

## クロール泳のキック動作の違いが水中抵抗および泳速度に与える影響の比較

学籍番号 4124022

氏名 酒井 裕太郎

### 【目的】

本研究は、クロール泳におけるキック様式の違いが泳速度および水中抵抗に与える影響を、足先の到達深度と身体姿勢の変化に着目して検討した。対象は大学男子競泳選手とし、深いキック(Deep)、通常のキック(Voluntary)、浅いキック(Shallow)の3条件を設定した。

### 【方法】

実験では、キック試技・スイム試技・牽引試技を実施し、キック単独の速度と足先深度、スイム時の速度と姿勢深度、さらに前方牽引によってスイム速度域を再現した際の牽引力を測定した。牽引力は、Voluntary条件のスイム試技で得られた平均泳速度を基準とし、前方牽引試技における牽引力と牽引速度の関係を用いて線形補間することで、泳速相当の推定牽引力を算出した。全データは Shapiro-Wilk 検定による正規性確認後、キック試技には反復測定一元配置分散分析、スイム試技および牽引試技には反復測定二元配置分散分析・一元配置分散分析を適用し、Bonferroni 法で多重比較を行った。

### 【結果】

キック試技では有意差は認められなかったものの、ShallowがDeepより5m区間平均速度がわずかに高い値を示した。スイム試技の5m区間平均速度Voluntaryが最も高く、Shallow、Deepの順であった。また、姿勢深度はShallow < Voluntary < Deepの順に深くなり、Deepではより大きな姿勢変化が多くなった。牽引試技ではDeepの推定牽引力が最大、Shallowが最小であり、浅いキックではスイム速度域での正味の抵抗が小さいことが示された。

### 【結論】

これらの結果を総合すると、Shallowは姿勢の乱れが小さくキック単体の正味の抵抗も増えにくいいため、スイムに適応した場合は効率的な泳動作を実現しやすいと考えられた。一方Deepは深い最下点を通過することによる姿勢変化の大きさが正味の抵抗増加につながるため、スイムに適応した場合は大きな抵抗を生み出す非効率なキックとなると考えられた。本研究は、クロール泳の浅いキックが泳速度の向上に有利であることを示す科学的根拠を提供するものであり、キック指導において有用な示唆を与える。

## **Experimental Comparison of net drag force and Swimming Velocity Among Front-Crawl Kicking Techniques.**

Student ID Number: 4124022

Name: SAKAI, Yutaro

### [Purpose]

This study investigates how different flutter kick techniques in front crawl influence swimming velocity and hydrodynamic resistance, focusing on toe depth and posture-related changes.

### [Methods]

Male collegiate competitive swimmers performed three kick conditions (Deep, Voluntary, and Shallow) across three tests: a kick trial, a swim trial, and a towing trial. The kick and swim trials measured velocity and toe or posture depth, respectively, under controlled stroke cycle conditions. In the towing trial, swimming velocity was reproduced using a front-towing system, and towing force was measured. Estimated towing force corresponding to swimming velocity was obtained by linear interpolation of the towing force–velocity relationship using the mean swimming velocity under the Voluntary condition as a reference. After confirming normality with the Shapiro–Wilk test, one-way repeated-measures ANOVA was applied to the kick trial, and two-way and one-way repeated-measures ANOVAs were applied to the swim and towing trials, with Bonferroni-adjusted post hoc tests.

### [Results]

Although no significant differences were observed in the kick time trial, Shallow exhibited slightly higher 5 m sectional velocity than Deep. In the swim time trial, Voluntary produced the highest velocity, followed by Shallow and Deep. Posture depths increased in the order Shallow < Voluntary < Deep were observed in Deep. Estimated towing force was highest in Deep and lowest in Shallow, indicating that shallow kicking generated smaller net resistance at swimming-velocity conditions.

### [Conclusion]

These findings suggest that the Shallow kick minimizes posture disturbances and reduces net resistance, making it more advantageous when applied in full-stroke swimming. Conversely, the Deep kick increases posture displacement and net resistance, resulting in a less favorable kick motion. This study provides scientific evidence supporting the effectiveness of shallow kicking for enhancing front crawl performance.