背泳ぎスタートにおけるグリップを握る位置が 手部の力発揮に与える影響

Effects of grip position on hand force in backstroke start

糸井 紀 (Osamu Itoi)
武田 剛 (Tsuyoshi Takeda)
椿本 昇三 (Shozo Tsubakimoto)

筑波大学大学院人間総合科学研究科
筑波大学体育センター
筑波大学人間総合科学研究科

(abstract)

The purpose of this study was to examine the hand reaction force in backstroke start including new backstroke grip positions. The subjects were elite-backstroker (n=6). The instruments consisted of backstroke grip on water proof force platform. Two-dimensional motion analysis technique was used to collect motion data. As result, there were two peaks (peak 1 and peak 2) in the elite swimmer's hand reaction horizontal force. Elite swimmers pulled the grip strongly at peak1. The results suggest that the pulling a grip is important skill in backstroke starts. And in the comparison of the grip positions, significant differences were found between horizontal lower grip at peak1 and other grip at peak1 ($p<0.05$), however horizontal lower grip showed the slowest transition time at 5m. This study was the first to investigate hand reaction force during backstroke start motion. The data in the present study was contrary to the describing reported by many coaching books.

Keywords : reaction force, vertical grip, horizontal upper grip, horizontal lower grip

【背景】

2010年4月、日本競泳界において新型スタート台が導入された。この新型スタート台には水面と平行な上下2本の背泳ぎスタート用ハンドグリップが設置され、低い位置の「下グリップ」、高い位置の「上グリップ」、そしてこのグリップの連結部位を握る「縦グリップ」の3種類の握り方を行なうことが可能となった。よって以前とは異なる背泳ぎスタート時の手部の技術が必要となり、選手はその握り位置を模索しているのが現状である。

各指導書では手部の使い方について「グリップにかけた両手を突きはなし」³⁾、「頭をかがめた姿勢から、号砲で腰上げ・頭振出し、手つき放しとエネルギーを集中し

ていき」²⁾、「スタート台から押し放す。そして手でグリップを下に押す」⁴⁾、「両手でグリップを突き放す」⁵⁾と、どれもグリップを「押す」・「突き放す」という表現がされている。しかしながら、その時の手部の力発揮の調査はいまだ行われていない。

そこで本研究は、背泳ぎスタートの3種類の握り位置によるスタートの水平成分・垂直成分における手部の力発揮を測定し、握り位置が手部の力発揮に与える影響を調査することを目的とした。

【方法】

1) 被験者

被験者は、大学水泳部でトレーニングを行っている背

Table 1 Physical characteristics and competitive careers of subjects

Subject	Height (cm)	Body mass (kg)	Age (yrs)	100m best record (sec)
Ba-1	177.0	72.0	21	54.91
Ba-2	179.0	72.3	21	56.21
Ba-3	177.0	70.2	19	59.71
Ba-4	180.6	63.9	18	56.31
Ba-5	171.0	62.0	20	57.91
Ba-6	174.0	74.0	36	58.84
Mean	176.4	69.1	22.5	57.32
SD	3.5	4.9	6.7	1.8

泳ぎを専門とする男子選手6名を対象とした。競技レベルは全国大会出場から入賞レベルである。被験者の身長、体重、年齢、長水路の100m自己記録をTable 1に示した。

2) 実験試技

本研究では、分析区間をスタートシグナルから15m頭部通過までの背泳ぎ全力泳とし、試技は以下の握り方でのスタートを行わせた (Fig. 1)。

- 1) 縦のグリップを握る「縦グリップ」
- 2) 高い位置の水平グリップを握る「上グリップ」
- 3) 低い位置の水平グリップを握る「下グリップ」

3) データ収集と統計処理

T大学屋内プール (50 m × 7 レーン, 水深 1.3 m, 水温 28 度) において、スタート試技を2台のビデオカメラ (カメラスピード: 60fps, 露光時間: 水上 1 / 1000s, 水中 1 / 250s) で撮影した。スタート時の手部の力発揮は、防水型フォースプレート (9253B11, kistler 社製) の上に背泳ぎスタートハンドグリップ (Fig. 2) を設置しサンプリング周波数 1000Hz にて計測した。また泳者が受ける手部反力について、水平成分に関しては泳者の進行方向、垂直成分は上方向を正と定義した。被験者には、阿江ら¹⁾のBSPを用いて身体重心を算出するために必要な14点に、ビニルテープ及び発泡スチロールマーカーを用いてマーキングを施した。また撮影した映像から2次元DLT法を用いて、泳者のマーキングポイントの実座標を算出した。

画像分析により得られた実座標データと、フォースプレートにより得られた手部の力発揮データは、Butterworth型のLow-Pass Filterを用いて、遮断周波数をそれぞれ6Hzと40Hzで平滑化を行った。さらに5m地点、15m地点を頭部が通過する様子を撮影できるように、水中窓に2台のビデオカメラを設置した。なお、それぞれカメラスピードは60fps, 露光時間は1/250sに設定した。

Fig. 1 Three types of backstroke start

Fig. 2 The force platform and reaction force direction as positive at each direction

試技間の比較は、統計解析ソフト SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc) を用いて一元配置の分散分析を行い、有意水準に達したものについては多重比較 (Bonferroni 法) を行った。変数間の関係についてはピアソンの相関分析を行った。また変数間の有意水準はすべて危険率 5 % とした。

4) 測定項目

算出した実座標データと 5m, 15m 通過時の映像を元に以下の変数を算出した。

- ① 手離れ時間・足離れ時間
- ② 5 m 通過時間, 15 m 通過時間
- ③ 跳び出し速度 (水平成分・垂直成分)
- ④ 跳び出し角度
- ⑤ シグナル時身体重心垂直位置
- ⑥ 大転子入水距離
- ⑦ 手部力発揮 (水平成分・垂直成分)

【結果】

1) 水平成分の力発揮

Fig. 3 に各試技別の平均手部反力を示した。水平成分の反力は、どの試技もシグナルから手離れまでを 100% のとした規格化時間 50% あたりにおいて、大きな負の反力が見られ、また手離れの直前にもう一度負の力発揮をするような二峰性の変化パターンが見られた。

全被験者による 3 つの試技を比較では、シグナル時の水平成分の反力は、試技間の平均において「下グリップ」が「縦グリップ」と「上グリップ」に比べて有意に負の大きな値を示した ($p < 0.05$)。水平成分反力 (ピーク 1) は「下グリップ」が「縦グリップ」の試技に対して有意に負の大きな値を示し ($p < 0.05$)、強い力で引っ張っていることが分かった。また手離れ直前の水平成分反力 (ピーク 2) は「下グリップ」が「縦グリップ」の試技に対して有意に負の大きな値を示した ($p < 0.05$)。

2) 垂直成分の手部力発揮

垂直成分の手部反力は、全被験者による 3 つの試技を比較すると、シグナル時およびピーク時において、「下グリップ」は「縦グリップ」に対して有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。

3) 5m, 15m 通過時間

通過時間 (Fig. 4) は 5m 通過時間において「上グリップ

Fig. 3 The changes in averaged hand reaction force

プ」が「下グリップ」に比べて有意に時間が短かった ($p < 0.05$)。しかし、15m 通過時間には有意な差は認められなかった。

4) 跳び出し速度・跳び出し角度

跳び出し水平速度および跳び出し垂直速度には各試技間で有意な差が見られなかった。また跳び出し角度も有意な差は認められなかったものの「下グリップ」が最も低い値を出していた (Fig. 5)。

Fig. 4 Transition time at 5m and at 15m

Fig. 5 Take-off angle

5) 身体重心垂直位置・大転子入水距離

シグナル時の身体重心垂直位置 (Fig. 6) は、「下グリップ」が「縦グリップ」に対して有意に低かった ($p < 0.05$). また、大転子入水距離 (Fig. 7) は「下グリップ」が「縦グリップ」と「上グリップ」に比べて有意に短かった ($p < 0.065$).

【考察】

水平成分の力発揮は、どの試技においてもシグナル後、

さらに負の強い力発揮を行っていた。これは強くグリップを引っ張り、身体を壁側に引きつける動作であった。すなわち熟練者の背泳ぎのスタートは、指導書に書かれているようなグリップを押す動きはしておらず、むしろ逆にグリップ強く水平方向に引っ張っていると考えられる。

垂直成分の力発揮は「縦グリップ」が「下グリップ」に対して有意に高い値を出していた。「縦グリップ」のスタートは、シグナル時の身体重心垂直位置が最も高く、

Fig. 6 Vertical displacements of the CG at starting signal

Fig. 7 Distance of hip entry

他の試技に比べ身体を高い位置で支えるため重力に抗する垂直方向の強い力発揮を必要とし、シグナル後もその高い身体重心位置を確保するために、垂直成分の強い力発揮を行っていると考えられる。

また下グリップのスタートは、シグナル時の身体重心垂直位置が最も低く、水没している身体の体積が大きくなると考えられる。よってこの水没した部分はスタートの構え時に浮力を大きく受けることになり、この浮力が重力を相殺した結果、シグナル時の手部の垂直成分の反力が低い値を出したと考えられる。

【コーチングへの示唆】

新型スタート台を用いた背泳ぎスタートにおいて、指導者は選手に対し、どのグリップを持つように指導すべきか以下に考察する。

5m 通過時間において、「下グリップ」のスタートは最も遅い通過時間を示した。これは「シグナル時身体重心垂直位置」において、「下グリップ」が最も低い値を示し、このことが影響することによって「大転子入水距離」が短くなり早く着水し、5m 通過時間が遅くなることが推察された。

このように「下グリップ」のスタートは、スタートパフォーマンスが低下する可能性を持っている。しかしジュニアの選手にとっては、「下グリップ」は浮力を大きく受け、体を支えやすくする構え方であるとも言える。よって、ジュニアの選手に新型スタート台を使用した背泳ぎスタートのコーチングする時には、構え時に必要とされる筋力を考慮すると、最初に「下グリップ」でのスタートを指導し、その後成長に伴って「上グリップ」、または「縦グリップ」の指導に移行する事が望ましいであろう。

シニアの選手にとっては「上グリップ」・「縦グリップ」のどちらが望ましいのであろうか。このことを検討するために、今回の研究で得られたデータの中で、特に手離れ直前の水平成分の力発揮（ピーク2）に着目した。この水平成分力発揮（ピーク2）において、「縦グリップ」は「上グリップ」に比べ負の小さい値を示した。「水平グリップ」の試技をハイスピードカメラで撮影して検証したところ、手離れ直前に指がグリップに当たる様子が捉えられた（Fig. 8）。手離れ直前に指がグリップに当たるということは足がけり始めてから指でブレーキをかけていることになると考えられる。

Fig. 8 The picture of hand-off at the horizontal upper grip (an example)

Fig. 9 The picture of hand-off at the vertical grip (an example)

一方で「縦グリップ」のスタート試技もハイスピードカメラで撮影して検証したところ、この試技では指が引っかからずに手離れしている様子が捉えられた（Fig. 9）。

以上のことから、指がグリップに当たらない「縦グリップ」のスタートはブレーキ要素が少なく、跳び出し水平速度が最も速くなる可能性を持っていることが示唆された。しかし、本研究では縦グリップと有意差がなかったことから、今後の研究で検証する必要がある。また、日常的に「縦グリップ」のスタートを練習できるプールは現在限られており、指導者は練習環境を考慮したコーチングをする必要があるとも考えられる。

更なる研究のために、手部と足部の力発揮、そして筋電位計測による全身の筋活動の状況を同時に計測し、その結果を詳細に分析することによって、背泳ぎスタートのより良いコーチングに寄与することが出来るであろう。

【結論】

本研究は、背泳ぎスタートの3種類の握り方によるスタートの水平方向・鉛直方向における手部の力発揮を測定し、握り位置が手部の力発揮に与える影響を調査することを目的とした。

本研究から得られた知見をまとめると以下のようになる。

- (1) 「縦グリップ」, 「上グリップ」, 「下グリップ」のいずれの試技も指導書に書いてあるような水平方向に「グリップを押す」という動きはしていなかった。
- (2) 新型スタート台での背泳ぎのスタートは、握り位置によって手部の力発揮に大きな違いがあり、各試技で特徴的な力発揮をしていた。
- (3) 下グリップのスタートは身体重心垂直位置、大転子入水距離などスタートに重要なパラメータが低く、スタートパフォーマンスが低下する可能性がある。

【参考文献】

- (1) 阿江通良, 湯海鵬, 横井孝志 (1992) 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. バイオメカニズム 11, 22-33. 東京大学出版会, 東京
- (2) 波多野勲 (1989) 水泳. 池田書店: 東京, pp.188
- (3) 波多野宏 (1997) スポーツグラフィック 水泳. 成美堂出版: 東京, pp.230
- (4) J. E カウンシルマン 訳 野村武男 (1982) 競泳マニュアル. pp.245
- (5) 田中聡子 (1996) 写真で見る水泳. 新星出版社: 東京, pp.138