

氏 名 いく ども さ ち 幾 留 沙 智 助教



主な研究テーマ

□素早い運動の修正に関わる脳内メカニズムの解明

平成25年度の研究内容とその成果

スポーツでは、予想とは異なる運動を遂行しなければならない場面が多く存在します。例えば、野球やテニスでは、予め球種やコースを予測することで先回りして運動を開始することができますが、その予測が外れた場合には先回りして開始した運動を素早く修正しなければなりません。このようなとき、熟練した選手は初級者と比べて、素早く柔軟に自身の運動を修正できることが多くの研究で明らかにされています。これより、一度開始した運動を素早く柔軟に修正できる能力は、打球運動の熟達にとって欠かすことのできない重要な要素であるといえます。

そこでこれまでの研究では、このような素早く柔軟な運動の修正がどのような脳内メカニズムで実行されているのかについて、経頭蓋磁気刺激（Transcranial magnetic stimulation：TMS）（図1）という装置を用いて検証を行ってきました。

このTMSという装置は、非侵襲的に特定の脳領域の働きを阻害することができる装置であり、これを使用することで、運動



図1. TMS

の修正に関わる脳領域を知ることができます。具体的には、運動の修正が必要な状況において、特定の脳領域にTMSを提示し、TMSを提示しなかったときと比べてパフォーマンス（運動の正確性）が低下した場合、運動の修正にその脳領域の働きが貢献していることがわかります。

我々の研究では、打球運動を実験室内で再現するために、図2のような一致タイミング課題と呼ばれる機器を使用しました。4 mのレール上に設置された200個の赤色発光ダイオードが順番に点滅していくことで、実験参加者に向かって直線移動してく



図2 打球運動を再現した実験室課題

るボールを光刺激によって再現することができます。その光刺激の最終到達時点に合わせて、実験参加者は肘を伸展する動作を行い、スイッチを押すことが要求されます。この際実験参加者は、実際の打球運動と同様に、できるだけ正確なタイミングでスイッチを押すことが要求されます。さらに、運動の修正が要求される状況を作り出すために、2種類の異なる速度の光刺激（速い、または遅い刺激）を用い、どちらか一方の光刺激に対する予測が高まるような教示を行いました。たとえば、「次のセットでは速い刺激が80%の確率で呈示されます」と伝え、実験参加者は速い刺激を予測し、先回りして運動を開始するため、実際には遅い刺激が呈示された20%の試行では、先回りして開始した運動を修正することが要求されます。このときさらに、TMSを提示することによって、補足運動野という脳領域の働きが運動の修正に関与しているかどうかを調べました。

結果として、運動の修正が要求された際、

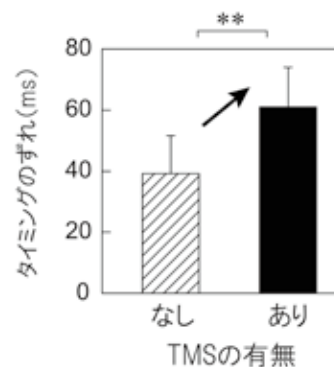


図3 運動の修正に対するTMSの影響

TMSを補足運動野に提示することによって、タイミング一致の正確性は有意に低下することが明らかとなりました（図3）。この結果は、打球運動の素早い修正に、補足運動野の働きが関与していることを意味しています。補足運動野は、運動を開始する前に次の運動を準備するという働きを担う脳領域として知られています。具体的には、運動を開始する前に、準備した運動に関して「この運動を遂行することで将来このような感覚が得られるであろう」といった感覚情報を予測する働きがあげられます。つまり、我々が行ってきたこれまでの研究から、熟練した選手が素早く柔軟な運動の修正を実施できる背景には、実は運動開始後に得られる情報のみではなく、運動開始前に自身の脳内で作られている情報が利用されるという脳内メカニズムを解明することができました。

これからの研究の展望

これまでの研究から、素早く柔軟な運動の修正には運動開始前の捕捉運動野での準

備プロセスが貢献しているという脳内メカニズムがわかってきました。このような脳内メカニズムを明らかにすることには、次のような意義があるといえます。修正のメカニズムを知ることは、運動の修正能力を高めるために強化されなければならない脳の情報処理プロセスを知ることになります。つまり、脳内メカニズムの解明は、運動の修正能力の向上を意図した練習方法や経験を提案していくことにつながるといえます。そのため今後の研究の展望としては、より詳細に脳内メカニズムを解明していくことや、それらの知見を基に、効果的な練習方法を提案していくことなどの課題が挙げられます。