

ジュニアシンクロナイズド・スイミング選手の 体力に関する横断的研究

山村 千晶(Chiaki Yamamura)
本間三和子(Miwako Homma)
田中 京(Miyako Tanaka)
上田千穂子(Chihoko Ueda)
錦織 由紀(Yuki Nishikiori)

中京大学体育学部
筑波大学体育科学系
日本大学医学部
東京医科大学大学院医学研究科
目白大学短期大学部

〔要旨〕

本研究は横断的研究によりジュニアシンクロナイズド・スイミング選手の体力的特徴を発育・発達からの視点で検討することを目的とした。被検者は女子シンクロナイズド・スイミング選手89名で、年齢別に児童群、中学生群および高校生群に分類した。形態として身長、体重、周径囲および身体組成の測定を、また機能として30秒間の上体起こし運動、パーピーテスト、立ち幅跳び、伏臥上体そらしおよび息こらえの測定を行った。形態に関しては、児童群の体脂肪率を除く全ての測定項目が他の2群に比較して有意に低い結果であった。また、中学生群は高校生群に比較して、体重、大腿囲および除脂肪体重が有意に低かった。一方、機能に関しては、児童群のパーピーテストが中学生群に比較して有意に高く、立ち幅跳びと伏臥上体そらしが、他の2群に比較して、また息こらえが高校生群に比較して有意に低かった。一方、中学生群と高校生群は全ての測定項目において有意な差はみられなかった。従って、中学生群と高校生群の機能は、トレーニングの影響よりも個人の発育・発達の状態に依存している部分が多いものと推察された。

◆キーワード：シンクロナイズド・スイミング、体力、女子

I. 緒言

シンクロナイズド・スイミングは、1991年のルール改正により、採点でのルーティンの比重が高くなった¹⁾。そのために、以前に比較して、ルーティン中の技術の高度化、動作の多様化そして息こらえ時間の延長が要求される。従って、選手は数分にわたる競技時間の最後まで、最高の演技を行うために、より高いレベルの体力を獲得する必要のあることが指摘されている⁵⁾。このような背景の中、我が国のシンクロナイズド・スイミングの競技力向上に寄与することを目的とし、1997年に財団法人日本水泳連盟シンクロ委員会において科学・技術部が発足した。

これまで科学・技術部が実施してきた事業は、シニアのナショナルチームの選手を対象に、競技時に用いられる動作の3次元分析²⁾、および磁気共鳴映像法(Magnetic resonance imaging: MRI)を用いた定期的な形態測定や筋力測定によるトレーニングの評価などである。さらに、1998年からは、次世代を担う若手選手の発掘と育成を目的として、全国各地のジュニア選手の体力的特徴を検討

することとなった。

シンクロナイズド・スイミング選手の体力的特徴に関する研究は、これまで多数報告されている^{3, 4, 6, 9, 11-15, 18, 19)}。なかでも、筋力、筋持久力および有酸素性能などがシンクロナイズド・スイミング選手にとって重要な体力的要素であることが指摘されている^{12, 13, 15, 18, 19)}。しかし、これらの研究は、主にシニアのエリート選手を対象としたものであり、ジュニア選手についての報告例は極めて少ない。それゆえ、それらの結果がジュニアの一般選手に当てはまるかどうかは疑問である。

そこで、本研究では横断的研究によりジュニアシンクロナイズド・スイミング選手の体力的特徴を発育・発達からの視点で検討することを目的とした。さらに、トップレベルのジュニア選手を対象に、シニア選手との比較を行った。

II. 方法

A. 対象

被検者は、1998年から1999年に測定を行った全国6プロ

ック(北海道、東北、北信越、中国、四国、九州)の女子シンクロナイズド・スイミング選手89名と1999年のシンクロナイズド・スイミング選抜ジュニアおよびシニア選手28名の合計117名であった。ブロック選手のうち25名を児童群(10.8±0.8歳)、41名を中学生群(13.4±0.9歳)、23名を高校生群(16.3±0.7歳)とした。また、選抜選手各14名を選抜ジュニア群(16.5±0.9歳)および選抜シニア群(19.2±1.7歳)とした。なお、ブロック選手および選抜選手の平均年齢間には、統計的に有意な差が見られた。

B. 測定項目

1. 形態的および機能的特徴

形態的側面として身長、体重、周径圍(胸部、腹部、上腕部、大腿部)およびキャリパー法にて身体組成の測定を行った。

機能的側面については、専門的な器具を用いず、現場

で簡便に測定を行なえる実用性を考慮した体力要素を選択した。すなわち、筋持久力として30秒間の上体起こし運動、敏捷性としてバーピーテスト、瞬発力として立ち幅跳び、柔軟性として伏臥上体そらしの測定を行った。これらの全ての測定は、日本人の体力標準値第4版に掲載されている方法に従って行った¹⁶⁾。また、呼吸機能関連の測定として息こらえを陸上安静時に行った。

C. 統計処理

データの統計処理については、ブロック選手の比較に一元配置の分散分析法を、選抜選手の比較に対応のないt検定を用いて行った。また、分散分析法において有意差が認められた項目については、Tukeyのpost hoc testを適用した。なお、統計上の有意水準は危険率が5%未満とした。

測定項目	(平均値±SD)				
	児童群	中学生群	高校生群	選抜ジュニア群	選抜シニア群
身長 (cm)	143.7±9.7 ^a	154.7±5.9	158.2±5.4	161.2±5.1	162.1±2.3
体重 (kg)	35.8±7.5 ^a	45.9±6.2 ^d	50.1±3.6	51.9±4.4	54.0±3.8
周径圍 (cm)					
胸部	69.5±5.5 ^a	79.6±5.3	79.6±3.8	82.3±2.6 ^e	86.4±3.3
腹部	58.4±4.4 ^a	62.8±3.2	64.1±4.0	63.7±2.3	64.2±2.2
上腕部	21.9±2.8 ^a	24.6±2.4	25.8±2.2	26.7±1.6 ^e	28.1±1.0
大腿部	42.9±4.3 ^a	48.8±4.4 ^d	52.0±3.0	51.4±1.9 ^e	54.4±2.2
身体組成					
体脂肪率 (%)	21.2±4.2	21.8±4.2	23.2±4.0	19.9±3.2	21.4±3.5
除脂肪体重 (kg)	28.2±6.0 ^a	35.7±4.2 ^d	38.4±2.8	41.6±3.6 ^e	42.4±3.2

a: 児童群 vs 中学生群, 高校生群. b: 児童群 vs 中学生群. c: 児童群 vs 高校生群. d: 中学生群 vs 高校生群.
e: 選抜ジュニア群 vs 選抜シニア群.

表1 被検者の形態的特徴

測定項目	(平均値±SD)				
	児童群	中学生群	高校生群	選抜ジュニア群	選抜シニア群
上体起こし運動 (回)	20.2±3.4	21.6±4.7	22.9±4.2	24.4±3.6	25.5±3.2
バーピーテスト (回)	5.89±0.97 ^b	5.40±0.63	5.51±0.67	5.71±0.59	5.63±0.56
立ち幅跳び (cm)	142.8±23.0 ^a	168.4±18.6	169.8±19.9	163.6±14.8	174.5±14.0
伏臥上体そらし (cm)	44.0±7.2 ^a	58.0±6.8	60.2±6.5	61.6±4.0 ^d	66.6±3.3
息こらえ (秒)	64.6±20.3 ^c	78.5±27.8	88.3±28.5	91.1±28.5	97.4±31.3

a: 児童群 vs 中学生群, 高校生群. b: 児童群 vs 中学生群. c: 児童群 vs 高校生群.
d: 選抜ジュニア群 vs 選抜シニア群.

表2 被検者の機能的特徴

III. 結果

被験者の形態的特徴については表1に示した。各ブロック選手の結果を年代別に比較したところ、身長は、児童群が他の2群に比較して有意に低かった。体重は、児童群が他の2群に比較して、また、中学生群が高校生群に比較して有意に低かった。周径囲については、児童群が全ての項目において他の2群に比較して有意に低かった。また、中学生群の大腿囲が高校生群に比較して有意に低かった。身体組成については、体脂肪率は3群間で有意な差がみられなかったものの、除脂肪体重は高校生群が他の2群に比較して有意に高かった。

一方、選抜選手の結果については、選抜ジュニア群の胸囲、上腕囲および大腿囲が、選抜シニア群に比較して有意に低かった。また、体脂肪率は両群間で有意な差がみられなかったものの、除脂肪体重は選抜ジュニア群が選抜シニア群に比較して有意に低かった。

表2には、被験者の機能的特徴について示した。ブロック選手のUpper body liftは3群間で有意な差がみられなかった。バーピーテストは、児童群が中学生群に比較して有意に高かった。立ち幅跳びおよび伏臥Upper body liftは、児童群が他の2群に比較して有意に低かった。息こらえは、児童群が高校生群に比較して有意に低かった。

選抜選手においては、Upper body lift、バーピーテスト、立ち幅跳びおよび息こらえは両群間で有意な差がみられなかった。しかし、伏臥Upper body liftは、選抜ジュニア群が選抜シニア群に比較して有意に低かった。

IV. 考察

1. シンクロナイズド・スイミング選手と一般女子における体力の比較

本研究の被験者の形態的および機能的特徴を、これまでに報告されている特別にスポーツ活動を行っていない同年代の女子の結果と比較した¹⁶⁾。児童群の形態的側面においては体重が低い傾向にあったものの、その他の測定項目については同程度であった。機能的側面については、Upper body liftおよびバーピーテストが高く、なかでもUpper body liftはかなり優れていた。一方、立ち幅跳びと伏臥Upper body liftは劣っていた。中学生群の形態的側面においては、腹囲および上腕囲が高い傾向にあったが、その他の測定項目については同程度であった。機能的側面については、Upper body liftおよび伏臥Upper body liftが高く、特にUpper body liftはかなり優れていた。一方、立ち幅跳びはやや劣る傾

向にあった。そして、高校生群では、形態的側面は一般女子と同程度であった。機能的側面については、Upper body liftおよび伏臥Upper body liftが高く、特にUpper body liftはかなり優れていた。一方、立ち幅跳びはやや劣る傾向にあった。

このように、各群別に同年代の一般女子と比較すると、形態的側面はほぼ同程度であったが、機能的側面では体幹の筋持久力がかなり優れているものの、瞬発力は劣っていることが明らかとなった。

一方、選抜選手の結果についても同様に検討してみると、選抜ジュニア群の形態的側面においては上腕囲が高い傾向にあったが、その他の測定項目については同程度であった。機能的側面については、Upper body lift、バーピーテストおよび伏臥Upper body liftが高く、なかでもUpper body liftはかなり優れていた。一方、立ち幅跳びは劣っていた。そして、選抜シニア群の形態的側面においては、腹囲および上腕囲が大きい傾向にあったが、その他の測定項目については同程度であった。機能的側面については、Upper body liftおよび伏臥Upper body liftが高く、特にUpper body liftはかなり優れていた。また、その他の測定項目についてもほぼ同程度の結果であった。

以上のことから、本研究の被験者はシンクロナイズド・スイミングのトレーニングを行っている選手であるものの、形態的発育傾向は、同年代の一般女子の傾向とほぼ同じであると推測される。一方、機能的側面では体幹の筋持久力が優れているものの、選抜シニア群以外については瞬発力が劣っていることが明らかとなった。シンクロナイズド・スイミング選手の体幹の筋持久力が一般女子に比較して優れていることは、Poole et al.¹³⁾の報告と一致するものであった。これは、シンクロナイズド・スイミング選手が水中で垂直姿勢を保持する際に体幹の筋力が必要とされることが影響しているものと考えられる¹⁰⁾。前述したように、シンクロナイズド・スイミングの競技中は、より瞬発的な動作が増してきている⁵⁾。選手が競技中にこのような動作を行う際は、主なエネルギー供給機構としてATP-PCr系が用いられるものと考えられる¹⁾。また、シンクロナイズド・スイミング選手の非乳酸系の無酸素性能力と競技成績との間には有意な相関関係がみられることから¹⁹⁾、これらの選手が瞬発力を改善するためのトレーニングを行うことは競技成績を高めるうえで重要であると考えられた。

2. ブロック選手および選抜選手における体力の発育・発

達の差

各ブロック選手の結果を群別に比較した。児童群の形態に関しては、体脂肪率を除く全ての測定項目において他の2群に比較して有意に低い結果であり、一般女子の発育とほぼ一致した傾向を示したものと考えられる¹⁶⁾。一方、中学生群と高校生群における形態の差異は、体重、大腿囲および除脂肪体重に有意な差がみられ、選抜ジュニア群についてもシニア群に比較して胸囲、上腕囲、大腿囲および除脂肪体重が有意に低かった。このように、ブロック選手においても選抜選手においてもトレーニングなどの影響を受けやすい測定項目に各々有意な差がみられた。従って、高校生群は中学生群に比較し、また選抜シニア群はジュニア群に比較し、体格面において優れていたものと考えられた。

機能的側面については、ブロック選手の上体起こしは3群間で有意な差がみられなかった。前述したように、シンクロナイズド・スイミング選手の体幹の筋持久力は一般女子に比較してかなり優れており、本研究の結果は競技歴の短い児童群においても既にその特徴がみられることを示すものであると考えられる¹³⁾。また、一般女子では14~15歳頃に最高値に達し、女性ホルモンの影響でその後徐々に低下することが報告されている^{8, 16)}。しかし、選抜シニア群の結果は統計的に有意な差がみられなかったものの、選抜ジュニア群に比較してやや高く、一般女子の傾向とは異なっており、シンクロナイズド・スイミングのトレーニングの影響を受けているものと考えられた。

バーピーテストについては、中学生群が児童群に比較して有意に低かった。一般女子においてバーピーテストの結果は、13歳頃に最高値に達し、以後低下を示すが、本研究の被検者の場合も一般女子と同様の傾向にあると推測される¹⁶⁾。特に、中学生群で顕著な低下がみられたのは、シンクロナイズド・スイミングの専門的なトレーニングへの移行により、全身の大筋群を動員するような瞬間的な運動を行う機会が少なくなっているのかもしれない。一方、選抜選手についても、統計的に有意な差はみられなかったものの、選抜ジュニア群はシニア群に比較して高い傾向にあったことから、シンクロナイズド・スイミングのトレーニングが全身の敏捷性の発達に及ぼす影響は少ないものと考えられた。

一般女子において立ち幅跳びは、15歳頃に最高値に達し、その後低下する¹⁶⁾。本研究では、児童群が他の2群に比較して有意に低かったものの、中学生群と高校生群の結果

は同程度であった。しかし、これらの選手の結果は全ての群において同年代の一般女子よりも劣っていた。また、選抜選手においても両群間で有意な差はみられず、さらに選抜ジュニア群は一般女子の結果よりも劣っていた。そのため、特に瞬発力の大きな発達量がみられる時期に、十分なトレーニングを行う必要があるものと考えられた。

伏臥上体そらしは、一般女子では17歳頃最大値に達し、その後低下するが、本研究では中学生群ですでに高校生群に近い値にまで発達していることが明らかとなった¹⁶⁾。一方、選抜選手においても、選抜シニア群はジュニア群に比較して有意に高い結果であった。特にシニア群の結果は、これまでのエリート選手の結果と同程度であった^{3, 4, 7)}。このことは、柔軟性がシンクロナイズド・スイミング選手にとって重要な体力的要素であることを示すものであると考えられる。

息こらえは、児童群が高校生群に比較して有意に低かった。これは、児童群の呼吸循環系機能が高校生群に比較して、劣っていることを示すものと考えられる。一方、選抜選手群についても、両群間で有意な差はみられなかった。しかし、選抜シニア群の結果をこれまで報告されているエリート選手と比較するとかなり劣っていた¹¹⁾。前述したように、各国のエリート選手の競技中の息こらえ時間は年々延長していることが明らかにされている⁵⁾。そのため、選手がより長時間息をこらえられる能力をトレーニングによって増進させることは、競技を行ううえで有益であると考えられた。

以上のように、本研究では中学生群と高校生群の機能的側面においては、いずれも有意な差がみられなかった。これは、中学生群と高校生群の機能的側面が、シンクロナイズド・スイミングのトレーニングよりも個人の発育・発達の状況に依存している部分が大きいためであると推察される。今後は、縦断的研究を行う事で、体力の推移を観察することが不可欠であると考えられる。また、本研究は現場で簡便に測定を行なえることを前提として、一般的な測定項目を用いて測定を行ったことから、限られた機能的側面にしか着目することができなかった。そのため、一般女子との比較には有益であったものと考えられる。しかし、なかでもシンクロナイズド・スイミング選手特有の体力的特徴を保持していると推測される選抜選手において、柔軟性を除く各機能的側面に差異がみられなかったのは、この点に影響されているのかもしれない。これらのことから、特に競技レベルの高い選手を

対象とする際は、より競技特性を考慮した測定項目を選定し検討する必要があると考えられた。

V. まとめ

本研究では全国6ブロックの女子シンクロナイズド・スイミング選手89名を対象に体力の横断的比較を行った。さらに、1999年の選抜ジュニア群およびシニア群各14名についても同様の検討を行った。その結果は以下のとおりである。

- 1) ブロック選手および選抜選手の形態は、同年代の一般女子とほぼ同程度であると推測された。一方、機能では体幹の筋持久力が優れているものの、選抜シニア群以外については瞬発力が劣っていることが明らかとなった。
- 2) 児童群の形態に関しては、体脂肪率を除く全ての測定項目において中学生群と高校生群に比較して有意に低かった。また、中学生群は高校生群に比較して、体重、大腿囲および除脂肪体重が有意に低かった。一方、選抜ジュニア群は選抜シニア群に比較して胸囲、上腕囲、大腿囲および除脂肪体重が有意に低かった。
- 3) 機能については、児童群のパーピーテストが、中学生群に比較して有意に高く、立ち幅跳びと伏臥上体そらしが、中学生群と高校生群に比較して、また息こらえが高校生群に比較して有意に低かった。中学生群と高校生群は全ての項目において有意な差はみられなかった。一方、選抜選手においては、ジュニア群の伏臥上体そらしが、シニア群に比較して有意に低かったことを除き、全ての測定項目間で有意な差はみられなかった。

【参考文献】

- 1) Fox, E. L. (1984): Sports physiology, CBS College, New York, pp 26-39.
- 2) 本間正信, 本間三和子, 萬久博敏, 山村千晶 (1999): シンクロナイズド・スイミング選手の巻き足動作の運動学的分析, バイオメカニクス研究概論 14: 287-292.
- 3) 本間三和子, 甲斐美和子, 大金ユリカ, 武藤芳照(1991): 歴代シンクロチャンピオンのスポーツタレントおよび体力特性との関連について, 平成3年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究报告 No.6 スポーツタレントの発掘方法に関する研究: 203-209.
- 4) 本間三和子 (1996): 一流シンクロナイズドスイミング選手の実践的柔軟性およびボディブースアップ力の評価, トレーニング科学 8: 63-74.
- 5) 本間三和子 (1997): シンクロナイズドスイミングにおけるフリールーティンの演技構成に関する研究 —1996アトランタオリンピック出場チームにおける構成要素の配置とフェイスインタイムの比率から—, 筑波大学運動学研究 13: 9-20.

- 6) 今村裕行, 本多加代子, 皆吉正博, 今井優, 千々岩智香子 (1990): エリートシンクロナイズド・スイミング選手の体重調節に関する研究 —筋力トレーニングと栄養調節を中心に—, デサントスポーツ科学 11: 82-91.
- 7) 岸本裕行, 本多加代子, 今井優, 皆吉正博, 千々岩智香子, 大西正, 米山健一郎, 石黒久雄 (1988): シンクロナイズド・スイミング選手のシーズンオフ中の運動生理学的特徴, 南大阪医学 36: 190-194.
- 8) 松浦義行 (1982): 体力の発達, 初版, 朝倉書店, 東京, pp 68-160.
- 9) Moffat, R., Katch, V. L., Freedson, P. and Lindeman, J. (1980): Body composition of synchronized swimmers. *Can. J. Appl. Spt. Sci.* 5: 153-155.
- 10) 武藤芳照 (1985): シンクロ, フィギュア・スケート, バレエに伴う傷害. *Jpn. J. Sports Sci.* 4: 179-183.
- 11) 武藤芳照, 高本美和子, 木村貞治, 金子正子, 市橋晴江, 森みゆき (1986): シンクロナイズド・スイミング選手の筋力トレーニングに関する研究 (第一報). 昭和61年度日本体育協会スポーツ医・科学研究报告集 No.2 競技種目別競技力向上に関する研究: 139-144.
- 12) 中村好男, 高本美和子, 武藤芳照 (1983): シンクロナイズド・スイミング選手の身体特性と筋力特性. *Jpn. J. Sports Sci.* 2: 747-752.
- 13) Poole, G. W., Crepin, B. J. and Sevigny, M. (1980): Physiological characteristics of elite synchronized swimmers. *Can. J. Appl. Spt. Sci.* 5: 156-160.
- 14) Roby, F. B., Buono, M. J., Constable, S. H., Lowdon, B. J. and Tsao, W. Y. (1983): Physiological characteristics of champion synchronized swimmers. *Physician and sportsmedicine* 11: 136-147.
- 15) Takamoto, M., Nakamura, Y., Motoyoshi, M., Mutoh, Y. and Miyashita, M. (1988): Physiological characteristics of Japanese elite synchronized swimmers. In: Ungerechts, B. E. et al. (eds.) *International Series on Sports Sciences Vol. 18: Swimming Science V, Human Kinetics Book, Illinois*, pp 121-128.
- 16) 東京都立大学体育学研究室 (1989): 日本人の体力標準値第4版, 第4版, 不味堂, 東京, pp 9-369.
- 17) 山村千晶, 北川薫 (1998): シンクロナイズド・スイミングの体力的研究. *バイオメカニクス研究* 2: 2-9.
- 18) Yamamura, C., Zushi, S., Kitagawa, K. (1999): The relationships of body dimensions, body composition and muscle strength to the performance scores in female synchronized swimmers. In: Keskinen, K.L. et al. (eds.) *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, Gummerus Printing, Jyväskylä, pp 293-298.
- 19) Yamamura, C., Zushi, S., Takata, K., Ishiko, T., Matsui, N., Kitagawa, K. (1999): Physiological characteristics of well-trained synchronized swimmers in relation to performance scores. *Int. J. Sports Med.* 20: 246-251.