

シンクロナイズドスイミング選手の関節可動域評価と スプリット動作の関連について

The Relevance of Joint Range of Motion Evaluation and Split Movements in Synchronized Swimmers

松本高明*, 内藤祐子*, 足立夢美**, 地神裕史***
高橋雄介****, 阿部太輔*****, 浅井泰詞*****
和田壮生*, 和田匡史****, 井上大輔*****

Takaaki MATSUMOTO*, Yuko NAITO*, Yumi ADACHI**, Hirofumi JIGAMI***
Yusuke TAKAHASHI****, Daisuke ABE*****, Taishi ASAI*****
Masaki WADA*, Tadashi WADA**** and Daisuke INOUE*****

ABSTRACT

[Introduction] Synchronized swimming is a sport in which swimmers perform with high artistry and dynamism in a special environment both in and above water. For example, in a split movement, swimmers in an upside-down position vertically thrust their closed legs out of the water at a high speed, split their legs to an angle of $\geq 180^\circ$, close them instantaneously, and go underwater in a vertical direction. To accurately understand the physical functions of synchronized swimmers, the standard range of motion (ROM) and muscle power measurements alone don't appropriately consider the characteristics of the sport. Therefore, we conducted a study that aimed at establishing an alternative evaluation method unique to synchronized swimmers to evaluate the physical function typical of synchronized swimmers. [Method] We measured ROM and tightness in 21 synchronized swimmers. For ROM, movements of the shoulder, hip, and ankle joints were measured; in addition, the lengths of the pubic bone submerged movements unique to synchronized swimming including a split of the legs and shoulder girdle muscle were comprehensively measured. Tightness was evaluated by the straight leg raise test. The results were statistically analyzed with a significance level of 5%. [Results and Discussion] All ROM values were greater than the normal ROM of Japanese people. The items showing a left to right difference in flexion were horizontal adduction and external rotation of the shoulder joint and hip joint flexion (R 141.9°

* 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan UNIV.)

** 国士舘大学 (Kokushikan UNIV.)

*** 東京工科大学 (Tokyo UNIV. of Technology)

**** 中央大学理工学部 (Faculty of Science and Engineering, CHUO UNIV.)

***** 国士舘大学理工学部 (School of Science and Engineering, Kokushikan UNIV.)

***** 順天堂大学 (The Juntendo University)

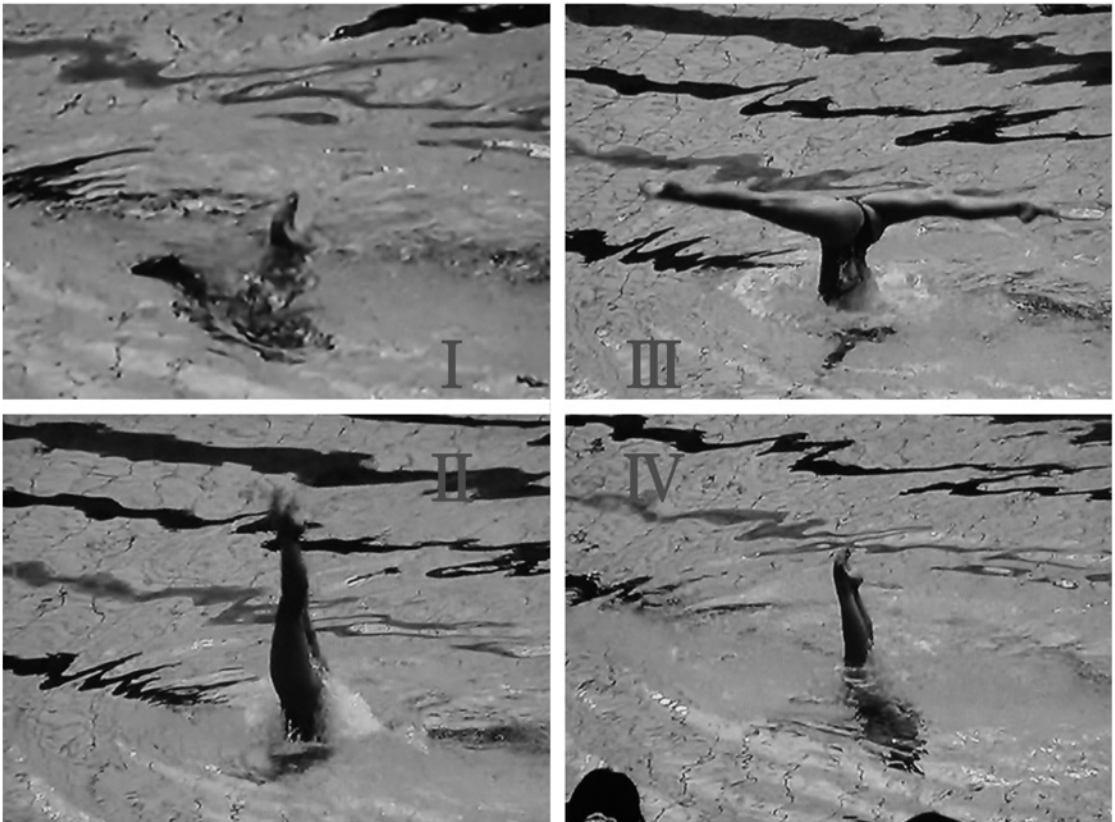
***** 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 (Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences)

± 13.5 , L $138.9^\circ \pm 10.6$), with the right leg SLR test showing greater (R $152.6^\circ \pm 13.7$, L $145.0^\circ \pm 10.8$). In a front split, the lengths of the pubic bone submerged movements in a right front split showed a significantly greater value than that in a left front split (R $6.0\text{cm} \pm 5.9$, L $0.5\text{cm} \pm 5.7$). In general, in sports involving a left to right symmetry, difference in the left to right ROM of the hip joint in female athletes could result in major disability such as congenital dysplasia of the hip joint; therefore, continuous evaluation is required. The left to right difference observed in a front split movement typical of synchronized swimming involved a hip flexion on one side and extension on the other side. Although a left to right difference in flexion was observed in this study, no left to right difference was observed in extension. To appropriately determine and evaluate the physical functions of synchronized swimmers for performance improvement and disability prevention, a method specifically evaluating movements unique to synchronized swimming needs to be established.

Key words; Synchronized swimming, Range of motion, Split movement, The lengths of the pubic bone submerged movements

シンクロナイズドスイミング選手は、以前筆者らが報告した¹⁾ように、競技成績は関節柔軟性が高い選手に有利に働き、また、選手個人々の総合競技成績はフィギュアの得点や、陸上での垂直跳びの成績と相関を示していた。また、Wadaら²⁾は、エリートシンクロスイマーは、陸上での重心動揺が少ないことを報告している。シンクロナイズドスイミング選手には、金子の著書³⁾にもあるように、ロシアが世界のトップとなってからは優雅な泳ぎから、パワー、スピードが求められ、関節柔軟性のみならず筋力、筋持久力、俊敏性も要求されている。また、デュエットや、チームでは同調性並びにお互いが近くで泳ぐこと、また、ジャンプやリフトといった技が新たに要求され、さらに、定期的なルールの見直しが行われ、選手に求められている能力が年々変化しているのが実情であり、オリンピックにおける競技成績を見ても、日本は2004年のアテネオリンピックにおいてはチームで銀、デュエットでは銅メダルを獲得したものの、北京オリンピックにおいてはチームでメダルを逃し、デュエットで銅メダル、ロンドンオリンピッ

クでは1984年のオリンピック競技開始以来連続して獲得していたデュエットのメダルの獲得を逃し、チームともにメダルの獲得はならなかった。一方、シンクロナイズドスイミング選手の障害調査でも武藤ら⁴⁾が1980年代に報告したような慢性の腰痛症、疲労骨折といったいわゆるオーバーユースによるスポーツ障害の発生から、現在は上肢の障害の発生や外傷の頻度が高くなっていることを半谷ら⁵⁾が示しており、競技内容の変化が障害調査の内容にも反映されているものと考えられる。筆者らは、2013年に開催された東京国体におけるシンクロナイズドスイミングの強化並びに障害予防を目的にシンクロナイズドスイミング選手の体力測定やメディカルチェックを行ってきた。その中で、今回シンクロナイズドスイミング選手のスプリット動作に着目し、関節可動域、SLR (Straight Leg Raise) テストおよび、新たに地神⁶⁾が提案した身体機能評価であるLPBSM (the lengths of the pubic bone submerged movements) の測定からシンクロナイズドスイミング選手のスプリット動作の評価を行うことを目的とした。スプリッ



Swimmers in an upside-down position (I) vertically thrust their closed legs out of the water at a high speed (II), split their legs to an angle of $>180^\circ$ (III), close them instantaneously, and go underwater in a vertical direction (IV).

図1 スプリット動作

ト動作を図1に示す。

I. 方 法

東京都内の2つのシンクロナイズドスイミングチームの選手21名（年齢： 16.3 ± 2.1 歳、身長： 160.0 ± 4.0 cm）を対象とした。すべての対象者に対して、インフォームドコンセントにて研究に対する同意を得た。日本整形外科学会、日本リハビリテーション医学会が制定した関節可動域の測定方法に準じて股関節の関節可動域を計測した。また、下肢のタイトネスを評価するために膝関節伸展位によるSLR test, 左右のLPBSM（図2）を



図2 lengths of the pubic bone submerged movements (LPBSM)

測定した。これらの測定結果の左右差を t 検定を用い解析し、有意水準はすべて 5 % とした。

II. 結 果

得られた結果を表 1、表 2 に示す。股関節の可動域においては、屈曲において右が $141.9 \pm 13.5^\circ$ 、左が $138.9 \pm 10.6^\circ$ で、左右とも日本整形外科学会が示す日本人の平均参考可動域 125° を超え、左右差を示した。伸展に関しては、右が $31.7 \pm 7.0^\circ$ 、左が $31.2 \pm 6.5^\circ$ と、平均参考可動域 15° を超えたものの、左右差は示さなかった。内旋に関しては伸展と同様に右が $60.8 \pm 13.4^\circ$ 、左が $60.0 \pm 12.7^\circ$ で、平均参考可動域 45° を超えたものの左右差は示さなかった。外旋に関しては、右が $44.8 \pm 13.3^\circ$ 、左が $48.1 \pm 16.5^\circ$ と平均参考可動域 45° とほぼ同じ値を示し、左右差を認めなかった。

表 1 股関節関節可動域 ROM (Mean \pm SD $^\circ$)

* P<0.05

Flexion	Rt.	141.9 \pm 13.5	*
	Lt.	138.9 \pm 10.6	
Extension	Rt.	31.7 \pm 7.0	n.s
	Lt.	31.2 \pm 6.5	
Internal rotaion	Rt.	60.8 \pm 13.4	n.s
	Lt.	60.0 \pm 12.7	
External rotaion	Rt.	44.8 \pm 13.3	n.s
	Lt.	48.1 \pm 16.5	

表 2 SLR と LPBSM

* P<0.05

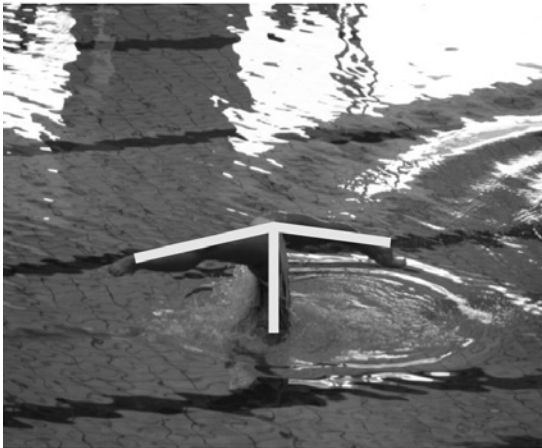
SLR($^\circ$)	Rt.	152.6 \pm 13.7	*
	Lt.	145.0 \pm 10.8	
LPBSM (cm)	Rt. front split	6.0 \pm 5.9	*
	Lt. front split	0.5 \pm 5.7	

SLR testにおいては、右が $152.6 \pm 13.7^\circ$ 、左が $145.0 \pm 10.8^\circ$ と左右差が認められた。

スプリット動作に似た陸上での動作となる前後開脚で、恥骨が水平面から沈み込む距離 LPBSM を測定した。LPBSM は、右脚を前にした場合は 6.0 ± 5.9 cm、左脚を前にした場合は 0.5 ± 5.7 cm と左右差を示した。

III. 考 察

スプリット動作は、図 1 で示したように、水中から下肢を閉じ、勢いよく足先から水上に飛び出し、できるだけ水上の高い位置で素早く両下肢を対称性に 180° 以上開脚し、直ちに素早く閉じて水中に垂直に沈む動作である。図 3 は、ナショナル代表選手のスプリット動作と、日本選手権に出場する選手のスプリット動作を比較したものである。ナショナル代表選手は、開脚動作を行った時点で両下肢が水面に対して平行であり、かつ体幹の軸も水面に対して垂直であるのに対して、今回測定した日本選手権出場経験を持つがナショナル代表選手でない選手の場合は、開脚した時点での水面からの距離が短かく、左右の下肢と体幹とがなす角度が異なり、水面に対して平行ではなく、体幹の軸も水面に対して 90° をなしていない。スプリット動作には、水中という重力がないところで、柔軟性と筋力、敏捷性を同時に発揮するというシンクロナイズドスイミングの競技特性が表れている動作と考えられる。この動作を的確に行うためには、筋力や敏捷性はもちろんであるが、体の柔軟性に関与する下肢の筋のタイトネスや、股関節の動きも重要な要素と考えられる。体幹の軸が水面に垂直である場合、開脚動作で左右の下肢が対称性に水面に平行になるには、内転筋、ハムストリングスを含めた下肢筋の十分な柔軟性、股関節の十分な可動域を有することが求められる。今回の関節可動域と SLR という従来行われてきた測定項目においては、スプリット動作を行うに必要な股関節を 180° 以上開脚できる可動域と下肢筋



Member of Japanese delegation



National level athletes

図3 The posture of the split movement

の柔軟性はジュニアの世代を含めた測定を行った選手には備わっていることが示された。しかしながら、下肢を伸展したまま開脚動作を水中で行うスプリット動作といったシンクロナイズドスイミングに特有な動作についての測定は確立されておらず、陸上でその姿勢を反映させるため、新たにLPBSMの測定を行った。この測定では、右脚を前にした場合は $6.0 \pm 5.9\text{cm}$ と、確かに水平面より下に恥骨が沈み込み、 180° 以上の開脚動作を行うと考えられたが、左脚を前にした場合は $0.5 \pm 5.7\text{cm}$ と選手によっては恥骨が水平面より下に沈み込まず、スプリット動作において 180° 以上開脚できない選手の存在の可能性を否定できないという結果を示した。また、本来、対称性に動作をおこなうことが多いシンクロナイズドスイミング競技において、関節可動域や下肢のタイトネスに左右差が存在していることも今回新たに認識できた。可動域の左右差については大金⁷⁾らの先行研究の結果とも一致している。関節可動域や、タイトネスの左右差が競技力に影響するかは不明であるが、体幹の軸を安定させるには、タイトネスの左右差が影響を与える可能性があるため、今後の研究の課題としたい。また、図3に示したように、左右非対称なスプリット動作は当然、腰椎の伸展

を強制し、動的なアライメント不良を引き起こすこととなる。よって、半谷⁵⁾やKneneokaら⁸⁾が指摘したような腰痛を引き起こす原因となる可能性も存在している。また、地神⁶⁾が指摘しているように、「長期に渡ってシンクロ競技を続けている選手の大部分は、日本整形外科学会や日本リハビリテーション医学会が定める一般的な関節可動域 (Range of Motion: 以下、ROM) の参考角度以上の柔軟性を有するために、通常の計測方法では正確な計測が行えず、ROMなどの身体機能と障害との関係を検証することが難しい。しかし、実際の競技現場では主観的に身体の硬い選手、柔らかい選手がおり、障害との関係も示唆されている。」ことから、障害予防の観点からもこれら測定の意義を検証し、競技特性に見合った新たな測定項目を見出すことは重要な課題と考えられる。

参考文献

- 1) 松本高明ら：シンクロナイズドスイミング競技におけるフィギュア種目の得点と選手の体格、体力との関係. 国士館大学 体育研究所報 第29巻 p7-14 2010
- 2) Tadashi Wadaら：An analysis of the postural sway in synchronized swimmers. Pacific Sci. Rev., 12 (1) : pp22-23, 2010

- 3) 金子正子：日本シンクロ栄光の軌跡. 出版芸術社 56-59, 2008.
- 4) 武藤義照：水泳の医学Ⅱ ブックハウス・HD、2010
- 5) 半谷美夏：一流水泳競技選手のスポーツ外傷・障害の実態—国立スポーツ科学センタースポーツクリニック受診者の解析—. 整スポ会誌, 30 (3) : 161-166, 2010.
- 6) 地神裕史ら：シンクロナイズドスイミング選手の身体機能評価における問題点と新たな取り組み (投稿中) 2013.
- 7) 大金ユリカ：公益財団法人日本水泳連盟 シンクロ委員会 科学技術部 2011-2012年度 活動報告及び研究成果報告. 笹原千穂子 編, 公益財団法人日本水泳連盟, 79-85, 2013.
- 8) Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M, et al. : Lumbar intervertebral disk degeneration in elite competitive swimmers. *Am J Sports Med.* 35:1341-1345, 2007.