全力 200m クロール泳が肩関節位置感覚再現性に及ぼす影響

The effect of maximal 200-m front crawl on the repeatability of shoulder joint position sense

コーチング科学研究領域

5009A036-7　栗田康弘　　研究指導教員：奥野　景介　准教授

【緒言】競泳ではレースの進行に伴い泳速度が低下し, その要因として筋疲労が生じてストローク動作中の発揮パワー低下と動員筋群の筋活動パターンが変化することが考えられる. 一方, 競泳で行う身体運動を視覚情報を利用できない環境下ではフィードバック・フィードフォワード制御によるシステムとしてとらえた場合, 位置覚を主に利用して運動の修正を行っていると考えられる.

位置覚は通常時でも 3°から 8°程度の誤差がある (矢澤ら 2008) が, 筋疲労が起こると, 位置覚の誤差が増大する (Allen et al. 2010). したがって, 視覚情報を利用できない条件下で筋疲労状態に陥った場合には, 位置覚情報の精度低下により目的運動を正確に行えない可能性が考えられる. 全力泳中は視覚情報を利用して目的運動の修正を行う場面が少なく, また, 全力泳中の位置覚の再現性に及ぼす影響を検討した報告はない. そこで本研究は, 全力泳に伴う泳速度低下に関する新たな要因として考えられる位置覚再現性に着目し, 全力 200m クロール泳の前後で, クロールの上肢運動で貢献度の高い肩関節の位置覚の変化について検討した.

【方法】被験者は心身ともに健康かつ競泳のトレーニングを十分に積んだ肩関節に重篤な障害の既往歴を持たない男子大学生・大学院生 10 名とした. 測定は, 3 次元磁気式位置計測システムを用いて行った. 被験者に 60 分程度のウォーミングアップを行わせた後, キャリブレーションを行い, 位置覚の測定を行った (Pre). 位置覚の測定は, 座位にてアイマスクを用いて視覚を遮断し, 実験者が左上肢 (以下: 基準肢) を外転方向に挙上させ, 被験者に右上肢 (以下: 測定肢) を, 左上肢と線対称的に等しいと思う位置まで挙上してもらう方法で行った. 基準肢の角度は, 水平位 (およそ外転 90°), 垂直位 (およそ外転 180°) および中間位 (およそ外転 135°) の 3 つの課題を設定した. 十分な休息をはさんだ後, Fatigue として 200 m クロール全力泳を行った. 泳課題後は即座にプールサイドにて位置覚の測定とキャリブレーションを行った (Post). また Control として, 異なる日に泳課題で要する時間と同等の 2 分程度の安静状態維持の前後に, 位置覚を測定した. Pre-Post 間のデータは, テスト角度毎に対応のある t 検定を行い, 有意水準は 5%とした.

【結果】得られたデータに関して, 絶対値評価では, 全ての角度課題で, Control の誤差より Fatigue の誤差が大きかった (図 1).

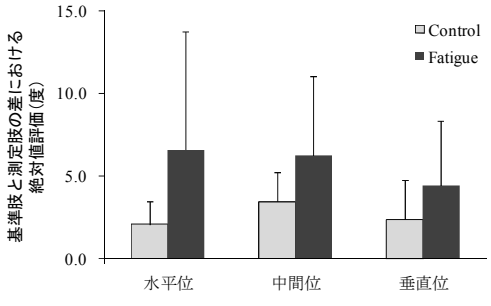

図 1 基準肢と測定肢の差の絶対値評価

関節角度毎の結果は, 水平位および中間位では位置覚を再現できていなかったものの, その変化は一様ではなかった. 垂直位では

Fatigue では post で一様に過小評価の傾向を示し，Fatigue のみ有意な増加が見られた．(Fatigue; P = 0.03) (図 2)

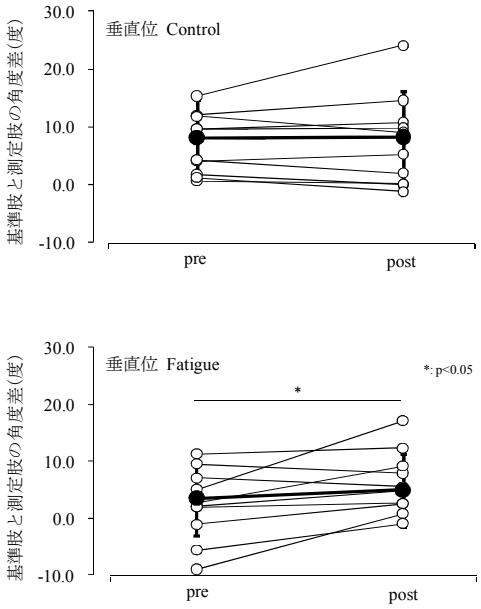

図 2 垂直位における位置覚再現性

(上段; Control 下段; Fatigue)

【考察】泳運動後に位置覚再現性が低下した要因の一つとして，位置覚のメカニズムに関与する筋紡錘の活動が低下したことが考えられる．通常の随意筋の収縮では，α-γ 連関が起こる．すなわち，筋力が低下すると，α 運動ニューロンの活動が少なくなると同時に，γ 運動ニューロンのニューロン活動も小さくなってしまう (Granit 1970)．γ 運動ニューロンの興奮が低下すると，筋紡錘の発火活動が小さくなり，筋紡錘の働きである筋の長さおよび筋の収縮速度の測定機能が低下する (昇ら 2005)．したがって，筋疲労に伴うこれらの感覚器の精度低下によって，位置覚の再現性低下を引き起こしたと推察できる．

一方，肩関節の外転角度の違いにおける位置覚の変化についての現象も，筋紡錘による影響と推察できる．肩関節外転運動においては，垂直位で筋長が最も短くなる．さらに，垂直位は水平位と中間位よりも肩関節周りにかかる負荷が小さい．そのため，必要な発揮筋張力が低く，α 運動ニューロンおよび γ 運動ニューロンの活動も低かったため，疲労による筋紡錘自体の感度低下が顕著に現れ，多くの被験者の間で一様の変化傾向が現れた可能性が考えられる．

本研究における垂直位は，ストローク中のエントリーからダウンスイープ局面に相当する．垂直位において，泳運動後に一様な過小評価，つまり内転方向への変化が観察された．即ち，クロール泳でのエントリー局面では，疲労が発生するレース後半において，レース前半よりも一様に外側に入水していることが考えられる．また，水平位および中間位は，ストローク動作中のインスイープ局面に類似している．この 2 条件においては，被験者毎に個人差が見られ，一様な変化が見られなかった．すなわち，筋疲労が発生するとレース前半のストロークの軌跡を再現することはできず，個人毎にストロークの軌跡が違うことが推察できる．これらを総合すると，レース後半ではストローク動作に変化が生じていることが十分に推察できる．

【結論】本研究は，全力 200m クロール泳の前後に，肩関節位置覚がどのように変化するかを，3 つの肩関節外転角度課題を設定し検討することを目的とした．その結果，泳運動後は全ての設定角度において，再現性が低下していることが確認された．泳運動後の変化の傾向は，垂直位においては一様に内転の傾向が見られ，中間位および水平位においては，変化は一様ではないことが明らかとなった．