

ジュニア競泳選手の筋柔軟性 および関節弛緩性の年代差および性差

原 著

Age- and sex-specific differences in muscle flexibility and joint laxity in junior competitive swimmers

鈴木雄太*¹, 奥田鉄人*², 三瀬貴生*³, 國分裕一*⁴
栗木明裕*⁵, 高山弘幹*⁶, 前田慶明*⁷, 浦辺幸夫*⁷

キー・ワード : swimming, muscle flexibility, joint laxity
競泳, 筋柔軟性, 関節弛緩性

〔要旨〕 本研究の目的は、地方ジュニア競泳選手の全身の筋柔軟性や関節弛緩性の年代差および性差を確認することである。6府県のスイミングクラブの選手コースまたは中学・高校の水泳部に所属する小学5年生から高校3年生までの競泳選手452名(男性256名, 女性196名)を対象とし, 上肢5項目, 下肢7項目の筋柔軟性および関節弛緩性を測定した。年代(小5-6年, 中1-2年, 中3-高1年, 高2-3年)および性別(男性, 女性)の比較に二元配置分散分析を行った。年代の主効果が得られた項目では, 事後検定としてTukey-Kramer法による多重比較を実施した。全ての測定項目で有意な交互作用が認められたものはなかった($p>0.05$)。年代の主効果が得られた項目のうち, 筋柔軟性を優位に反映すると考えられるHBD, 膝関節伸展位での足関節背屈角度は高学年で柔軟性の低下を示し($p<0.05$), 関節弛緩性を優位に反映すると考えられる膝関節伸展角度は高学年で関節弛緩性の増大を認めた($p<0.05$)。筋柔軟性および関節弛緩性の双方を反映すると考えられる肩関節内旋角度, 股関節内旋角度は高学年で可動性の低下を示し($p<0.05$), TFDは可動性の増大を認めた($p<0.05$)。また, 肩回旋幅, 中指間距離, 第2肢位での肩関節内旋・外旋角度, 肘関節伸展角度, 股関節内旋角度, SLR, HBD, TFDでは性差が認められた($p<0.05$)。

緒言

水泳は、幼児期から高齢者まで幅広い世代で親しまれる生涯スポーツである。日本水泳連盟の競技者登録数は、2015年度で21万6千人であり、そのうち小学・中学・高校生で14万8千人と、ジュニア世代の競技者がおおよそ7割を占める¹⁾。現在の競泳競技では、専門的な競技トレーニングの開始時期が低年齢化しており、骨成熟が未熟な時期

から長期的なトレーニングが行われている。ロシアにおける調査では、11歳より前に競泳競技に専門化した選手では、傷害などによる早期リタイアの割合が増加するとの報告があり²⁾、ジュニア期における傷害予防の取り組みは重要な課題である。

日本水泳連盟では、日本代表選手およびその候補選手や、トップレベルのジュニア選手を対象に、傷害調査や姿勢チェック、筋柔軟性および関節弛緩性の測定、トレーニング指導などを実施している³⁾。これらの取り組みから、競泳競技の継続による身体的な変化として、肩関節周囲の筋柔軟性や関節弛緩性が男子では低下するのに対し、女子では維持されることや、膝関節や足関節の関節弛緩性が増大することなどが示されている^{4,5)}。

しかし、これらはトップレベルのジュニア選手を対象とした報告であり、地方のジュニア選手に

*1 九州栄養福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科

*2 金沢星稜大学人間科学部スポーツ学科

*3 新潟医療福祉大学健康科学部健康スポーツ学科

*4 医療福祉専門学校緑生館理学療法学科

*5 筑紫女学園大学現代社会学部現代社会学科

*6 阪奈中央リハビリテーション専門学校理学療法学科

*7 広島大学大学院医系科学研究科

Corresponding author : 奥田鉄人 (t-okuda@seiryu-u.ac.jp)

表1 対象のプロフィール

			小5-6年	中1-2年	中3-高1年	高2-3年
			男性：n=33 女性：n=40	男性：n=52 女性：n=38	男性：n=77 女性：n=52	男性：n=94 女性：n=66
年齢	(歳)	男	10.9±0.7	12.8±0.8	15.0±0.7	16.8±0.6
		女	11.0±0.6	12.7±0.8	15.2±0.6	16.6±0.6
身長	(cm)	男	146.4±7.6	160.9±8.1	169.1±5.6	171.4±5.3
		女	148.3±8.3	155.2±5.2	158.1±6.4	159.3±4.3
体重	(kg)	男	37.2±5.5	49.8±7.8	59.4±7.3	63.4±6.0
		女	39.1±6.3	46.2±5.6	52.4±6.0	53.5±4.4
Body Mass Index	(kg/m ²)	男	17.3±1.3	19.1±1.6	20.7±1.8	21.5±1.5
		女	17.7±1.6	19.1±1.5	21.0±2.1	21.1±1.3

平均±標準偏差

対する筋柔軟性や関節弛緩性などの測定はひろく実施されていなかった。そこで筆者らは、2015年から地方のジュニア競泳選手を対象に、日本水泳連盟と同様の項目を用いた筋柔軟性および関節弛緩性の測定を開始し、身体的な特徴やその変化を調査してきた^{6,7)}。

本研究の目的は、地方で活動するジュニア競泳選手の全身の筋柔軟性や関節弛緩性に関連するこれまでのフィジカルチェックデータを横断的に集約し、その年代差および性差を確認することで、ジュニア競泳選手の身体的な特徴についての基礎的なデータを提供することである。

対象および方法

1. 対象

フィジカルチェックは、石川県、大阪府、京都府、広島県、福岡県、佐賀県の6府県内のスイミングクラブの選手コースまたは中学・高校の水泳部に所属する小学5年生から高校3年生までの競泳選手を対象として実施した。2015年から2020年までの6年間にフィジカルチェックを受けた延べ542名(男性296名、女性246名)のうち、複数年にわたり測定が行われていた延べ90名(男性40名、女性50名)を除外し、452名(男性256名、女性196名)を本研究の解析対象とした。なお、複数年の測定が行われていた対象では、最も新しい測定結果を採用した。対象のプロフィールを表1に示す。

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき、各スイミングクラブの選手コースの責任者あるいは部活動の顧問および対象選手とその保護者に、事前に口

頭あるいは書面にて目的および測定内容を十分に説明し、同意が得られたものを対象とした。

2. 方法

1) 筋柔軟性および関節弛緩性の測定項目

測定項目は、半谷らの報告を参考に、日本水泳連盟がフィジカルチェックとして実施している項目と同様のものを採用し、上肢に関する5項目および下肢に関する7項目の計12項目とした(図1)³⁾。上肢に関する項目は、肩回旋幅、中指間距離、第2枝位での肩関節内旋・外旋角度、肘関節伸展角度、下肢に関する項目は、股関節内旋角度、下肢伸展挙上角度(Straight Leg Raising: 以下、SLR)、殿踵部間距離(Heel Buttock Distance: 以下、HBD)、膝関節伸展角度、膝関節伸展位および屈曲位での足関節背屈角度、つま先床間距離(Toe Floor Distance: 以下、TFD)とした。

2) 測定方法

肩回旋幅は、対象が棒を身体の前方で握り、肘関節の伸展位を保持したまま、上肢を頭上から身体の後方へと旋回することができた際の両母指内側の距離とした⁸⁾。テープメジャーを用いて0.5cm単位で記録した。数値が大きいほど可動性が低いことを示す。

中指間距離は、立位にて背中で両手指を上方と下方から斜めに近付けた際の中指指尖間の距離とし、テープメジャーを使用して0.1cm単位で記録した。両中指が重なる場合を+(正)、離れている場合を-(負)と定義した。右上肢が上側にある場合を右、左上肢が上側にある場合を左と表記した。

第2枝位での肩関節内旋・外旋角度は、日本整

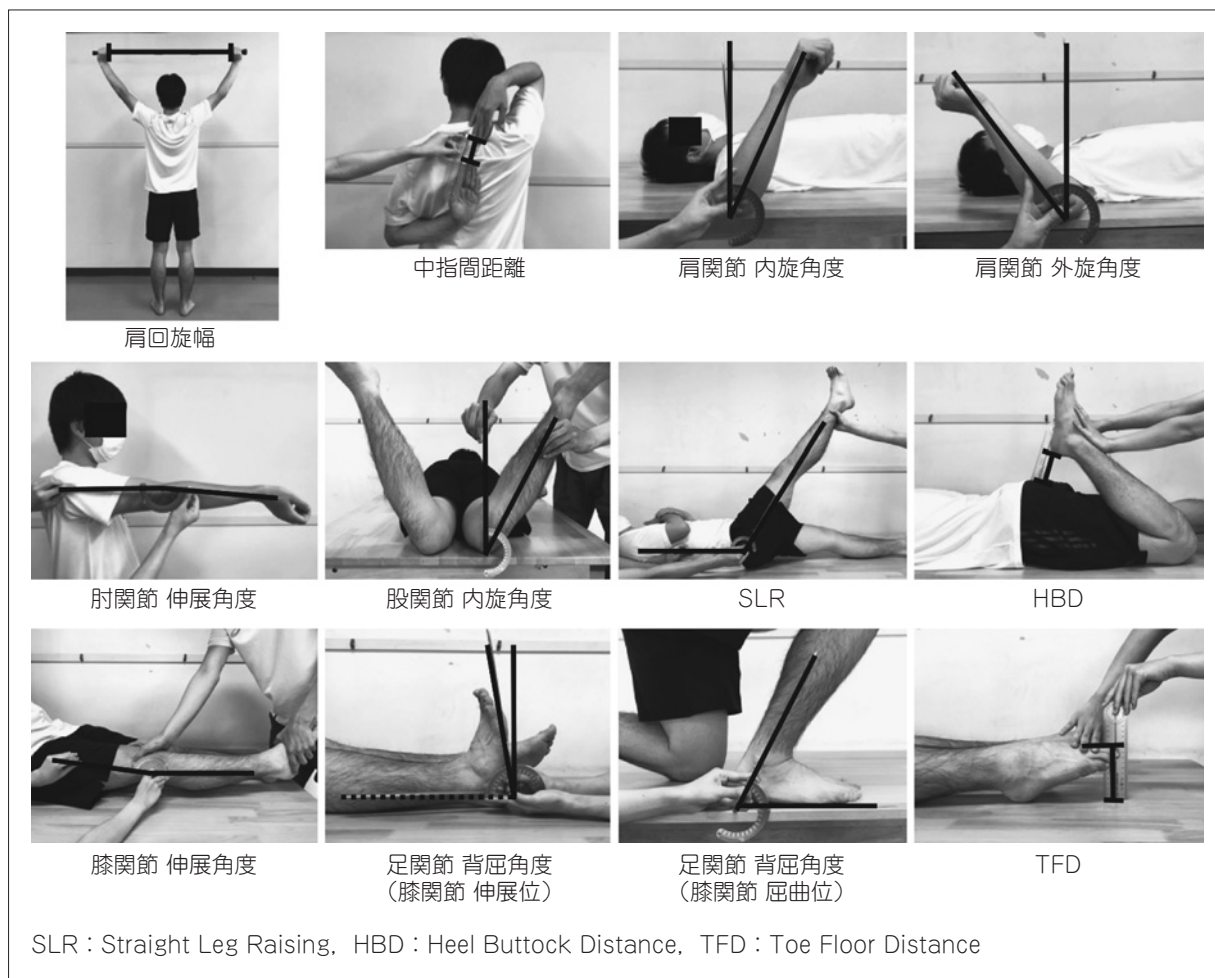


図 1 測定項目

形外科学会・日本リハビリテーション医学会による「関節可動域表示ならびに測定法」に準じて実施した⁹⁾。他動運動可動域を、ゴニオメーターを用いて1°単位で記録した。これらの測定は、肩甲帯での代償運動を抑制するため、2名の検者によって行い、1名が上腕を把持・固定し、他の1名が角度を測定した。

肘関節伸展角度は、日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会による「関節可動域表示ならびに測定法」に準じ⁹⁾、他動運動可動域をゴニオメーターを用いて1°単位で記録した。過伸展の場合に+（正）と表記した。

股関節内旋角度は、腹臥位かつ膝関節90°屈曲位で、他動的に股関節を外旋させた際の、床面に対する垂線と下腿中央を結ぶ線のなす角度とし、ゴニオメーターを用いて1°単位で記録した。

SLRは、他動的にSLRを行った際の床面との平行線と大腿中央線のなす角度とし、ゴニオメー

ターを用いて1°単位で記録した。

HBDは、腹臥位にて対象の膝関節を他動的に屈曲させ、踵骨隆起と臀部の最膨隆部の直線距離を直線定規にて0.1cm単位で記録した。

膝関節伸展角度は、日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会による「関節可動域表示ならびに測定法」に準じ⁹⁾、背臥位にて他動運動可動域をゴニオメーターを用いて1°単位で記録した。過伸展の場合に+（正）と表記した。

膝関節伸展位での足関節背屈角度は、床面に対する垂線と足底面がなす角度とし、ゴニオメーターを用いて他動運動可動域を1°単位で記録した。膝関節伸展角度の影響を除くため、測定は2名の理学療法士によって行い、1名が下腿部を固定し、他の1名が角度を測定した。

膝関節屈曲位での足関節背屈角度は、床面との平行線と腓骨がなす角度とし、ゴニオメーターを用いて最大背屈角度を1°単位で記録した。

表2 年代別および男女別での各測定項目の比較

			小5-6年	中1-2年	中3-高1年	高2-3年	p 値		
			男性：n=33 女性：n=40	男性：n=52 女性：n=38	男性：n=77 女性：n=52	男性：n=94 女性：n=66	主効果 年代	性別	交互 作用
肩回旋幅 (cm)	男		65.1±19.5	74.5±19.1	75.8±21.1	76.1±20.7	0.62	<0.01	0.66
	女		55.7±16.4	48.1±18.3	54.4±19.1	55.7±19.9			
中指間距離 (cm)	男		1.1±5.6	0.7±7.0	2.0±6.9	1.4±7.5	0.62	<0.01	0.66
	女		3.8±4.5	3.0±5.2	3.2±4.5	2.1±4.9			
肩関節 内旋角度 (°)	男		54.7±14.8	54.3±15.2	50.3±13.6	48.3±14.4	<0.01	<0.01	0.76
	女		57.8±14.5	60.6±14.0	52.8±13.2	53.5±17.0			
肩関節 外旋角度 (°)	男		95.7±21.0	93.7±18.7	97.1±17.8	99.6±15.3	0.23	<0.01	0.31
	女		104.6±14.6	97.4±13.3	99.0±20.2	99.5±11.8			
肘関節 伸展角度 (°)	男		9.6±6.8	7.8±6.0	8.3±5.7	8.6±5.3	0.07	<0.01	0.11
	女		9.2±5.9	8.7±6.7	11.0±5.9	12.0±5.3			
股関節 内旋角度 (°)	男		50.3±7.0	46.5±8.5	41.9±9.2	41.4±11.1	<0.01	<0.01	0.53
	女		58.2±9.9	56.1±8.2	54.6±12.8	52.5±11.2			
SLR (°)	男		65.3±13.7	63.3±10.9	65.9±15.5	62.5±18.5	0.06	<0.01	0.59
	女		75.7±13.5	76.2±17.5	76.2±16.8	69.7±16.8			
HBD (cm)	男		5.4±3.8	8.4±4.3	7.8±4.2	7.6±4.7	<0.05	<0.01	0.44
	女		5.0±3.7	5.8±3.7	6.1±3.8	5.8±3.9			
膝関節 伸展角度 (°)	男		5.4±4.9	4.6±4.0	6.8±4.8	7.2±4.8	<0.05	0.63	0.38
	女		6.2±4.7	5.4±5.7	7.1±4.4	6.8±3.9			
足関節 背屈角度 (膝関節 伸展位) (°)	男		12.5±4.4	9.7±6.4	8.6±8.5	6.9±6.8	<0.01	0.08	0.93
	女		13.4±6.4	12.0±5.8	9.7±9.3	9.0±7.8			
足関節 背屈角度 (膝関節 屈曲位) (°)	男		40.6±9.4	44.0±9.0	42.7±7.1	41.1±7.6	0.50	0.09	0.10
	女		42.4±7.0	42.9±6.6	43.5±8.0	45.6±7.2			
TFD (cm)	男		9.7±2.1	10.1±2.0	9.3±2.3	8.7±2.1	<0.01	<0.01	0.17
	女		8.2±1.4	7.5±2.3	7.1±2.2	7.2±2.3			

平均±標準偏差, SLR : Straight Leg Raising, HBD : Heel Buttock Distance, TFD : Toe Floor Distance

TFD は、他動的に足関節を底屈した際の床面と第二中足骨上端の距離とし、直線定規にて0.1cm単位で記録した。

3) 統計学的解析

対象を、学年別に小5-6年、中1-2年、中3-高1年、高2-3年の4群に分類した。全ての測定項目について、年代差および性差を検討するため、年代と性別(男・女)を要因とした二要因二元配置分散分析を行った。有意な交互作用が得られた場合には、事後検定として8群間(年代別4群×性別2群)でTukey-Kramer法による多重比較を実施した。加えて、二元配置分散分析で年代の主効果が得られた項目については、男女の区別をなくした年代別の4群間でTukey-Kramer法による多重比較を実施した。なお、統計学的解析は、JMP® Pro ver.16.1.0(SAS Institute Japan, 日本)にて行い、危険率5%未満を有意とした。

結果

表2に年代別および男女別での各測定項目の二元配置分散分析の結果を示した。また、図2では年代別および男女別で各測定値の変化を図示した。

二元配置分散分析の結果から、全ての測定項目で有意な交互作用が得られたものはなかった(p>0.05)。

年代による主効果は、肩関節内旋角度(p<0.01)、股関節内旋角度(p<0.01)、HBD(p<0.05)、膝関節伸展角度(p<0.05)、膝関節伸展位での足関節背屈角度(p<0.01)、TFD(p<0.05)で認められた。表3にこれらの年代による主効果が得られた測定項目の事後検定の結果を示した。肩関節内旋角度では、中1-2年と比較して中3-高1年および高2-3年で低値であった(p<0.05)。股関節内旋

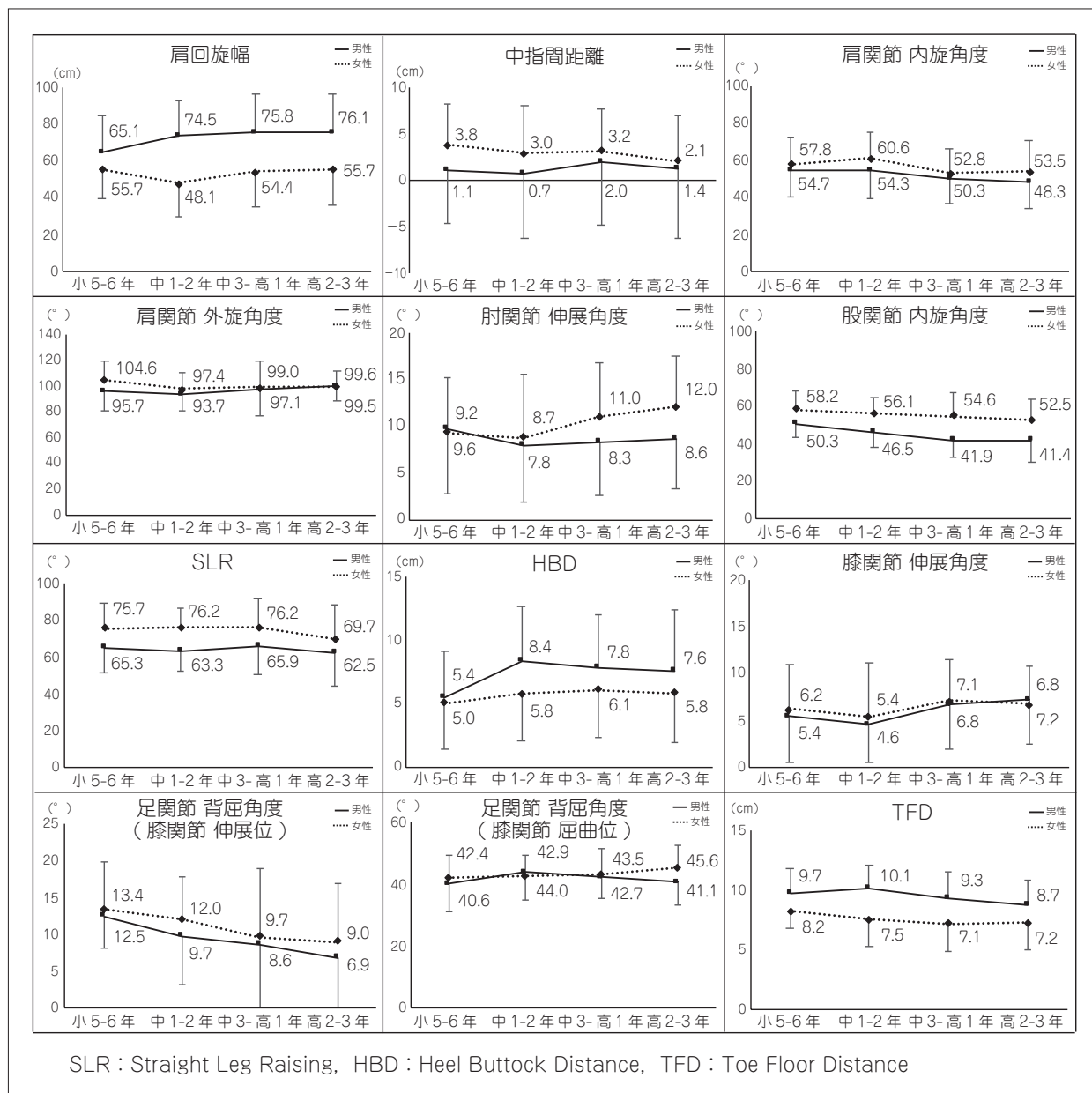


図2 年代別および男女別での各測定値の比較

角度では、小5-6年と比較して中3-高1年および高2-3年で低値を示し ($p < 0.01$)、中1-2年と比較して高2-3年で低値であった ($p < 0.05$)。HBDでは、小5-6年と比較して中1-2年および中3-高1年で高値であった ($p < 0.05$)。膝関節伸展角度では、中1-2年と比較して中3-高1年および高2-3年で高値を示し ($p < 0.05$)、膝関節伸展位での足関節背屈角度は中1-2年と比較して中3-高1年および高2-3年で低値であった ($p < 0.05$)。TFDは、小5-6年および中1-2年と比較して高2-3年で低値であった ($p < 0.05$)。

二元配置分散分析による性別の主効果は、肩回

旋幅、中指間距離、第2肢位での肩関節内旋・外旋角度、肘関節伸展角度、股関節内旋角度、SLR、HBD、TFDで有意であった ($p < 0.05$)。これらのうち、肩回旋幅、HBDおよびTFDは女性で低値であり、中指間距離、第2肢位での肩関節内旋・外旋角度、肘関節伸展角度、股関節内旋角度およびSLRは、女性で高値であった ($p < 0.05$)。

■ 考 察

本研究は地方ジュニア競泳選手の全身の筋柔軟性および関節弛緩性について、横断的に集約したデータを提示し、年代差および性差を検討した。

表3 年代別での各測定項目の比較

		小5-6年	中1-2年	中3-高1年	高2-3年	事後検定	
		n=73	n=90	n=129	n=160	比較対象	p値
肩関節 内旋角度	(°)	56.4±14.6	57.1±14.9	51.3±13.4	50.4±15.7	中1-2年 vs 中3-高1年 中1-2年 vs 高2-3年	<0.05 <0.01
股関節 内旋角度	(°)	55.0±9.6	50.5±9.6	47.3±12.5	46.0±12.4	小5-6年 vs 中3-高1年 小5-6年 vs 高2-3年 中1-2年 vs 高2-3年	<0.01 <0.01 0.02
HBD	(°)	5.2±3.7	7.2±4.2	7.1±4.1	6.9±4.5	小5-6年 vs 中1-2年 小5-6年 vs 中3-高1年	0.03 0.03
膝関節 伸展角度	(°)	5.8±5.0	5.0±4.7	6.9±4.7	7.0±4.6	中1-2年 vs 中3-高1年 中1-2年 vs 高2-3年	0.02 0.01
足関節 背屈角度 (膝関節 伸展位)	(°)	13.0±5.5	10.7±6.2	9.1±8.9	7.7±7.3	小5-6年 vs 中3-高1年 小5-6年 vs 高2-3年	0.04 <0.01
TFD	(cm)	8.9±1.9	9.0±2.5	8.4±2.5	8.1±2.3	小5-6年 vs 高2-3年 中1-2年 vs 高2-3年	<0.01 0.02

平均±標準偏差, HBD: Heel Buttock Distance, TFD: Toe Floor Distance

本研究で用いた12の測定項目のうち、一般的に筋タイトネステストとして用いられているSLR, HBD, 膝関節伸展位での足関節背屈角度の3項目を筋柔軟性を優位に反映する指標¹⁰⁾, 東大式関節弛緩性テストに含まれる中指間距離, 肘関節伸展角度, 膝関節伸展角度, 膝関節屈曲位での足関節背屈角度の4項目を関節弛緩性を優位に反映する指標¹¹⁾, これら以外の肩回旋幅, 肩関節内旋・外旋角度, 股関節内旋角度, TFDの5項目を筋および関節の複合的な可動性を反映する指標と定義して考察をすすめる。

ジュニア期では、骨の成長と筋・腱の伸長の不均衡が生じることから、筋・腱の柔軟性の低下が生じやすいことや、関節弛緩性が変化する可能性が報告されている^{12,13)}。本研究において、性別に関係なく、筋柔軟性を優位に反映すると考えられるHBDおよび膝関節伸展位での背屈角度は高学年で柔軟性が低く、筋および関節の複合的な可動性を反映する指標である肩関節内旋角度および股関節内旋角度においても高学年で低値を示した。これらは、成長に伴う筋・腱の柔軟性の変化を反映していると考えられる。

また、膝関節伸展角度は高学年で高値を示し、TFDは高学年で低値を示すことから、膝関節の関節弛緩性および足部の可動性においても性別に関係なく高学年で増大することが示唆された。一流競泳選手では、競技の継続により関節弛緩性が増大し^{4,5)}, 反張膝の発生率は学年が上がるにともな

い増加するとされる¹⁴⁾。さらに、反張膝やTFDは競技パフォーマンスに影響し、ドルフィンキックやバタ足キックの泳速度と関連するといわれている^{15,16)}。これらのことから、競泳選手におけるこれらの膝関節の関節弛緩性および足部の可動性の変化は、競技の継続による適応である可能性が考えられる。アスリートを対象とした先行研究では、思春期以降、女性では関節弛緩性の保有率が増加したのに対し、男性では変化がなかったと報告されており¹⁷⁾, 本研究結果から、競泳選手では男性においても高学年で関節弛緩性が増大することが示された。

性差について、男性と比較して、肩回旋幅, HBDおよびTFDは女性で低値であり、中指間距離, 第2肢位での肩関節内旋・外旋角度, 肘関節伸展角度, 股関節内旋角度およびSLRは、女性で高値であった。これらの結果は、おおよそ全ての項目で男性よりも女性の筋柔軟性や関節弛緩性が高いことを示している。一般に、女性は男性に比べて筋柔軟性や関節弛緩性が高いといわれており^{17,18)}, 本研究対象のジュニア競泳選手でも同様の傾向が得られたと考えられる。

本研究において、二元配置分散分析では全ての項目で交互作用が得られなかったことから、本研究で対象とした選手では、年代による変化の傾向は男女で異なることが示された。一方、筆者らは先行研究において肩関節障害と肩関節周囲の柔軟性の関連について検討し、男性では肩回旋幅

の増加(可動性の低下), 女性では肩回旋幅の低下(可動性の増大)がそれぞれ肩関節障害の発生と関連することを報告している^{19,20)}. 本研究結果から得られた平均的な肩回旋幅の推移は男女で差がなかったにもかかわらず, 筆者らの先行研究で肩関節障害の発生に関連する肩回旋幅の変化が男女で異なっていたことは着目すべき点である. 肩関節障害は地方ジュニア競泳選手で頻発する障害のひとつであり⁷⁾, 成長にともなう肩回旋幅の推移と肩関節障害の発生に関連についてはさらなる研究が求められる.

本研究の限界点は, 対照群がないこと, 横断的な平均値を用いた調査であることがあげられる. ジュニア期では発育・発達の個人差が大きいことから, 筋柔軟性や関節弛緩性の個体差が存在することが考えられ, 今後は成長段階を考慮した筋柔軟性や関節弛緩性の変化を調査する必要がある. また, 本研究では全ての測定項目について実際の測定値を結果として提示したが, 個体差や性差が存在する数値データでは, 一般的に肢長や身長などで補正した値が用いられることが多い. 特に肩回旋幅は身長などの形態的な要因と関節可動域などの機能的な要因を含めた複合的な指標であると考えられ, 個体差や性差を考慮した特徴の把握のためにどのようなデータを用いるかについて, 検討していく必要がある. 本研究で用いたデータは6府県のこれまでの測定データを集約したものであり, 測定は複数の検査者の協力を得て実施したが, 各測定項目における検査間の誤差について検討できておらず, 今後の課題である.

本研究結果から得られた知見を生かすとともに, 今後も定期的な筋柔軟性および関節弛緩性の測定を継続し, 選手個人の筋柔軟性や関節弛緩性の変化を把握することで, 傷害予防やパフォーマンスの向上につなげる取り組みを行っていきたい.

結 語

1) 肩関節内旋角度, 股関節内旋角度, HBD および膝関節伸展位での背屈角度は, 性別に関係なく高学年で柔軟性が低かった.

2) 膝関節伸展角度および TFD は, 性別に関係なく高学年で筋柔軟性および関節弛緩性が高かった.

3) 肩回旋幅, 中指間距離, 第2肢位での肩関節

内旋・外旋角度, 肘関節伸展角度, 股関節内旋角度, SLR, HBD および TFD で性差を認めた.

謝 辞

フィジカルチェック事業の実施にあたり, ご支援をいただいた各府県の水泳連盟および水泳協会, 測定にご快諾いただいた各スイミングクラブの担当コーチ, 中学・高校水泳部の指導者の先生方, 選手, 保護者の皆様, 測定にご協力いただいたスタッフの皆様へ深謝いたします.

利益相反

本論文に関連し, 開示すべき利益相反はなし.

文 献

- 1) 公益財団法人日本水泳連盟. 水泳ニッポン・中期計画 2017-2024. 入手先: <https://www.swim.or.jp/files/midterm-plan.pdf> [参照日 2021 年 10 月 1 日].
- 2) Feeley BT, Agel J, LaPrade RF. When Is It Too Early for Single Sport Specialization? The American Journal of Sports Medicine. 2016; 44: 234-241.
- 3) 半谷美夏, 金岡恒治. 水泳におけるメディカルチェック. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2016; 33: 302-309.
- 4) 小泉圭介, 半谷美夏, 金岡恒治, 他. 一流競泳選手の成長に伴う関節弛緩性変化. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2015; 23: S233.
- 5) 猪俣伸晃. エリート小学生におけるフィジカルチェック～上肢柔軟性の経時変化について～. 水と健康医学研究会誌. 2019; 21: 15-18.
- 6) 國分裕一, 栗木明裕, 江郷功起, 他. 高校競泳選手に対するメディカルチェックの取り組み(第1報). 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌. 2018; 30: 15-20.
- 7) 鈴木雄太, 浦辺幸夫, 金田和輝, 他. 広島県ジュニア競泳選手の障がい既往と身体的特徴. 理学療法の臨床と研究. 2020; 1: 29-35.
- 8) 成田崇矢, 金岡恒治. 新たな肩関節柔軟性測定方法(肩回旋幅)と肩関節可動域との関連. 水と健康医学研究会誌. 2014; 17: 17-21.
- 9) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会. 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学. 1995; 32: 208-217.
- 10) 坂本雅昭. アスレティックトレーナーに必要な検査測定の方法. In: 河野一郎, 福林 徹(監修). 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト 第5巻 検査・測定と評価. 第1版. 東京: 文光堂; 44-

- 45, 2019.
- 11) 三浦雅史. アスレティックトレーナーに必要な検査測定の方法. In: 河野一郎, 福林 徹(監修). 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト 第5巻 検査・測定と評価. 第1版. 東京: 文光堂: 32-33, 2019.
 - 12) 鳥居 俊. 発育期のスポーツ傷害防止のための整形外科メディカルチェック—第2報: 関節弛緩性・筋柔軟性と傷害既往の関係—. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌. 1995; 14: 57-63.
 - 13) 鳥居 俊, 飯田悠佳子, 豊田安貴子, 他. 日本人女子小学生における関節弛緩性: 成長変化の横断的研究. 日本成長学会雑誌. 2010; 16: 39-43.
 - 14) 栗木明裕, 田原亮二, 市川 浩, 他. 競泳競技における反張膝の発生要因の解明と泳動作中の特徴. 第15回日本水泳・水中運動学会年次大会抄録論文集. 2010; 1: 148-149.
 - 15) 大庭昌昭, 金岡恒治, 萬久博敏. 足部の柔軟性がバタ足キックに及ぼす影響について. 筑波大学運動学研究. 1995; 11: 89-95.
 - 16) 高橋航太郎, 藤田英二. 反張膝が競泳のドルフィンキック動作に及ぼす影響. スポーツトレーニング科学. 2018; 19: 35-38.
 - 17) Quatman CE, Ford KR, Myer GD, et al. The effects of gender and pubertal status on generalized joint laxity in young athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008; 11: 257-263.
 - 18) Riemann BL, DeMont RG, Ryu K, et al. The effects of sex, joint angle, and the gastrocnemius muscle on passive ankle joint complex stiffness. *Journal of Athletic Training*. 2001; 36: 369-377.
 - 19) 鈴木雄太, 浦辺幸夫, 前田慶明, 他. 広島県ジュニア競泳選手の肩関節障害と柔軟性の関連. 水と健康医学研究会誌. 2016; 19: 39-44.
 - 20) Mise T, Mitomi Y, Mouri S, et al. Hypomobility in Males and Hypermobility in Females are Risk Factors for Shoulder Pain Among Young Swimmers. *Journal of Sports Rehabilitation*. 2021; 31: 17-23.
-
- (受付: 2021年11月9日, 受理: 2022年8月5日)

Age- and sex-specific differences in muscle flexibility and joint laxity in junior competitive swimmers

Suzuki, Y.^{*1}, Okuda, T.^{*2}, Mise, T.^{*3}, Kokubu, H.^{*4}
Kuriki, A.^{*5}, Takayama, H.^{*6}, Maeda, N.^{*7}, Urabe, Y.^{*7}

^{*1} Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Kyusyu Nutrition Welfare University

^{*2} Department of Sport Science, Faculty of Human Sciences, Kanazawa Seiryu University

^{*3} Department of Health and Sports, Faculty of Health Sciences, Niigata University of Health and Welfare

^{*4} Department of Physical Therapy, Technical School of Medical and Welfare Ryokuseikan

^{*5} Department of Contemporary Social Studies, Faculty of Contemporary Social Studies, Chikushi Jogakuen University

^{*6} Department of Physical Therapy, Hanna Central College of Rehabilitation

^{*7} Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

Key words: swimming, muscle flexibility, joint laxity

[Abstract] This study assessed age- and sex-specific differences in muscle flexibility and joint laxity in junior competitive swimmers. Of the 452 recruited swimmers aged 10-18 years, 256 were male and 196 were female. Muscle flexibility and joint laxity of the upper and lower extremities were measured using five and seven tests, respectively. Two-way analysis of variance (age group and sex) was performed. When interaction effects or the main effect by age group was detected, post hoc comparisons were used to test differences between variables by the Tukey-Kramer method. The results showed no significant interaction effects between the tests. Heel Buttock Distance (HBD), predominantly reflecting muscle flexibility, and ankle dorsiflexion angle during knee extension indicated decreased flexibility in older swimmers ($p < 0.05$). Knee extension angle reflecting joint laxity, indicated increased laxity in older swimmers ($p < 0.05$). Shoulder and hip joint internal rotation angles reflecting muscle flexibility and joint laxity, were decreased in older swimmers ($p < 0.05$), while toe floor distance (TFD) showed increased mobility ($p < 0.05$). Sex differences were observed in shoulder rotation width, distance between middle fingers, shoulder joint internal and external rotation angles, elbow joint extension angle, hip joint internal rotation angle, straight leg raising angle, HBD, and TFD ($p < 0.05$).