

平成22年3月31日現在

研究種目： 若手研究（B）
研究期間： 2008～2009
課題番号： 20700477
研究課題名（和文） 両手運動制御の更新は両手知覚能力に影響するか？
研究課題名（英文） Influence of bimanual motor task on timing perception of both hands
研究代表者
木藤 友規（KITO TOMONORI）
順天堂大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号：80453596

研究成果の概要（和文）：

両手協調運動では各手の動作を時間的に協調させる脳の統御が必要となる。本研究では、両手運動における左右手動作の基本的な時間判断特性を調べた上で、運動経験が両手知覚に影響を与えるのかを検証した。その結果、利き手という身体特性に関連して左右手動作の同時性判断が行われることを確認し、さらに、運動時の随伴的な感覚情報によって、両手運動の同時性判断が変化する事を確認した。このことは、運動経験によって両手間のイベントに関連した時間判断（知覚）が影響を受けることを意味するものであった。

研究成果の概要（英文）：

We may have potentially two temporal references for the simultaneity judgment of inter-limb movement, the afferent sensory feedback and the efferent information of motor output. The present study examined 1) whether the temporal simultaneity of bimanual movement is judged with reference to the afferent or the efferent information, and 2) tested a hypothesis that the simultaneity is judged not only by primary reference, but secondary other source involves as well. The results suggest that, 1) the simultaneity judgment between two hand movements may be achieved by mainly referring to the efferent component of the movement, 2) the afferent input may regulate the temporal judgment for bimanual movement.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 2,500,000 | 750,000 | 3,250,000 |
| 2009年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,000,000 | 900,000 | 3,900,000 |

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：両手運動、時間判断、運動感覚

1. 研究開始当初の背景

近年の申請者らの錯覚動作を利用した知覚処理研究は、手からの運動感覚情報が運動制御を司る大脳皮質領域（1次運動野）を活動させること、そして、その活動パターンが知覚量を反映する事を示した（Kito et al., 2006）。この研究結果は、運動制御で重要な役割を果たす1次運動野が運動感覚処理にも関与しているか、あるいは知覚情報を基に動作を調節する機構の一端を示すものであった。

このように、運動関連領域が知覚情報に関与して活動するという事は、脳内処理領域のレベルで、運動制御と感覚・知覚機能との間に密接な相互関係が存在する可能性を暗示する。現在、この分野（感覚運動脳内統合研究）の主流は、「運動制御や運動学習に対する知覚情報の関与について」である。しかし、もう一方で浮かんでくる疑問、「“知覚”能力に対して“運動”がもたらす影響」については研究が進んでいない。

本計画は、両手同時タッピング運動での運動プログラム更新課題を確立した上で、関連研究分野で利用されてきた両手間の知覚弁別課題や協調運動制御の評価法を用いることで、運動は知覚を変えるのか？という疑問の解決に着手するものであった。

2. 研究の目的

「脳内には運動と知覚の両方で活動する共通領域が存在（Kito et al., 2006 他）するので、運動活動は知覚能力を更新するだろう。」という仮説を検証するために、運動と知覚の“タイミング（時間判断）”に着目し、両手運動課題（i）と両手知覚課題（ii）という2つの実験段階に分けて研究を進めた。そして、「両手間の運動同時性判断や運動プログラムの更新が、両手間の体性感覚知覚に与える影響について明らかにする」ことを目標とした。

本研究では、はじめに両手運動における両手間の動きのタイミング判断についての基本特性、特に利き手に関連した時間処理特性を調査した。そして、運動経験中の付加的な感覚情報によって、両手間の時間判断特性が変化するののかについて検証した。

3. 研究の方法

右利き被験者の協力により実験を進めた。

(1) 両手協調運動の時間判断特性の調査

例えば、両手協調運動では各手の動作を時間的に協調させる脳の統御が必要となる。運動時の知覚生起は、単純な感覚刺激での知覚と異なり、遠心性の運動指令に依存した情報処理機構も利用し得る。しかし先行研究において、手と足の連続的な同期動作では足が手の動作に先行すると報告されている。これは脳へ帰還する感覚情報の時間が手より足で長い事に依存し、手足動作の同時性が求心性情報を参照して判断される事を意味する。一方、両手間では脳までの距離がほぼ等しいにも関わらず、右利き被験者は左手触覚刺激を先行させた時に両手が同時に刺激されたこと知覚する傾向にある。もし、両手協調運動においても、その同時性判断に求心性情報が利用されるならば、左手動作が右手に先行するはずである。

被験者は、閉眼状態で、左右の人差し指が同時に接地するように1Hz以内のペースで1分間の連続タッピングを5セット行った。解析には後半の3セット（3～5セット目）を使用し、左右の接地時間差の平均値を「両手運動の同時知覚時間」として求めた。

また、課題中はホワイトノイズを聞く事によって接地時の音が聞こえないようにした。

(2) 運動経験による両手運動時間判断の更新
感覚信号の脳への到達所要時間は、その身体部位から脳までの距離に依存する（Halliday&Mingay, 1962）。

そこで、片手を足上で、もう一方の手を肩の上でタッピングすると、それぞれの手に関連した付加的な感覚情報に時間差（位相差）を与える事が出来る

と考えた。もし、手足の運動同時性判断に関わる中枢機構が、両手での運動同時性判断にも寄与するならば、脳までの距離が長い身体部位上（足上）でのタッピング動作がもう一方の手（肩）の動作よりも先行するだろう（図1）。



図1. 感覚到達時間の差

被験者は閉眼状態で、ホワイトノイズを聞きながら課題を行った。

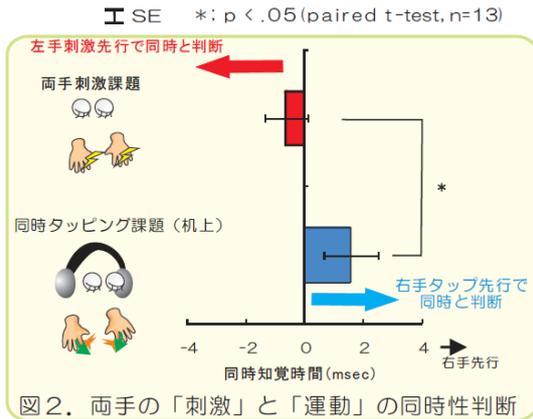
以下の各条件において、左右の人差し指が同時に接地するように約1Hz以内のペースで1分間の連続タッピングを5セット行い、

後半3セット（3～5セット目）の記録から「両手運動の同時知覚時間」を求めた。

タッピング課題は、①両手ともに足の上で行う条件（足-足条件 = コントロール条件）と、②片方の手を足の上、もう一方の手を肩の上で行う条件（足-肩条件）の2条件で行った。尚、これらの条件は、日を変えて身体の左右両方（左体側と右体側条件）で実施した。

4. 研究成果

(1) 両手協調運動の時間判断特性の調査



実験結果では、右利き被験者は右手の動作を先行させる傾向にあった。

先行研究において、手と足の連続的な同期動作では足が手の動作に先行すると報告されている。したがって、この結果は両手協調と手足協調では知覚特性が異なる事を意味する。つまり、主に求心性の感覚情報を参照する手足協調運動時と異なり、両手協調運動では遠心性の運動指令を参照する傾向にあることを発見した（図2）。

さらに、両手協調運動時の同時性判断の利き手依存性が、皮膚刺激に代表される体性感覚処理時の左右肢同時性判断の個人特性を反映するのか？を調べることで、運動感覚処理の仕組みの解明に向けて検証を行った。その結果、感覚処理での個人特性と両手運動時の同時性判断の利き手依存傾向は相関関係になく、必ずしも求心性情報と遠心性情報の総合的な処理によって運動時の時間判断が行われていない可能性が示唆された。

これらの結果は、日本運動生理学会大会において Young Investigator Award を受賞するなど当該分野において高い評価を得た（木藤他、第16回日本運動生理学会大会、2008年）。

(2) 運動経験による両手運動時間判断の更新

続く実験では、随伴的な感覚情報を付加すると、両手運動の同時性判断が変化する事を確認した（図3）。

被験者は、自分の身体の上で両手同時タッピング課題を行うことを求められたが、このとき、肩の上でのタッピング動作よりも足の上でのタッピング動作を先行させる傾向にあった。

■ 足-肩条件 ■ 足-足条件 SE *: p < .05 (paired t-test)

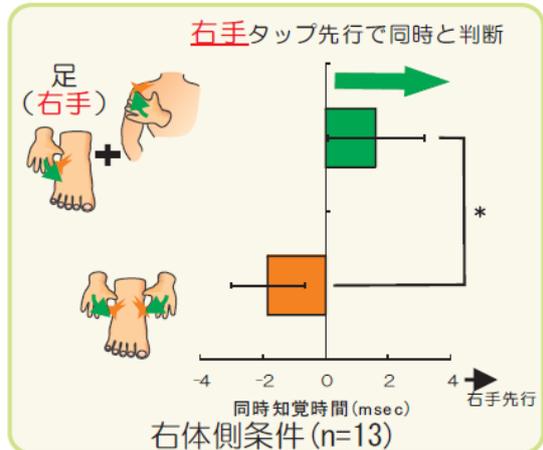
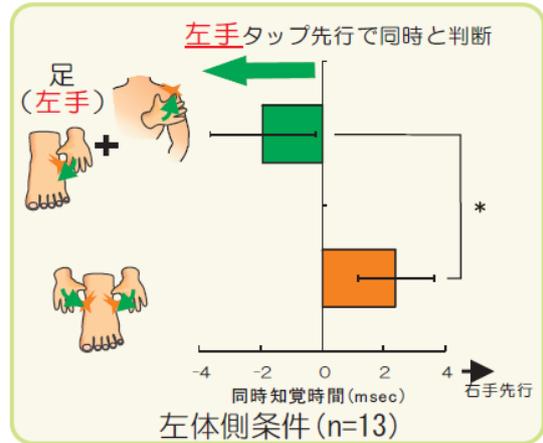


図3. 身体上両手同時タッピング課題による同時知覚時間の変化

この結果は、運動中の触覚情報などの付加的な感覚経験によって両手間の時間判断という知覚が更新されることを意味する。

本研究(1)と(2)の結果を総合すると、両手協調運動では遠心性と求心性という2つの情報源を参照し得るが、利き手という身体特性に関連して遠心性情報が同時性判断に利用され易いのかもかもしれない。

これらの研究成果は、神経科学分野における肢間協調動作の知覚判断特性に関する新たな知見であり、今後研究を進めることで、知覚能力の維持向上に対する運動の知られざる有用性を示すことができるかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

① 投稿済み (現在審査中; HMS-D-10-00034)

〔学会発表〕(計2件)

- ① 両手協調運動時の同時性判断における知覚特性、木藤 友規、辻川比呂斗、小倉 裕司、米田 継武、第16回日本運動生理学会大会、2008年
- ② Temporal reference for simultaneity judgment of bimanual repetitive finger movements, Kito T, Tsujikawa H, Ogura Y, Yoneda T. Neuroscience 2008, 2008年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木藤 友規 (KITO TOMONORI)
順天堂大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号：80453596

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし