

氏名	幾留 沙智
学位の種類	博士（体育学）
学位記番号	第28号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位論文題目	捕捉行為遂行中の運動修正メカニズムと運動修正能力向上のための新たな練習方法の提案
論文審査委員	主査 森 司朗 副査 金久 博昭 副査 前田 明

## 論文概要

本研究では、打球運動に代表される捕捉行為を模した実験室課題を使用し、捕捉行為における運動修正メカニズムについて明らかにするとともに、その知見に基づき運動修正能力を向上させる効果的な練習方法を明らかにすることを目的とした。

第1実験では、捕捉行為遂行中の運動修正メカニズムを明らかにするために、照準運動の素早い修正に貢献することが報告されている脳内の内部フィードバックループが捕捉行為に対しても適用されるかどうかという点について検討した。その結果、以下のような運動修正メカニズムが明らかとなった。実験参加者は、以前の試行での移動標的の速度に基づき予測的に捕捉行為を開始し、同時に運動指令のコピー情報を使って将来実行されるであろう運動結果が脳内で予測される。次いでこの予測された運動結果は、実際に要求されている運動結果と比較照合され、検出されたずれを基に、要求されている運動を達成するために必要な修正指令が発令される。つまり、運動修正は必ずしも移動標的の速度変化のような外的環境の変化に対して実行されるのではなく、事前に準備した運動と実際に要求されている運動の間のずれに基づいて実行されるということが明らかとなった。

第2実験では、運動修正能力を高めるための練習方法を提案し、その練習効果について検討を行った。運動修正能力を高めるための練習方法の1つ目として、実際に移動標的の試行内（Within-trial）の速度変化を経験するWT練習を挙げた。この練習方法は、視覚情報を排他的に利用することで運動修正が実行されるという従来理論からは、運動修正能力を向上させる練習として効果的であると予想される。しかし第1実験の知見に基づく、運動修正能力を向上させるためには事前に準備した運動と実際に要求されている運動の間のずれを検出するプロセスを強化する必要があると考えられる。そこで、新たな練習方法として、試行間（Inter-trial）の速度変化を経験するIT練習を提案した。具体的には、練習中に異なる速度条件が不規則な順序で呈示され、実験参加者は事前に準備した運動と実際に要求される運動を素早く比較し、それらの間のずれを検出することが要求された。これらの練習方法によるパフォーマンスおよびキネマティクスの変化について比較した結果、両練習方法によって同様にパフォーマンスは向上したが、習得試行後に運動修正を意味する加速標的に合わせた運動速度の変更を示したのはIT練習のみであった。これより、IT練習によって捕捉行為遂行中の運動修正能力が向上することが明らかとなった。

第3実験では、第2実験の結論を検証するために、新奇な速度変化条件に対する両練習方法の転移効果を比較した。その結果、減速標的に対して、IT練習はWT練習と比較して有意に低い転移効果を示した。これより、IT練習によって向上される運動修正能力は加速方向に対して特異的である可能性が示唆された。一方で、第2実験では運動修正能力の向上が示されなかったWT練習によっても、新奇な速度変化条件に対する高い転移効果が示された。これより、WT練習において試行内変化を経験する

ことで視覚情報を連続的に利用した運動修正方略が獲得される可能性が示唆された。

最後に第4実験では、IT練習によって運動修正能力が向上するメカニズムについて検討した。もし、事前に準備した運動と実際に要求される運動を試行間で素早く比較照合するという経験によって運動修正能力が向上するならば、異なる速度条件が交互に呈示され、次試行の移動標的が予測可能となる場合は、たとえ試行間速度変化を経験しても運動修正能力は向上しないと予想した。検討の結果、この予想は支持され、異なる速度条件が不規則な順序で呈示されることによって生じる試行間速度変化を経験することで運動修正能力が向上することが明らかとなった。

以上より、要求される運動結果と実行される運動結果との比較照合によってそれらの間のずれを検出し、そのずれをなくすための修正指令を発令するという捕捉行為遂行中の運動修正メカニズムが明らかとなった。そして、これらのプロセスを強化し、運動修正能力を向上させる効果的な練習方法として新たに、試行間速度変化を経験するというIT練習が提案された。捕捉行為の運動修正能力を向上させるための練習方法についてはこれまで明確な提案がなされてこなかったことを考慮すると、これは運動制御や学習制御という領域において非常に重要な知見となると考えられる。

## 論文審査の要旨

本学位論文の目的は、打球動作に代表される捕捉行為を模した実験室課題を使用し、捕捉行為における運動修正メカニズムについて明らかにし、さらにその知見に基づき運動修正能力を向上させる効果的な練習方法を明らかにすることであった。このことを明らかにするために、4つの実験が行われた。第1の実験では、捕捉行為遂行中の運動メカニズムに関して検討が行われ、その結果、脳内の内部フィードバックループが捕捉行為中の運動修正のメカニズムに適用されることが明らかになった。第2実験以降では、運動修正能力を向上させる効果的な練習方法について検討された。まず、第2実験では、運動修正能力を高めるための練習方法として試行間(Inter-trial:IT)練習が提案され、その練習効果について検討が行われた結果、IT練習によって捕捉行為遂行中の運動修正能力の向上が明らかにされた。次に第3実験において第2実験の結論を検証するために、新奇な速度変化条件に対する転移効果に関して検討が行われた。その結果、IT練習では運動修正能力は加速方向に関して正の転移効果が認められた。最後に、第4実験において、IT練習では練習によって運動修正能力が向上するメカニズムについて検討され、その結果、異なる速度条件が不規則な順序で提示される試行間速度変化を経験することで運動修正能力が向上することが明らかとなった。以上の結果より、捕捉遂行中の運動修正メカニズムが明らかとなり、さらに運動修正を向上させる効果的な練習方法として、試行間速度変化を経験するIT練習が提案された。

審査会においては、研究内容及び関連する研究を総括した発表が行われ、続いて発表に対する質疑応答が行われた。