

Wingate Test 及び足関節可動域とキック速度の関係 ～時系列的变化に着目して～*

野口 雄慶^{*1}, 野尻 奈央子^{*1}, 杉浦 宏季^{*1}, 矢武 達也^{*2}

Using the Wingate Test to Identify Time-Series-based Relations between the Ankle Joint Flexibility and Kick Speed

Takanori NOGUCHI^{*1}, Naoko NOJIRI^{*1}, Hiroki SUGIURA^{*1} and Tatsuya YABU^{*2}

^{*1} Department of Sports and Health Sciences, ^{*2} KANAIGAKUEN Swim Club

In this study, we examined the Wingate Test in conjunction with ankle joint flexibility and kick speed for 11 athletes. In the Wingate Test, we calculated the peak revolutions and peak power values of six sections by dividing each of these measurements by five seconds. Moreover, we measured the kick speed in each section by dividing 45 m of a long-course swimming pool (excluding the initial five meters) into six sections, each of which measured 7.5 m. With this information, we calculated the correlation coefficient between the range of motion of ankle joint and the kick speed for each section; we also calculated the correlation coefficient between the peak revolutions and the average power values via the Wingate Test as well as the kick speed for each section. We found a significant correlation between the range of motion of ankle joint and the kick speed in sections one, two, four, five, and six. Furthermore, we found a significant correlation between peak revolutions and kick speed in the first four sections of the Wingate Test. Therefore, we conclude that the instantaneous power exhibition in which the legs are moved quickly, i.e., peak revolutions, correlate to the kick speed, which is close to the top speed immediately after the start to middle stage; however, in situations where kick speed is maintained in the latter half, it is correlated to the flexibility of ankle joints..

Key Words: Wingate Test, Kick speed, Flexibility, Swimming

1. 緒 言

先行研究において泳スピードやキック速度と足関節可動域が関与することが明らかにされている⁽¹⁾⁽²⁾. 特に、キック速度はビート板を持ち、バタ足のみで進む際の泳速度であることから、脚パワーとの関係が高いことが考えられる。しかしながら、Wingate Test で測定した 30 秒間の脚の無酸素性パワーとキック速度の関係は認められなかったことが報告されている⁽¹⁾. このひとつの原因として、評価変数に 30 秒間の平均パワーを用いたことが考えられる。Wingate Test は無酸素性パワーの評価テストであるが、実際には後半局面 (25~30 秒程度の区間) では、有酸素性機構からのエネルギー供給も影響することが報告されている⁽³⁾⁽⁴⁾. つまり、時系列に沿って Wingate Test に関わるエネルギー供給系やパワー発揮値そのものが変化することから、単純に 30 秒間の平均値だけで比較するだけではなく、時系列を考慮して、つまり、一定の区間で区切り、区間ごとに変化を確認しながら分析を行なう必要があると考えられる。

本研究では Wingate Test 及び足関節可動域とキック速度の関係を時系列的に検討することを目的とした。

* 原稿受付 2016 年 2 月 29 日

^{*1} スポーツ健康科学科

^{*2} 金井学園スイムクラブ (〒910-0034 福井県福井市菅谷 1 丁目 1 番 22 号 福井アカデミアホテル内)

E-mail: t-noguchi@fukui-ut.ac.jp

2. 方 法

2.1 被験者

本研究の被験者は、大学生男子競泳選手 11 名（年齢：20.1±1.1 歳，身長：172.9±5.4 cm，体重：66.2±6.9 kg）であった。彼らは、1 回あたり 2 時間以上の水中トレーニングを週 6 日間と、陸上での筋力トレーニングを週 2 日間実施しており、長水路での自由形 200m のベストタイムが 1 分 52 秒～2 分 4 秒程度の集団である。全ての被験者は、健康でかつ身体的問題が無く、Wingate Test、足関節可動域およびキック速度の測定に参加した。測定に先立ち、被験者には実験の趣旨を口頭にて十分説明し、実験参加の同意を得た。

2.2 測定手順

2.2.1 Wingate Test

Wingate Test は、自転車エルゴメータを用いた短時間高強度の全力ペダリング運動であり、無酸素性能力（無酸素性パワーおよび無酸素性容量）を簡易的に評価するために広く普及しているテストである⁽⁵⁾⁽⁶⁾。本研究では、COMBI 社製パワーマックス V3 を用いて、Wingate Test を測定した。被験者の体重を入力し、体重あたり 7.5% の負荷で 30 秒間の最大努力の運動により、オールアウトテストを行った。本テストを用いて測定した 30 秒間のデータを 5 秒毎に 6 区間（1 区間：0-5 秒，2 区間：5-10 秒，3 区間：10-15 秒，4 区間：15-20 秒，5 区間：20-25 秒，6 区間：25-30 秒）に区切り、各区間のピーク回転数と平均パワー値を測定した（Fig. 1）。



Fig. 1 Wingate Test の結果

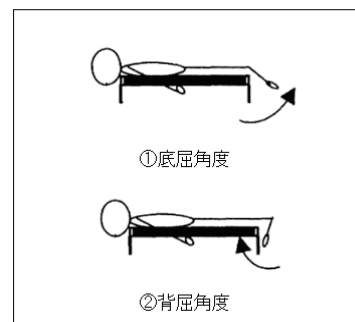


Fig. 2 足関節可動域測定

2.2.2 足関節可動域

足関節可動域の測定には、下肢の長さの影響を受けず、信頼性が高いとされる関節角度法を用いて測定を実施した⁽⁷⁾。検者には、計測前に十分な測定練習を実施させた後、計測を行った。足関節の角度は、伏臥位で、測定台から下腿部を出した状態で行った。測定はすべて被験者自身が可動できる範囲、つまり、能動的可動域を測定した。解剖学的肢位を 0°，腓骨への垂直線を基本軸，第 5 中足骨を移動軸として、足関節底屈及び背屈角度を計測した(Fig. 2)。評価変数には、前述した両角度を用いた。また、底屈角度と背屈角度の合計値を足関節可動域とした。

2.2.3 キック速度

キック速度は、長水路プールで実施した。被験者には、検者の合図で壁面を蹴ってスタートし、全力で 50.0m を泳ぐよう指示した。検者はプールサイドで被験者の真横に位置するように移動しながらタイムを計測した。キック速度はスタート時に壁を蹴って生じる加速の影響を取り除くため、スタートの 5m を除く 45m を、7.5m 毎に 6 区間に区切り、各区間の通過タイムからキック速度を算出した（Fig. 3）。評価変数には、各区間のキック速度を用いた。

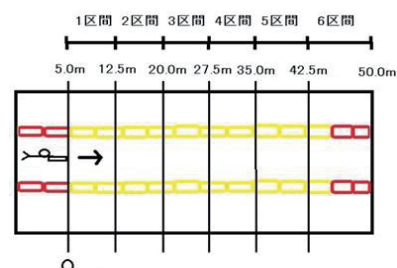


Fig. 3 キック速度の測定イメージ

2.3 統計解析

関節可動域と6区間のキック速度の、また、Wingate Testの6区間と、キック速度の6区間を対応させた際の両者のピアソンの積率相関係数をそれぞれ算出した。

本研究の統計的仮説検定の有意水準(α)は $p < 0.05$ とした。

3. 結 果

Wingate Testの6区間と、キック速度の6区間の基礎統計値をTable 1に、足関節可動域の基礎統計値をTable 2に示した。

Table 1 Wingate Test とキック速度の基礎統計値

	Wingate Test				キック速度 (m/s)	
	ピーク回転数(回)		平均パワー(W)		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD		
1区間	138.4	19.61	478.9	97.54	1.39	0.16
2区間	143.5	14.70	673.8	94.12	1.25	0.14
3区間	135.8	12.20	619.7	57.50	1.19	0.14
4区間	123.3	9.74	560.5	46.30	1.14	0.14
5区間	110.1	8.49	503.5	32.47	1.06	0.12
6区間	100.6	9.79	456.1	25.83	0.95	0.13

Table 2 足関節可動域の基礎統計値

単位(°)	Mean	SD
底屈角度	152.9	7.20
背屈角度	85.6	12.56
関節可動域	67.3	14.45

Table 3にはキック速度の1～6区間と足関節可動域及びWingate Testのピーク回転数、平均パワーとの相関係数の算出結果を示している。足関節可動域とキック速度の1, 2, 及び4～6区間の間に有意な相関が認められた($r = 0.60 \sim 0.78, p < 0.05$)、また、Wingate Testの1～4区間のピーク回転数とキック速度の間に有意な相関が認められた($r = 0.64 \sim 0.84, p < 0.05$)。

Table 3 キック速度との相関係数

	足関節可動域	Wingate Test	
		ピーク回転数	平均パワー
1区間	0.78 *	0.64 *	0.46
2区間	0.73 *	0.84 *	0.50
3区間	0.57	0.66 *	0.35
4区間	0.65 *	0.67 *	0.39
5区間	0.60 *	0.33	0.28
6区間	0.66 *	0.06	-0.24

* : $p < 0.05$

4. 考 察

足関節可動域は、途中、10-15秒の区間を示す第3区間で有意な関係が認められなかったものの、全体的にスタート直後から終盤局面にかけてキック速度との間に相関が認められた。先行研究⁽¹⁾においても50mのキック速度と足関節可動域の間に有意な相関が認められたことが報告されている。以上のことから、足関節の可動域、つまり足関節の柔軟性は時間経過に関わらずキック速度と関係があることが明らかになった。

一方で、各区間のピーク回転数、つまり、脚をいかに速く動かせるかについては、スタート直後から20秒程度までの区間でキック速度との間に相関が認められた。ピーク回転数は、力の大きさよりもむしろ、より速く脚

を動かす能力に関係していることから、スタート直後から中盤までのトップスピードに近い状態でのキック動作時の脚を打つタイミングの速さに関係すると推測される。

以上より、キック速度が速いときには、脚をいかに速く動かせるかが重要だが、スピードが低下していくに従い、足関節可動域が重要になる可能性が示唆された。

5. 結 語

本研究の結果より、Wingate Test 及び足関節可動域とキック速度との関係について、以下の結論が得られた。

- 1) 足関節可動域とキック速度は、10-15 秒の区間以外、全ての区間で有意な相関が認められた。
- 2) Wingate Test のピーク回転数は0-20 秒の区間までキック速度との間に有意な相関が認められた。
- 3) ピーク回転数のように、脚を速く動かす動作はスタート直後から中盤までのトップスピードに近い状態でのキック速度に関係する。
- 4) 足関節可動域は時系列的な影響はなく、どの局面でもキック速度と関係がある。

謝 辞

本研究の実施にあたり、福井工業大学水泳部には実験の準備段階から実際の測定まで多大なるご貢献をいただきましたことを、ここに感謝いたします。

文 献

- (1) 野口雄慶, 出村慎一, 上田康平, 杉浦宏季. 競泳選手におけるキックスピードと脚パワー及び足関節柔軟性との関係. 福井工業大学研究紀要. 45 : 243-247, 2015.
- (2) 杉本誠二, 中島求, 市川浩, 三輪飛寛, 武田剛, 野村武男. シミュレーション解析による水中ドルフィンキック時の足関節底屈角度の増加がパフォーマンスに与える影響. 体育学研究. 53(1) : 51-60, 2008.
- (3) 森健一, 山中美和子, 吉岡利貢, 荻山靖, 尾縣貢. Wingate test における発揮パワーとエネルギー供給能力との関係. 陸上競技研究. 26(3) : 10-17, 2011a.
- (4) 森健一, 吉岡利貢, 白松宏輔, 荻山靖, 尾縣貢. 有酸素性能力の相違が Wingate test におけるエネルギー供給比に及ぼす影響. 体力科学. 60(5) : 503-510, 2011b.
- (5) Bar-Or, O. The wingate anaerobic test - an update on methodology, reliability, and validity. Sports Med., 4 : 3 21-394, 1987.
- (6) Dotan, R. The wingate anaerobic test' s past and future and the compatibility of mechanically versus electro-magnetically braked cycle-ergometers. Eur. J. Appl. Physiol. 92 : 113-116, 2006.
- (7) 三上真弘. リハビリテーション医学 改定第2版. 南江堂: p.53-58, 2005.

(平成 28 年 3 月 31 日受理)