

競泳の水中レジスタンストレーニングに関する一考察

—クロール泳動作中の各ストローク局面の上肢筋群の筋放電分析に着目して—

田場 昭一郎¹⁾, 市川 浩²⁾, 栗木 明裕³⁾,
森 誠護⁴⁾, 松波 勝⁵⁾

Consideration of underwater resistance training during competitive swimming.
—EMG analysis of upper limb muscles in each stroke phase during crawl swimming—

Shoichiro TABA¹⁾, Hiroshi ICHIKAWA²⁾, Akihiro KURIKI³⁾, Seigo MORI⁴⁾, Masaru MATSUNAMI⁵⁾

Abstract

The purpose of this study was to gain knowledge regarding underwater resistance training. Underwater resistance training is performed to increase swimming power. This training was performed by towing items (such as a tube, bucket, or parachute). In this training it is ideal to use the same swimming technique as racing to increase swimming speed. However, there is a possibility that the technique used may be different from the intended technique. In this study, three different attempts were performed with maximum effort swimming in a 25-m crawl swim (including dragging an item with a parachute). The wireless surface electromyography Bio Log system (EMG Bio Log DL-5000; S & ME, Inc., Japan) was used, and an underwater digital camcorder (HX-WA 10; Panasonic) was used for the measurements at 60 Hz from 10 m to 25 m in the trial from the left side (EMG: sampled at 1 kHz frequency). Using an LED-type synchronizer (PH-105; DKH), the measurement was synchronized with the displacement measurement of each part of the body. The displacement of the visual marker attached to the subject's joint was converted by the two-dimensional DLT (Direct Linear Transformation) method. The EMG result of the main muscle group per unit time during the propulsion phase was higher when swimming normally than when the parachute was towed. Additionally, the swimming technique was impaired. Thus, towing items may not be an effective tool to increase muscle activity during underwater resistance training.

-
- 1) 福岡大学スポーツ科学部
Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University
 - 2) 新潟医療福祉大学
Niigata University of Health and Welfare
 - 3) 筑紫女学園大学
Chikushi Jogakuen University
 - 4) 九州共立大学
Kyushu Kyoritsu University
 - 5) 聖カタリナ大学
St. Catherine University

1. 緒言

競泳の水中トレーニングに関する概念は、量的トレーニング中心の時代から一変して質的トレーニングを重視する時代に変貌を遂げて、身体コンディショニングも含めて陸上トレーニングも重要視されるようになった。この背景には、パフォーマンス向上のために特異性を重視する傾向に伴って、身体トレーニングに関する専門性の多様化、身体の構造を理解したアスレティック・コンディショニング・メディカル等の専属トレーナーが、競泳のトレーニング現場に関与してきたことも影響している。また、質的トレーニングの主流である陸上での高強度トレーニング(High Intensity Interval Training: HIIT)¹⁰⁾は、連続的動作で一過性かつ完結的に行える条件において、爆発的な出力と短時間の休息を繰り返すようにプログラムされており、このトレーニングによって持久的能力も向上するというコンセプトである。これは、陸上において最大限まで速筋性を引出せる環境で効果が期待できるトレーニング形態であろう。一方で、水中でスピードの向上を目的としたトレーニングは、どちらかというと言発的に、より高い技術と強度で常に全力を出し切ることのできる状態で実施され、こちらも様々な方法で骨格筋に刺激を与えられるように工夫されてきた。Maglischo⁵⁾は、持久性トレーニングを「EN1」「EN2」「EN3」スプリントトレーニングを「SP1」「SP2」「SP3」とし、各3段階に定義したトレーニング理論を構築して近世のコーチング現場に普及させた。

競泳のトレーニングにおいて、泳パワーの向上を目的として、特殊な用具(チューブ・バケツ・水中パラシュートなど)を牽引する水中レジスタンストレーニングが行われてきた。このトレーニングは、泳動作中に単発的に短時間で骨格筋に負荷を与えることが可能な泳パワートレーニングとして認識されてきた。このようなトレーニングは、常に実際のレースと近似したストローク技術によって、泳速度を高めることを前提に実施することが望ましい。大方、ストローク開始直後のキャッチ局

面で直ぐに流水へ力を伝えるための技術と筋力の改善を意図して実施されており、さらに骨格筋へ刺激を与えられるように、様々なアイテム(フィンやパドル)を使用するケースも多い。しかしながら、実際のトレーニング現場でストローク技術を重視し、選手と指導者の意図に反映してトレーニングが実施されているとは限らない。また、泳パワーの向上を目的として行われてきた水中レジスタンストレーニングやアイテム(フィンやパドル)の使用が、必ずしも骨格筋へ刺激を与えているとも限らない。

競泳は、ストローク長(Stroke Length :SL)とストローク頻度(Stroke Rate :SR)の積が泳速度に深く関与し⁵⁾、スプリントトレーニングや泳パワートレーニングではSRをコントロールすることが重要である。特に推進力を高めるためのストローク技術の観点から、上肢の筋力の向上を意図したキャッチ局面での筋出力発揮のタイミングは極めて重要である。松波ら⁷⁾は、パドルサイズの増大に伴い筋放電積分値が一定の増加傾向を締めさなかつたことを指摘し、パドルを使用する際にパドルなしのストローク時間に近づけて泳速度を高めることが筋への負荷増大となる可能性を示唆し、個人に適したパドルサイズを選択することが重要であることを言及している。様々な道具を負荷に用いて実施される水中レジスタンストレーニングは、SLとSRの積と泳速度の関係から、1ストローク中の各局面における筋出力発揮のタイミングを重視し、実際のレースと近似したストローク技術によって泳速度を高めることを目的として実施した方が望ましい。

2. 目的

本研究は、競泳の水中レジスタンストレーニングに着目し、一般的に水中トレーニングの現場で活用されているナイロン製パラシュート(Swim Para Chute)を用いて、最大努力泳時のクロールの映像と同期して筋電図分析を実施した。また、得られたデータにより水中レジスタンストレーニング中

表1 被験者の身体特性

	身長	体重	体脂肪率	ベストタイム(50m)
被験者 A	178cm	76kg	13.5%	23.38
被験者 B	174cm	64kg	10.1%	24.12

の各ストローク局面における筋の活動様式について検証し、水中での泳パワートレーニングを実施する際の知見により今後のレジスタンストレーニングの発展に貢献することを目的とする。

3. 実験方法

3-1. 被験者

本研究は、F大学水泳部に所属して日常的にトレーニングを行なっている競泳短距離選手2名(全国大会レベル・九州大会レベル)を被験者とした(表1)。なお被験者は、事前に実験内容に関して詳細に説明したのちに同意してもらい本実験への参加の承諾を得た。

3-2. 試技

試技は25mクロール泳で各2回ずつ実施し、異なる3試技において最大努力泳を実施した(図1)。試技

1は通常の最大努力泳(Swim:試技S)、試技2はナイロン製パラシュートを牽引した最大努力泳(Swim Para Chute:試技SP)、試技3は試技1のSRでナイロン製パラシュートを牽引した最大努力泳(Swim Para Chute Rate:試技SPR)とした。なお、試技3のSRは泳者の頭部に設定した完全防水型メトロノーム(FINIS社製Tempo Trainer :TT)を装着し、ナイロン製パラシュートは通常のトレーニングで活用している設定負荷とした(図2)。また被験者には、通常のトレーニング同様に、全ての試技において「呼吸なし」で泳ぐように指示をした。

3-3. 被験筋と筋電図の測定および算出法

被験者の身体左側面部の7箇所筋電極を装着した(図3)。被験筋は、橈側手根屈筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、三角筋、広背筋、大胸筋、大円筋とし、無線筋電計(S&ME社製、Bio log DL-5000)によってサンプリングを行い周波数1kHzで計測した。またLED

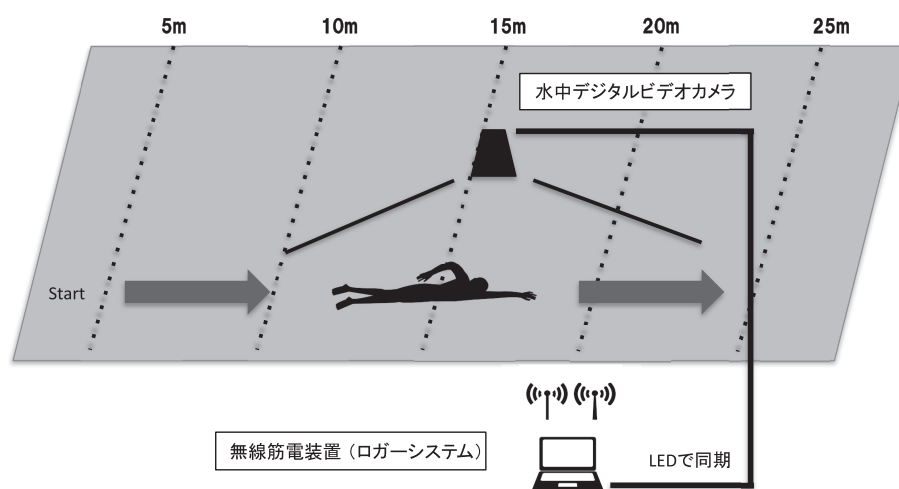


図1 実験配置図

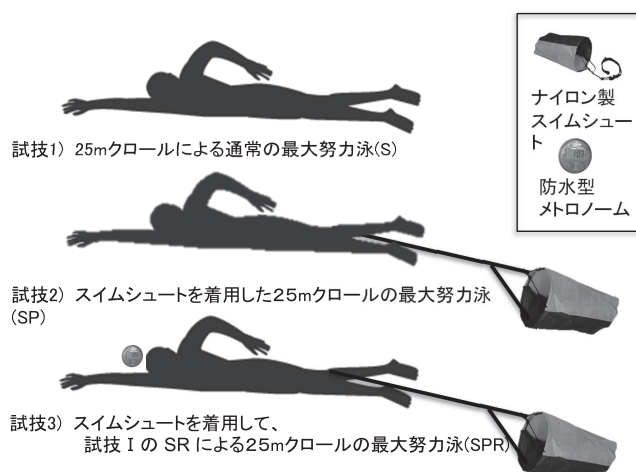


図2 25mクロール泳の各試技の条件設定

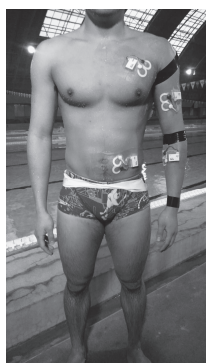
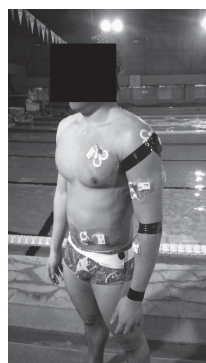
型同期装置(DKH社製,PH-105)を用いることで,後述する身体各部変位測定との時刻同期を行った.

3-4. 映像による身体各部変位の算出法

試技区間10m~25mを泳者左側方から水中デジタルムービーカメラ(Panasonic社製 HX-WA10)により60Hzで撮影を行った.泳者に装着した左手部・左肩関節・左大転子に視覚マーカーの矢状面内の変位を二次元DLT(Direct Linear Transformation)法により実長換算した.得られた各部変位は,デジタルIIRフィルタによりカットオフ周波数3Hzで平滑化した.そして左腕動作による1ストロークを,キャッチ・プル・プッシュ・リカバリーの4局面に分割し,それぞれの出現時間を算出した(図4).そして試技中の安定した区間のスト

ロークデータを分割し,各ストロークの単位時間あたりの筋放電積分値(iEMG)を,被験者の試技ごとに加算平均化により算出し,各局面に分けて分析した.また,左大転子変位から推進方向速度を算出し,これを泳速度として扱った.各局面の定義はChollet¹⁾によるものを採用して以下のように定義した.

- 1)キャッチ局面:左手部が入水してから後方に動き始めるまでの時間
- 2)プル局面:左手が後方に動き始めてから肩下の鉛直な面に到達するまでの時間
- 3)プッシュ局面:左手が肩下に位置しているところから左手出水までの時間
- 4)リカバリー局面:左手が水から抜け出してから次の入水までの時間



- <被験筋>
- ・橈側手根屈筋
 - ・上腕二頭筋
 - ・上腕三頭筋
 - ・三角筋
 - ・広背筋
 - ・大胸筋
 - ・大円筋

図3 筋放電測定器の装着部位

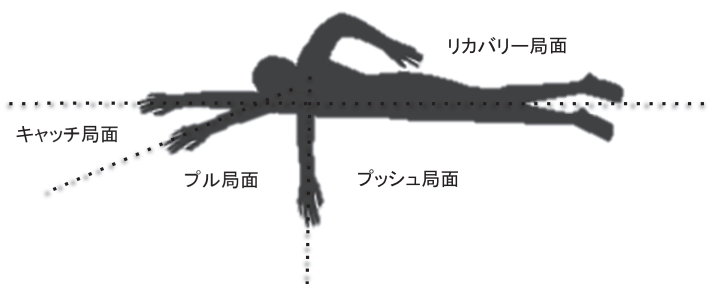


図4 画像分析における1ストローク中の4局面

3-5. 泳速度, SR, SL, の算出法

試技中10m~25m区間のSRをストップウォッチで測定し(試技3のSR調整にTTを使用),泳タイムは,試技中0m~15m~25m区間をストップウォッチにより測定した.また,泳速度とSRの実測値からの単純計算によりSLを算出した.

タイミングを比較すると,被験者Aはすべての試技において全体的に近似した筋放電波形を示した.キャッチ局面における橈側手根屈筋の放電は,前腕を橈屈しながら回内動作が行われている際の放電と推測され,前腕でしっかりと水を押さえる動作が行われていることが窺える.そして,キャッチ局面からプル局面に移行する際に橈側手根屈筋と上腕二頭筋の同時放電が見られるが,これはアウトスイープ動作からインスイープ動作への切返しの回外動作が行われている際のものとして示唆される.プル局面においては,橈側手根屈筋と上腕二頭筋の放電に加えて,後半には上腕三頭筋と広背筋の同時放電も見られた.これは,プル局面のインスイープ動作からプッシュ局面に至るまでの肘関節を起点とした上腕の内転および伸展動作によるものと推測される.また,3試技とも全ての被験筋が同じようなタイミングで放電していたことから,被験者Aは試技SPと試技SPRでも,試技Sと同様

4. 結果および考察

4-1. 筋放電の作用機序について

3試技の1ストローク中における各筋の筋放電波形を図5および図6に示した.そして,試技S,試技SP,試技SPRの各被験筋の放電から,被験者2名の筋放電の作用機序の特徴として以下の知見が得られた.

4-1-1. 被験者Aについて

各試技の1ストローク中(4局面)の各筋の放電の

表2 各試技における測定結果

		15m / 25m (sec)	Velocity (m/sec)	Stroke Rate (Stroke/min)	Stroke length (Distance/Stroke)	Stroke Cycle (sec)
被験者 A	試技 S	6.52 / 11.87	1.86	56.4	1.98m	1.06
	試技 SP	9.49 / 17.81	1.20	52.6	1.37m	1.14
	試技 SPR	9.67 / 17.88	1.21	57.1	1.27m	1.05
被験者 B	試技 S	6.82 / 12.38	1.79	54.3	1.98m	1.10
	試技 SP	10.30 / 19.46	1.09	52.0	1.25m	1.15
	試技 SPR	9.84 / 18.24	1.19	56.4	1.26m	1.06

のストローク技術が行われていることが予測される。さらに「キャッチ局面」→「プル局面」→「プッシュ局面」の幅広い動作で常に広背筋が作用している事も確認されたことから、キャッチ局面からプル局面の水を押さえるポイントにおいて、背部筋群を動員したストロークが行われていることが窺える。さらに、試技Sのキャッチ局面において三角筋の放電が顕著に見られるが、これはキャッチ局面での肩関節の伸展から前腕の回内動作と上腕の内旋による放電であることが予測され、肘を高い位置に保って水を押さえるための筋作用と考えられ、試技SPと試技SPRにおいてもこのような放電が微量に見られた。以上のことから、

被験者Aはレジスタンストレーニング時に通常のスイムの技術が損なわれている可能性が低いものと示唆された。

4-1-2. 被験者Bについて

各試技の1ストローク中(4局面)の各筋の放電のタイミングを比較すると、被験者Bは各試技において全体的に異なったタイミングによる筋放電波形が見られた。キャッチ局面において橈側手根屈筋の放電が微量に見られたが、これは被験者Aと比較すると前腕でしっかりと水を押さえる動作が行われていないものと推察され、次いで橈側手根屈筋と上腕二頭筋の同時放電に関しては、キャッチ局

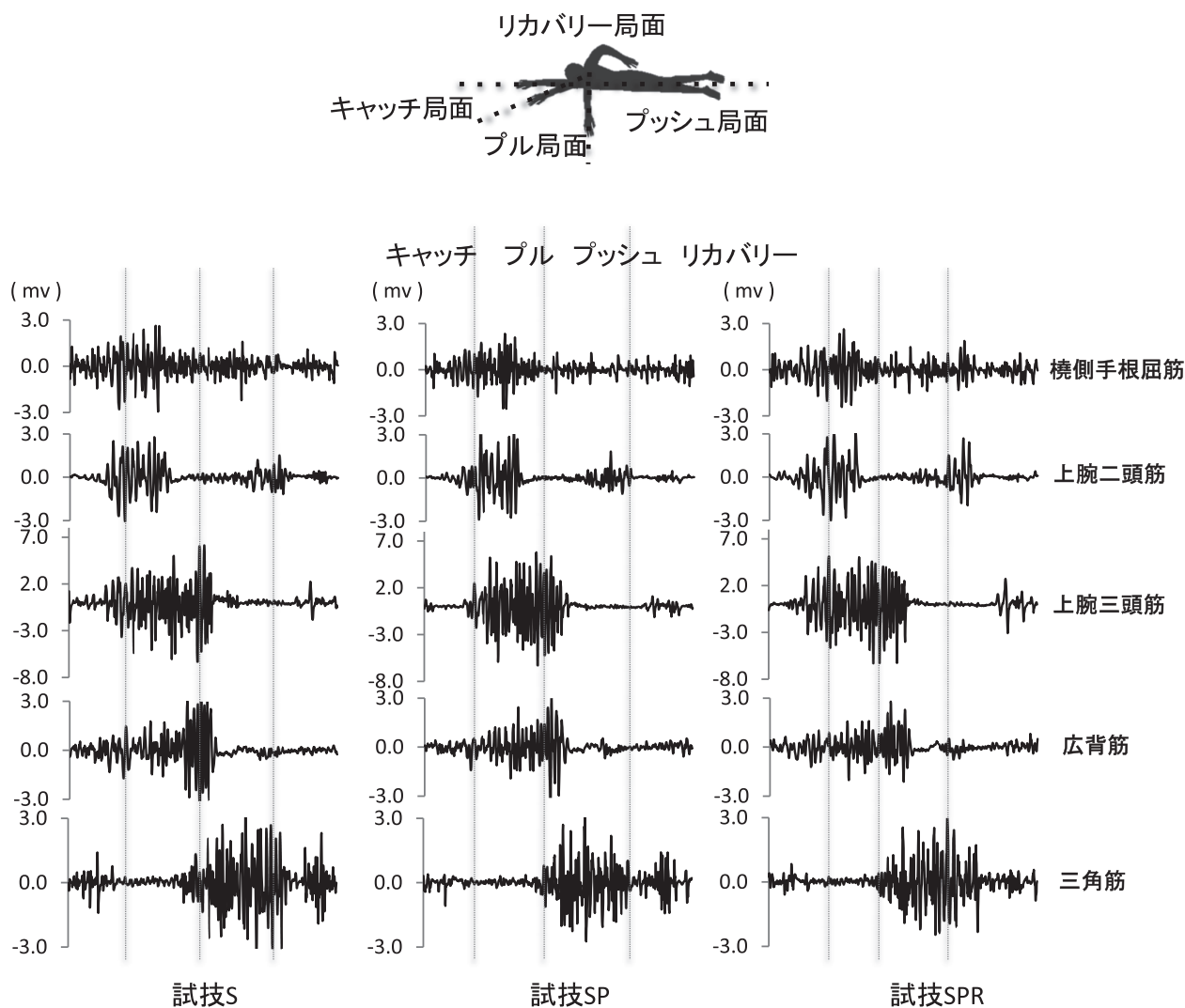


図5 被験者Aの各試技における1ストローク中の筋電図波形

面からプル局面に移行する際には見られずプル開始と同時に見られ,試技SPRについてはプッシュ局面で見られた.これは被験者Aと異なる結果であり,プル局面に移行する際のアウトスイープ動作からインスイープ動作への切返しの回外動作が行われていないものと推測される.一方でプル局面に関しては,被験者Aと同様に橈側手根屈筋と上腕二頭筋の放電に加えて上腕三頭筋と広背筋の同時放電が見られた.しかし試技S,試技SP,試技SPRの3試技において,すべて異なるタイミングでの放電を示しており,特に上腕三頭筋と広背筋の同時放電は,試技SPと試技SPRではプッシュ局面で見られた.このことから,試技SPと試技SPRの際に水

に力を伝えるタイミング動作が遅延し,試技Sと異なったストローク技術が行われている可能性が示唆された.また広背筋の放電についても被験者Aとは異なりプッシュ局面時での放電が顕著に示され,キャッチ局面からプル局面の水を押さえるポイントでは,背部筋群を動員せずに上腕を主としたストロークが行われているものと推測された.

4-2. 単位時間あたりの筋放電積分値について

3試技のストロークデータについて,各試技の安定した区間の数ストロークのデータを採用して4局面に分割して図7,図8,図9に示した.

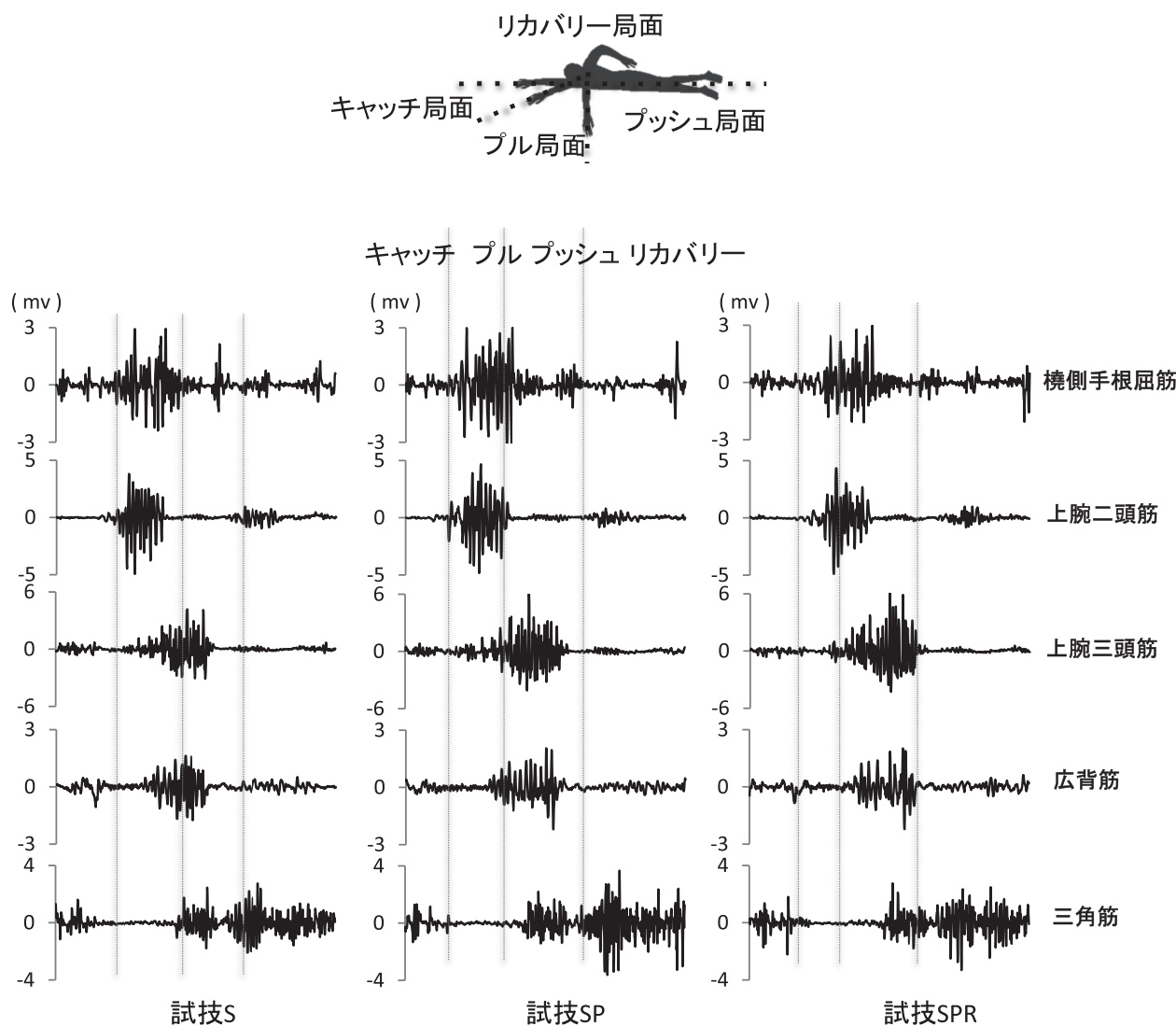


図6 被験者Bの各試技における1ストローク中の筋電図波形

4-2-1. 被験者Aについて

キャッチ局面の主要筋における筋放電積分値(図7)は、試技S(橈側手根屈筋429.67mvsec/sec,上腕二頭筋273.88mvsec/sec,上腕三頭筋413.45mvsec/sec)試技SP(橈側手根屈筋404.12mvsec/sec,上腕二頭筋272.79mvsec/sec,上腕三頭筋328.56mvsec/sec)試技SPR(橈側手根屈筋350.48mvsec/sec,上腕二頭筋212.32mvsec/sec,上腕三頭筋149.88mvsec/sec)で、試技Sが試技SPや試技SPRよりも高値を示し、推進力を得るための準備局面となるキャッチ局面において主要筋が動員されていることが窺えた。またクロールの推進局面として重要なプル局面においても、橈側手根屈筋を除いた3つの主要筋群(上腕二頭筋1088.02 mvsec/sec,上腕三頭筋1559.60 mvsec/sec,広背筋544.39 mvsec/sec)で試技Sが最も高値を示した(図8)。つまり、推進力を得るために重要なキャッチ局面からプル局面において、試技SPや試技SPRよりも、試技Sの方が各筋の動員率が高く、自発的な努力泳の試技が骨格筋への作用を促すものと推測された。さらにプッシュ局面に関しても、この局面の主要筋群(上腕三頭筋1058.72 mvsec/sec,広背筋661.68 mvsec/sec,大胸筋121.73mvsec/sec)の値が、試技Sによる全力泳で最も高値を示した(図9)。以上のことから、被験者Aは水中でのすべてのストローク局面で、レジスタンストレーニング時よりも何も負荷をかけない状態(通常のスイム時)の全力泳の方が主要筋の活動が著しいことが解った。

4-2-2. 被験者Bについて

キャッチ局面における主要筋の筋放電積分値(図7)は、試技S(橈側手根屈筋153.02mvsec/sec,上腕二頭筋35.27mvsec/sec,上腕三頭筋234.74mvsec/sec)試技SP(橈側手根屈筋149.73mvsec/sec,上腕二頭筋49.32mvsec/sec,上腕三頭筋228.58mvsec/sec)試技SPR(橈側手根屈筋171.76mvsec/sec,上腕二頭筋58.31mvsec/sec,上腕三頭筋169.39mvsec/sec)で、いずれかの試技においても統一性を示す結果ではなかった。しかしながら、推進局面として重要なプル局面における主要筋群の筋放電積分

値は、試技S(橈側手根屈筋689.37mvsec/sec,上腕二頭筋996.59mvsec/sec,上腕三頭筋437.55mvsec/sec,広背筋176.48mvsec/sec)試技SP(橈側手根屈筋1230.33mvsec/sec,上腕二頭筋1784.65mvsec/sec,上腕三頭筋906.65mvsec/sec,広背筋335.66mvsec/sec)試技SPR(橈側手根屈筋856.61mvsec/sec,上腕二頭筋1210.27mvsec/sec,上腕三頭筋519.22mvsec/sec,広背筋244.06mvsec/sec)で、試技SPおよび試技SPRの時に高値を示し、被験者Aとは異なる結果を示した(図8)。このことから被験者Bの場合、推進力を得るプル局面においてレジスタンストレーニング時に通常のスイムよりも各筋の動員率が高く、レジスタンストレーニングによって筋に負荷を与えるという観点から見た場合、その意図が反映されているものと考えられる。またプッシュ局面においても、主要筋群は(上腕三頭筋1840.08mvsec/sec,広背筋789.26mvsec/sec,大胸筋139.60mvsec/sec)で試技SPおよび試技SPRの際に高値を示した(図9)。以上のことから、被験者Bは被験者Aとは異なり、水中でのプル局面およびプッシュ局面においてレジスタンストレーニング時の主要筋の筋活動が著しいことが解った。

4-3. 各ストローク局面におけるEMG包絡線のタイミングについて

各試技において安定したストロークデータを加算平均してEMGの包絡線(Envelop)を算出し、被験者2名の1ストローク中の各局面における3試技の放電量の包絡線の変位を図示した(図10)。

4-3-1. 被験者Aについて

被験者Aの試技Sのキャッチ局面からプル局面開始までの波形を見ると、橈側手根屈筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、広背筋、三角筋のすべてが放電しており、水中でのストロークが開始する重要な局面における筋の動員は、その後に推進力を得るために重要である。特に、橈側手根屈筋の包絡線のピーク時は、キャッチ局面からプル局面に切り替わる際のタイミングで見られた。また、上腕二頭筋のピークはプル局面の前半で見られ、次いで上腕三

競泳の水中レジスタンストレーニングに関する一考察 (田場・他)

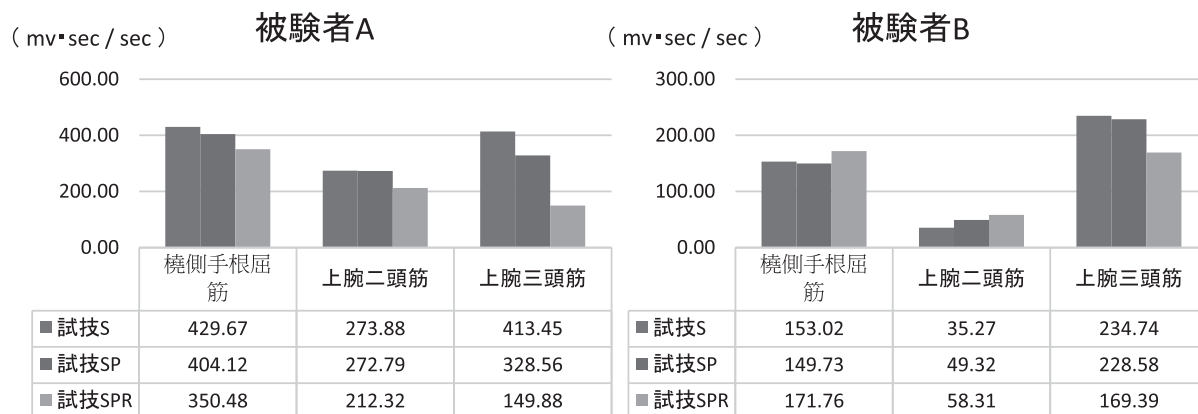


図7 各試技のキャッチ局面における単位時間あたりの筋放電積分値

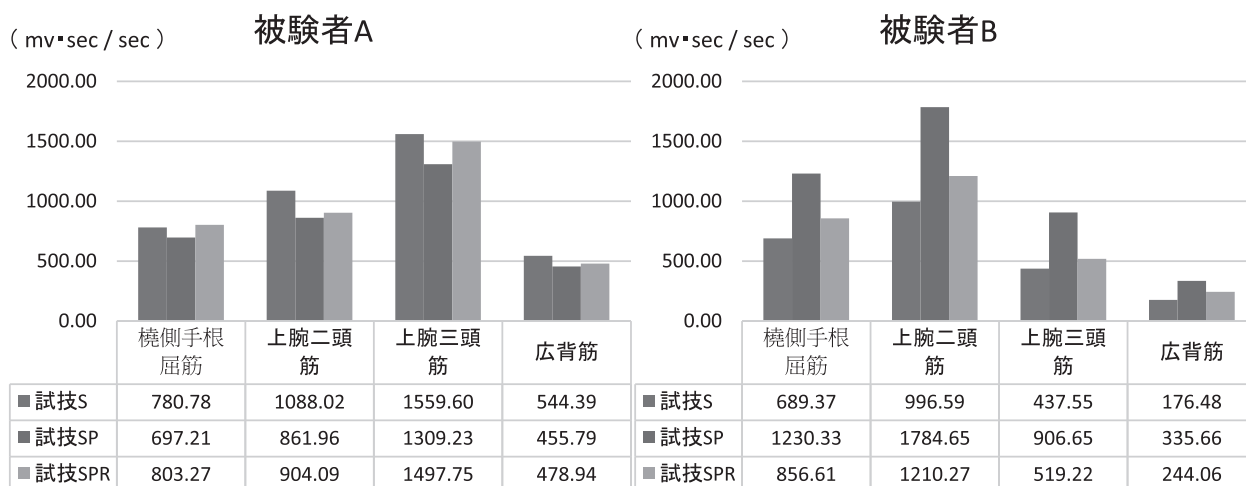


図8 各試技のプル局面における単位時間あたりの筋放電積分値

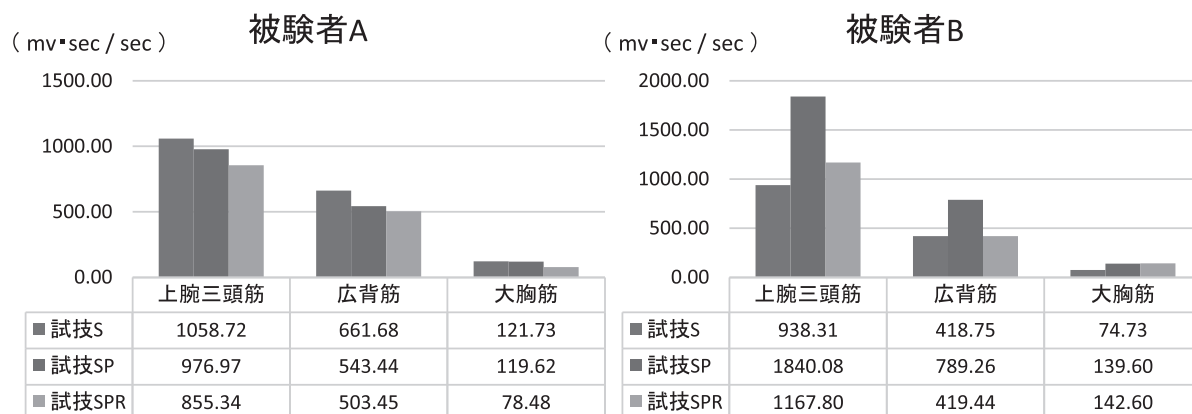


図9 各試技のプッシュ局面における単位時間あたりの筋放電積分値

頭筋と広背筋に関しては、橈側手根屈筋と同じくプル局面からプッシュ局面に切り替わるタイミングで包絡線のピークが見られた。推進力が得られる局面において、上肢のストローク動作が切り替わる瞬間にピークに達していることから、水に力を伝えるべきタイミングでの筋の作用が有効的に行われている可能性が示唆される。さらにプッシュ局面が終了してリカバリー局面が開始するタイミングで三角筋の放電がピークに達していた。被験者Aは、試技SPについても包絡線のピーク時が試技Sと同様のタイミングであった。しかし試技SPRの推進力が得られるプル局面からプッシュ局面においては、橈側手根屈筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、広背筋の包絡線がピークを示すタイミングが遅延する傾向にあった。このことから、試技Sと同じSRでレジスタンストレーニングを実施する際には、通常に行われている泳動作とは異なるタイミングで筋が作用してストローク技術が損なわれてしまう可能性が考えられる。

4-3-2. 被験者Bについて

被験者Bの試技Sのキャッチ局面からプル局面開始までの波形を見ると、橈側手根屈筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、広背筋の放電がほとんど見られなかった。また橈側手根屈筋と上腕二頭筋の包絡線のピークはプル局面の中盤で見られ、次いで上腕三頭筋と広背筋に関しては、被験者Aと同様にプル局面からプッシュ局面に切り替わるタイミングで包絡線のピークが見られた。三角筋の包絡線のピークも被験者Aと同様にプッシュ局面が終了してリカバリー局面が開始するタイミングであった。したがって、試技Sと同じSRでレジスタンストレーニングを実施する場合は、通常に行われている泳動作と異なるタイミングで筋の作用が行われ、ストローク技術が損なわれてしまう可能性が考えられる。

5. まとめ

日常的にトレーニングを行なっている競泳短距

離選手2名(全国大会レベルと九州大会レベル)を対象としたレジスタンストレーニングに主眼をおいた実験結果により以下の知見が得られた。

- 1) 被験者Bは、意図的に負荷を与えて実施する水中レジスタンストレーニングの際にストローク技術が損なわれている可能性が示唆された。
- 2) 被験者Aは、水中レジスタンストレーニング時よりも通常のスイム(負荷なし)の方が骨格筋の作用を促す可能性が示唆された。
- 3) 両被験者ともに、筋放電のタイミングが遅延傾向にあり、水中レジスタンストレーニング時に、スイムと異なるストローク技術で泳いでいる可能性が示唆された。

6. 結論

高強度トレーニングは、強い負荷を与えることを前提に、回転数が最大となる運動を反復して“速筋性を引出せる環境”で実際することが望ましい。したがって、大きな抵抗を受ける水環境は速筋性を最大限に引出せる環境としては適さないであろう。つまり、大方が泳パワーを身につけるための目的で実施してきた水中レジスタンストレーニングは、実際にその意図が反映されていない可能性が示唆された。しかしながら、本研究による一考察は、被験者2名に限られた結果であり、全ての対象者に当てはまるわけではない。今後は、水中で負荷が掛かった状態によって回転数(ストローク頻度)の指標が得られる実験を提案し、泳パワーが簡易的に定量化できるようなフィールドテストを考案したい。

7. 謝辞

本論文を構成するにあたって、実験でご協力いただいた福岡大学水泳部員ならびに情報収集にご尽力いただいた研究関係者の方々にこの場を借りて心より感謝申し上げます。

競泳の水中レジスタンストレーニングに関する一考察 (田場・他)

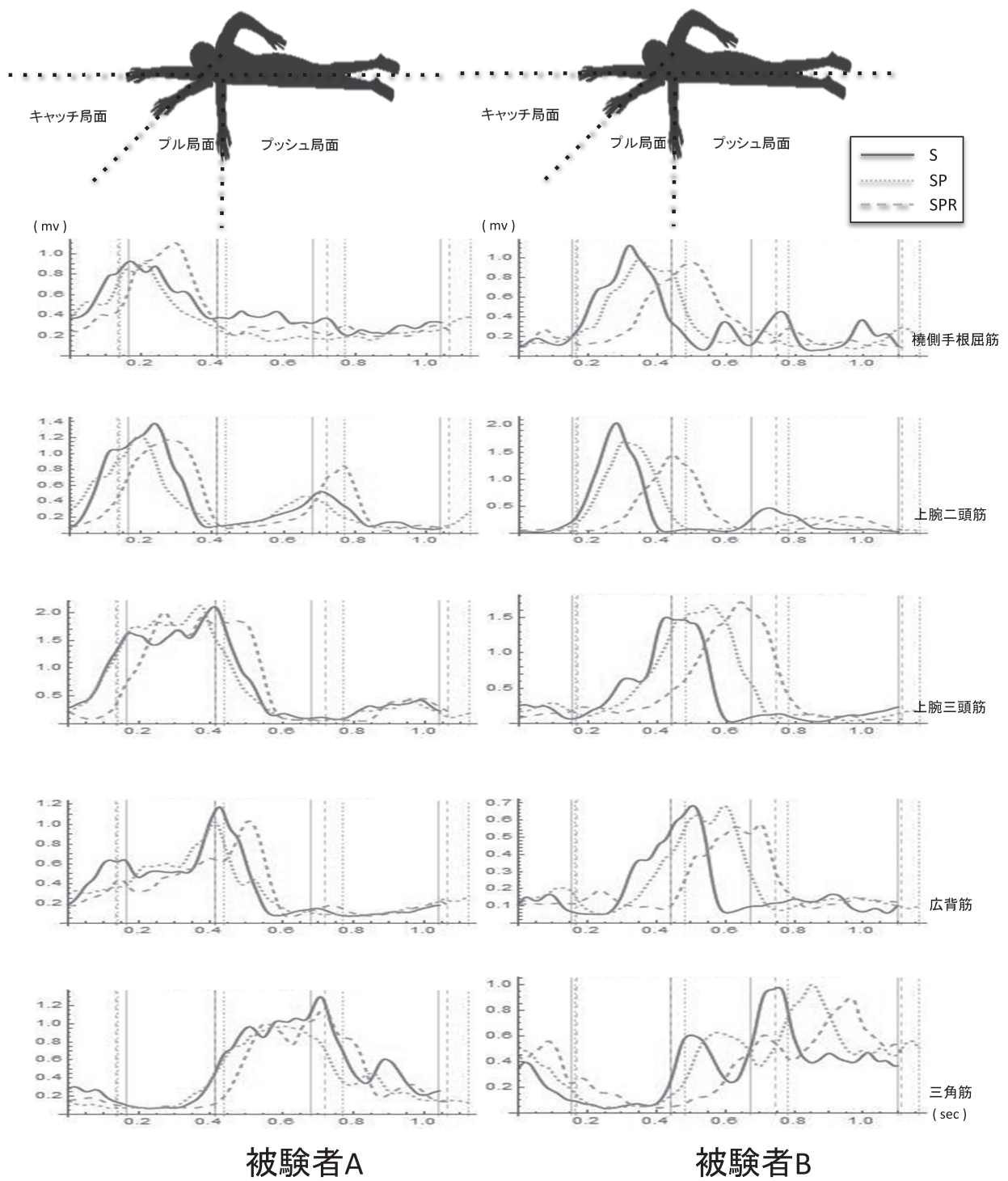


図10 各ストローク局面における被験筋の放電包絡線の変位

8. 参考文献

- 1) Chollet,D., Chabies,S., Chatard,J.C., (2000) A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*, 21(1), 54-59.
- 2) 府内勇希,北川薫 (2013) : 長距離泳者と短距離泳者のcritical swimming velocityの決定. *水泳水中運動科学*16(1),40-46.
- 3) 府内勇希,松波勝,田場昭一郎(2016) : 競泳選手のインターバルトレーニングにおけるCritical Stroke Rateの活用. *水泳水中運動科学* 19(1),1-7.
- 4) Yuki Funai, Masaru Matsunami, Shoichiro Taba (2019): Physiological responses and swimming technique during upper limb critical stroke rate training in competitive swimmers. *Journal of Human Kinetics*,Vol(70),61-68.
- 5) 生田泰志,松田有司,山田陽介,来田宜幸,小田伸午(2010):クロール泳における泳速度、ストローク頻度およびストローク長の変化と筋活動の関係. *体力科学*59,427-438.
- 6) Maglischo,E.W.(2003):Swimming Fastest.
- 7) 松波勝,田口正公,星子和夫,田場昭一郎(1997): ハンドパドルのサイズが異なったプル泳時の筋放電分析. *身体運動のバイオメカニクス*,406-411.
- 8) 仙石康雄,角川隆明,小林啓介,成田建造(2017): 高強度トレーニングを柱とした競泳競技トレーニングシステム. *コーチング学研究*(第30巻増刊号),61-65.
- 9) 田場昭一郎(2015):ハンドパドルと抵抗水着がプルトレーニングに与える影響-競泳女子長距離選手を対象として-. *福岡大学スポーツ科学研究*45(2),57-65.
- 10) Tabata I, K Nishimura, M Kouzaki, Y Hirai, F Ogita, M Miyachi, K Yamamoto(1996):Effects of moderate intensity-endurance and high intensity-intermittent training on anaerobic capacity and Vo2max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*(28),1327-1330.