト

追従動作テストでは、回転板追従動作テスト装置 (TKK2110, 竹井機器工業社製) を用いた (図 2)。被験者は柄の付いた直径 3mm の L 型の鉄筆で、50rpm で回転する円盤の中心より 100mm にある直径 10mm の凹面のターゲットを右手でのテスト時には時計回り方向に、左手でのテスト時には反時計回り方向に追従した。

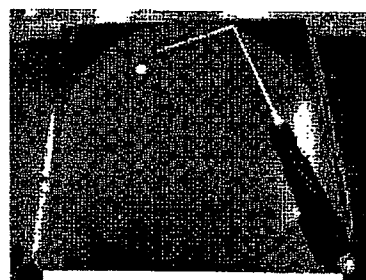


図 2 追従動作テスト

3) 豆運びテスト

机の上に、大豆 60 個 (直径約 6mm) を入れた容器 I (直径 20cm、深さ 2cm) を測定する手の反対側に置き、別の容器 II (直径 5cm、深さ 3.5cm) を容器 I より 20cm 離し測定する手の側に置いた (図 3)。被験者が椅子に座り、ピンセットを用いて大豆を 1 個ずつ容器 I から容器 II にできる限り素早く移すことを指示し、移動した豆の数を測定した。

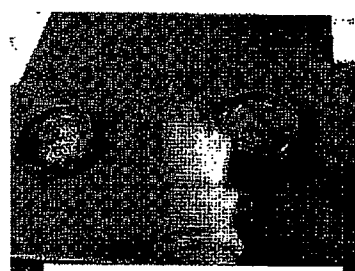


図 3 豆運びテスト

4) ペグボードテスト

パーデューペグボード装置 (PC-7473, 酒井医療社製) を用いた (図 4)。この装置は、受け皿付きの白いボードとスチール製のピン (3mm×25mm) のセットで、ピンはボードの上辺の受け皿に入っている。被験者が椅子に座り、所定の位置にあるピンをできる限り早くかつ正確に、ボード上にある穴の中にはめ込む課題であり、はめ込んだピンの数を測定した。

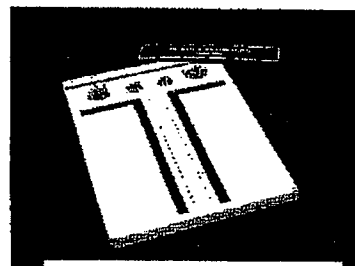


図 4 ペグボードテスト

3. 測定手順

研究課題 1

最大等尺性握力テストは、左右の手で各 2 回ずつ実施した。5 分の休息後、筋力発揮調整能テストは、利手および非利手各 3 試行実施した。利手と非利手を交互に測定し、測定開始手は、被験者ごとにランダムに振り分けた。各試行の測定時間は 40 秒で、試行間に 1 分間の休憩を挟んで実施した (Nagasawa et al., 2002)。解析には記録の安定する、前半 15 秒間を除く 25 秒間を利用した。実験は、全員が全ての測定に参加する被験者内実験計画を利用し、3 週間で完了した。

研究課題 2

追従動作テストは、順序効果を考慮して、事前に 2 群にランダムに割り当てられた。1 群は利手・非利手の順に、もう 1 群は非利手・利手の順に測定した。両群は、各試行の測定時間は 60 秒間で、試行間に 1 分間の休憩を挟み、20 試行実施した。10 試行後、5 分の休息を取り、残り 10 試行を実施した。被験者は利手と非利手でそれぞれ 10 試行実施した。

ペグボードテストおよびピンセットを利用した豆運びテストは、順序効果を考慮し、事前に各被

験者を2群にランダムに割り当てて実施した。1群は利手・非利手の順に、もう1群は非利手・利手の順に測定した。両群は60秒間の休憩を挟み、10試行（利手および非利手でそれぞれ5試行）実施した。

研究課題3

追従動作テストは、各被験者を事前に2群にランダムに割り当て、1群は利手から非利手の順に（D-N群）、もう1群は非利手・利手の順（N-D群）に測定した。両群は、60秒間の休憩を挟み、20試行を行った（1試行は60秒間）。最初に指定された手で10試行実施し、途中5分間の休憩を挟み、さらに別の手で10試行実施した。

4. 変数

1) 筋力発揮調整能テスト

筋力発揮調整能テストの評価変数は、要求値と実際の握力発揮値との誤差総和量を用いた。つまり、被験者はディスプレイ上に表示される棒グラフ上の最大握力の5~25%の範囲で変動する握力要求値に対し、発揮値を合わせるように指示した。要求値と発揮値の相対的なずれを算出し、その総和値を評価変数とした。その総和値が低いほど、筋力発揮調整能に優れると判断した。

2) 追従動作テスト

追従動作テストは、60秒間に鉄筆とターゲットとの接触時間を測定し、評価変数とした。追従動作テストの接触時間が長いほど、協応性に優れると判断した。

3) 豆運びテスト

豆運びテストは、30秒間の間に運んだ豆の数を測定した。運んだ豆の数が多ければ、敏捷性・巧緻性が優れると判断した。

4) ペグボードテスト

ペグボードテストは、30秒間の間に規定の穴にはめ込んだピンの数を評価変数とした。はめ込んだピンの数が多ければ成績、即ち敏捷性・巧緻性が優れると判断した。

IV. 研究結果の概要

本研究における各検討課題の結果から以下の知見が得られた。

研究課題1：異なる筋力発揮からみた利手と非利手の一側優位性の検討

最大等尺性握力発揮および筋力発揮調整能テストを実施し、効果の大きさ（Effect Size）を基準に優位な手の判別を行った結果、最大等尺性筋力発揮においては、必ずしも事前の調査で判別されていた利手の方が優れているとはいえず、最大等尺性握力発揮より筋力発揮調整能が主に関与する動作の方が利手の優位性が顕著であった。

研究課題2：反復試行に伴う向上（練習効果）からみた利手と非利手の関係に関する検討

1) 追従動作テスト

追従動作テストの反復試行に伴うパフォーマンスの向上（練習効果）をもとに、利手と非利手の関係を検討した。測定値の平均値は利手および非利手とも試行毎に改善するが、7試行以降は向上率が軽減し、向上改善度は利手の方が大きく、個人差は利手と非利手で異なる、また、利手と非利手の測定値の関係は高くない、等のことが明らかにされ、反復試行による追従動作テストの練習効果は利手と非利手で異なると判断された。

2) 豆運びテストおよびペグボードテスト

豆運びおよびペグボードテストは、反復試行による練習効果が認められ、利手が非利手よりも優れることが明らかにされた。また、豆運びテストに関しては、練習効果にも側性が認められた。

研究課題3：両側間転移の練習効果への影響からみた利手と非利手の関係に関する検討

両側間転移の練習効果への影響からみた利手と非利手の関係を追従動作テストより検討した結果、追従動作テストのパフォーマンスは試行に伴い、両者の測定順序や側性に関わらずほぼ同程度の割合で向上するが、その向上にほとんど関係はなく、両側間転移の及ぼす追従動作パフォーマンスへの影響は、利手試行後の非利手使用の方が、非利手使用後の利手使用より大きいことが明らかにされた。さらに、追従動作パフォーマンスの個人差は試行数の増加と共に収束するが、非利手を先に利用したとき、その後に行われた利手や、利手を先に利用したとき、あるいは利手後に行われた非利手より個人差が大きいことも明らかにされた。

V. 総括

上肢における最大等尺性筋力発揮と調整的筋発揮では、後者の方の一側優位性がより顕著である。また、利手と非利手とも反復試行に伴いパフォーマンスは向上する（練習効果）が、向上の程度は両者で異なる。さらに、調整能が関与するテストにおける、両側間転移の影響は、利手利用後に非利手を利用した場合、非利手に対して正の転移の影響が働き、非利手から開始した場合よりもパフォーマンスが向上が大きい。今後、個人の調整能を適切に測定・評価するに有益な情報となるとともに、上肢の調整能が関与する運動における一側優位性の詳細を明らかにすることが可能になると考えられる。

学位論文審査結果の要旨

一側優位性は上肢において顕著にみられる。上肢の一側優位性に関して、これまで多くの研究が行われてきたが、いくつかの未解決な問題点がある。本論文では、各調整能テストを用いて、課題1. 最大筋力発揮と調整的筋力発揮における利手と非利手間の比較、課題2. 反復試行に伴うパフォーマンス向上(練習効果)の利手と非利手の関係、および課題3. 両側間転移の練習効果への影響について利手と非利手の関係を検討し、以下のことを明らかにした。

等尺性最大握力発揮よりも、調整的筋力発揮を必要とする動作の方が、一側優位性が顕著である。パフォーマンスの向上は利手の方が非利手よりも大きく、調整的動作の練習効果は利手と非利手間で異なる。両側間転移がパフォーマンスに及ぼす影響は、利手試行後に非利手を使用する方が、前述の逆の場合より大きい。

以上、本論文はこれまで不明瞭であった上肢の調整能の一側優位性について、筋力発揮形式による違い、練習効果、あるいは転移の影響という新たな側面から検討し、有益な知見を得た。今後、一側優位性のメカニズムの解明にも貢献し、研究価値は高い。従って、審査委員会は本論文が博士論文(学術)に値すると判定した。