

氏名	馬場 康博		
学位の種類	博士（保健学）		
学位記番号	甲第81号		
学位授与の日付	2022年3月17日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	<b>Does long-term training in a water immersion environment change interoception?</b> <b>長期間のトレーニングは、浸水環境での内受容感覚を変化させるのか？</b>		
論文審査員	主査	新潟医療福祉大学	教授 佐藤 大輔
	副査	新潟医療福祉大学	教授 大鶴 直史
	副査	新潟医療福祉大学	准教授 山代 幸哉

## 論文内容の要旨

身体内からの感覚や状態の知覚とその過程は、内受容感覚と定義され、知覚システムの根幹をなす。これまで、内受容感覚は、長期的なトレーニング(Christensen et al., 2018)や多感覚情報の統合を必要とする経験(Schirmer-Mokwa et al., 2015)によって高まることが報告されている。

我々の先行研究において、普段から水中環境でのトレーニングにおいて、触覚、圧覚、温冷覚など多くの体性感覚情報を処理している水泳選手では、水中環境でも陸上環境と同様の感覚運動機能を保持できることが指摘されている。一方、非水泳選手では、水による体性感覚入力が不必要な脳活動を引き起こすため、水中環境における感覚運動機能が低下した。これらの結果は、トレーニング環境が、環境の変化によって生じる脳活動に影響することを示唆している。つまり、水泳選手と他競技選手や非水泳選手では、水中環境において内受容感覚が異なる可能性がある。そこで本研究は、水泳選手と野球選手が特定の浸水環境に暴露された場合の反応を比較し、内受容感覚の変化について検討することを目的とした。

健常な男子大学生 48 名(水泳選手 17 名、野球選手 15 名、コントロール群 16 名の 3 群)を対象とし、内受容感覚と心拍数を評価した。内受容感覚への気づき(IAcc)は、心拍追従課題を用いた。心拍追従課題は、被験者自身の一定時間あたりの心拍を数え、心電図センサによって記録された心拍数によって算出した(Schandry et al., 1981)。

$$IAcc = 1 - 1/n \sum |(記録された心拍数/カウントした心拍数)| / 記録された心拍数$$

内受容感覚の敏感性は、内受容感覚への気づきの多次元的アセスメント(MAIA)質問

紙を用いた。これらの測定は 35°C の水温で 25 分間の浸水前後および浸水中に測定した。

その結果、長期トレーニングをしていたアスリートと非アスリートの IAcc には、有意差が認められなかった ( $p < .05$ )。これは、長期間のダンストレーニングを継続しているダンサーでは、非ダンサーと比較して、内受容感覚が高いという先行研究の結果とは異なるものであった (Christensen et al., 2018)。その要因の 1 つには、本研究で対象とした水泳選手、野球選手および非競技者の心拍数が同様であったことが考えられる。先行研究において、高い内受容感覚を示したダンサーでは非ダンサーと比較して心拍数が低いことや (Christensen et al., 2018)、IAcc と心拍数との間に負の相関関係があること (Zamariola et al., 2018) が指摘されている。もう 1 つの要因は、トレーニングしてきた内容 (特性) である。感情は内受容感覚に強く関与することが報告されていることから (Critchley et al., 2017)、ダンスのように感情移入や感情表現を伴うトレーニングを継続することが内受容感覚を向上させる (Christensen et al., 2018)。一方、本研究で対象とした野球や水泳は、視覚情報や体性感覚情報に基づく運動であり、感情表現を伴わない。つまり、長期間のトレーニングによる内受容感覚の向上には、感情表現に関連する内容が含まれている必要があると考えられる。

本研究では、浸水後に内受容感覚が高まった ( $p < .05$ )。これには、浸水による自律神経活動の変化が関与している可能性がある。先行研究において、浸水により、自律神経を反映する心拍変動 (HRV) が増加し、副交感神経活動が促進されることが示されている (Mourot et al., 2008; Sato et al., 2017)。また、経皮的耳介迷走神経刺激装置 (taVNS) を用いた研究では、交感神経の一時的な抑制により内受容感覚が改善されることが報告されている (Richter et al., 2021)。すなわち、浸水による副交感神経の促進が内受容感覚の改善に関与している可能性がある。

本研究では、アスリートと非アスリートとの間に内受容感覚の違いは認められなかった。このことから、長期的な水泳や野球トレーニングは内受容感覚に影響せず、感情表現を伴う内容を含むトレーニングを長期的に継続することが内受容感覚を高めると考えられる。また、対象者に関わらず、浸水後に内受容感覚が高まり、これには浸水による副交感神経活動の促進が関与している可能性がある。

キーワード：内受容感覚の正確性、浸水、心拍数、心拍カウント課題、水泳選手

## 論文審査結果の要旨

### 1. 論文の位置づけ

本論文は、長期的なトレーニングによる神経心理的な適応、特に、内受容感覚の適応について検証したものである。内受容感覚は、ホメオスタシスを維持するために不可欠な機能であり、近年、注目されているトピックの一つである。これまで、長期間のトレーニングによる適応については、音楽家やダンス・陸上競技者を対象に検証されてきたものの、コンセンサスを得た結論は得られていない。その要因には、トレーニングの種目間の比較がされていないこと、および、長期間のトレーニングのどのような要素が内受容感覚の変化に影響しているかが不明であることが挙げられる。また、トレーニング環境による影響についても十分に検証されておらず、長期的なトレーニングによる内受容感覚の適応に関して、トレーニングの種目、その特徴・環境による影響について明らかにする必要があった。そこで本研究では、長期間、水泳または野球のトレーニングを実践した対象者および習慣的な運動経験のない対象者の内受容感覚を調べるとともに、水中という特殊な環境での内受容感覚を検証することで、トレーニング環境によって内受容感覚の適応が生じるか否かについて検証されている。

## 2. 明らかにした内容、独創性

本研究は、長期間の水泳および野球のトレーニングによって内受容感覚は変化しないことを明らかにした。これは、ダンスを長期間継続したことで内受容感覚が高まったことを報告した先行研究とは異なる結果であった。そのことから、長期間のトレーニングの種目やその特徴に、感情を想起または表現するような要素が含まれているか否かで内受容感覚の適応が異なる可能性が示された。トレーニングの内容が内受容感覚の適応に影響することを明らかにした点は、従来の研究成果を拡張するものである。また、トレーニング環境が内受容感覚の長期的な適応に影響することを想定して実験が行われたものの、仮説と反し、トレーニング環境依存的な内受容感覚の適応は認められなかった。一方で、水浸するという行為が、内受容感覚を高める可能性を示したことは、内受容感覚を変化させる独自性の高い介入方法を提案する足掛かりになると思われる。

## 3. 評価できる点

本論文は、長期的なトレーニングによる内受容感覚の適応に関して、そのトレーニング内容に依存することを示した点は評価できる。また、長期的なトレーニングによる内受容感覚の適応において、そのトレーニング環境による影響が、極めて小さいことを明らかにしたことは、内受容感覚の適応のメカニズムを明らかにするための重要な知見である。さらに、水浸という手法によって一時的ではあるものの、内受容感覚を変化させることができる可能性を示した点は、今後、臨床現場へ応用できる可能性がある。

## 4. 指摘事項および今後の課題

学位論文提出者に対し、本論文の内容について説明を求めると共に関連事項につい

て試問を行った結果、1) 対象者の特性（競技歴や身体組成）、2) 浸水中の血圧の変化の影響について、3) 自律神経活動の変化について、4) 心拍数と内受容感覚との関連性について、5) リズム感による内受容感覚への影響、に関する質疑が行われた。その結果、本研究の限界点を踏まえ、適切な回答を得ることができた。

審査において指摘された自律神経活動の変化および血圧の変化が結果に及ぼす影響については、今後、詳細に検証することが必要である。また、浸水後に内受容感覚が高まった要因について、浸水中の自律神経活動の変化だけでなく、その他の要因についても検証することが望まれる。歌手を対象とした先行研究では、トレーニング期間に対する内受容感覚の向上が極めて急峻であることから、長期的なトレーニングによる影響については、今後さらに検証する必要があると考えられる。上記の課題を有するものの、背景、目的、方法、結果、考察に至る論文の構成やその内容は博士論文として十分であり、本研究の限界についても考慮した上で結論を述べることができている。

以上のことから、審査委員会は本論文を博士論文に相応しいと認める。