

大学生におけるクロール泳法およびバタフライ泳法授業中の心拍数と泳法習得度との関係

小川まどか¹, 高橋恭平², 太田洋一³

¹東京科学大学リベラルアーツ研究教育院, ²熊本学園大学社会福祉学部,

³静岡福祉大学社会福祉学部

要 旨

本研究は、専門科目として開講された水泳授業（クロール泳法およびバタフライ泳法）における大学生の心拍数を明らかにすることを目的とした。17名（男性13名、女性4名）の大学生を対象とした。授業実施前に運動不振尺度と泳力に関するアンケートを行った。クロール泳法およびバタフライ泳法授業中の心拍数を測定し、各泳法の実技初回の授業（Pre）と最終授業（Post）において、クロールおよびバタフライの泳速度と泳法習得度を測定した。授業実施前に、バタフライを未習得と回答した者を未習得群（ $n = 10$ ）、バタフライを習得済と回答した者を習得群（ $n = 7$ ）とした。習得群と未習得群間における運動不振尺度得点に有意差はみられず、一般的な運動に対する苦手意識の違いは確認されなかった。未習得群のバタフライ泳法習得度はPreと比較し、Postで有意に増加したが、バタフライの泳速度に有意な変化はみられなかった。未習得群におけるバタフライ泳法授業中の平均心拍数は 116.7 ± 5.1 拍/分であり、クロール泳法授業中の平均心拍数（ 102.3 ± 17.3 拍/分）より有意に高値を示した。一方、習得群ではその差がみられなかった。また、未習得群において、バタフライ泳法授業中の平均心拍数はPreのバタフライ泳法習得度との間に有意な負の相関関係がみられ、それらの関係は習得群および泳速度との関係ではみられなかった。これらの結果から、バタフライ未習得者において、クロール泳法授業中と比較し、バタフライ泳法授業中の平均心拍数が高く、中でもバタフライ泳法習得度の低い者で授業中の平均心拍数が高いことが明らかとなった。

キーワード

大学水泳, 運動強度, 泳速度, 運動不振尺度

責任著者：小川まどか Email: madoka.ogawa20@gmail.com

緒 言

現行の学習指導要領において、水泳系領域は小学校から高等学校まで導入されており、とりわけ小学校および中学校においては必修領域となっている（文部科学省, 2014）。一方、大学で行われる水泳の授業には、学習指導要領のような学習内容に関する一律のガイドラインが存在しない。しかしながら、山中ほか（2021）によって専門体育を行う大学における水泳授業の約8割で近代4泳法が取り扱われていることが明らかにされており、小学校から高等学校までの学校体育の中でほとんど扱われていない泳法である「バタフライ」も実施されている。バタフライは近代4泳法の中で難易度が高いと考えられており、稲垣・岸（2012）によると、保健体育科教育課程

の大学生におけるバタフライ25mの可泳率は33.6%であり、クロールの可泳率（88.8%）と比較して低いことが報告されている。また、筆者の指導経験の中では、運動や水泳が苦手な学生の中にはバタフライの習得に不安を持っているものも少なくない。近年の大学生の泳力に関しては、各泳法で25mを完泳できるか否かの自己評価（松井・南, 2007；稲垣・岸, 2012）や最大持続泳距離の自己評価（天野ほか, 2015）など泳力に関する報告は散見されるが、それらの自己評価と最終的な泳力との関連は、ほとんど明らかにされていない。さらに、水泳以外の運動の自己評価や苦手度といった個人特性と泳法習得との関係についても不明な点が多い。古田（2011）によると、体育が嫌いになったきっかけとして、「水泳や跳び

箱が苦手だったので体育が嫌いだった。」といった、「汎化」に関する記述が認められたことが報告されている。このことから、学校体育で学習者は運動の種類を区別しているものではないことが示唆される。したがって、泳法習得においても、水泳以外の運動に関する自己評価や苦手度といった学生個人の特性が指導の手がかりになる可能性が考えられる。

水泳は水中環境での運動であるため、溺水や溺死といった命に関わる危険性があることから、安全を担保しつつ、学生個人の特性や泳力に応じた指導が必要である。日本スポーツ振興センターの報告によると、学校の管理下における水泳中死亡事故は、過去5年間で25件発生している(独立行政法人日本スポーツ振興センター, 2018)。そのうち、死亡事故の原因としては溺死が圧倒的に多く、21件(84%)を占めている。溺水を防ぐために、指導者は事前の健康診断の受診状況や対象者の泳力の把握が必要であり、指導の際は常に泳者の人数を把握することができるようコース内の人数管理、ボディシステムの有効利用、ならびに適正な監視員数、かつ穴のないよう監視エリアをあらかじめ決めておくことが重要である(公益財団法人日本水泳連盟, 2019)。しかしながら、公益財団法人日本水泳連盟(2019)の報告によると、これらの事故は泳力に関係なく発生することが示されており、その

ような監視体制を整えた場合であっても溺水が生じる場合がある。したがって、指導者の経験や主観だけでなく、客観的な運動強度の指標として各泳法授業中の心拍数を知ることは安全に水泳授業を進める上で基礎的な情報になると考えられる。大学での水泳授業は、初心者から上級者まで幅広い泳力の学生が混在し、個々の学生の特性に応じた指導がより重要となる。本研究では、クロールとバタフライを比較対象として選択した。クロールは最も基本的な泳法であり、多くの大学生が習得済みであると予想される。一方、バタフライは技術的難易度が高く、学校体育でほとんど扱われていない。この2つの泳法を比較することで、習得済みの泳法と未習得の泳法における心拍数の違いを明確に示すことができると予想される。さらに、この比較は、泳法の難易度や習熟度が心拍数にどのような影響を与えるかを明らかにし、それぞれの泳法指導時の安全管理や適切な運動負荷の設定に有用な知見を提供すると考えられる。

そこで本研究では、大学生におけるクロール泳法およびバタフライ泳法授業中の心拍数を授業資料として把握することを目的とした。水泳授業中の心拍数に加えて、運動の苦手度(運動不振尺度)と泳法習得度との関係を明らかとし、学生個人の特性や泳力に応じた指導の手がかりになる資料を示すことを目的とした。

表1 指導内容一覧

	実施内容	詳細	測定項目
第1回	講義: ガイダンス・基礎知識	省略	・運動不振尺度および授業実施前の泳力に関するアンケート実施 ・クロール泳法授業中の心拍数測定 ・クロールの泳速度および泳動作評価 (Pre)
第2・3回	実技: 水慣れ, クロール	・ウォーミングアップ ・腰掛けキック ・壁キック ・ビート版キック ・けのびキック ・プル動作の確認 ・面かぶりクロール ・キャッチアップクロール ・クロール ・クールダウン 水慣れの詳細は省略	
第4・5回	実技: 背泳ぎ	省略	・バタフライ泳法授業中の心拍数測定 ・バタフライの泳速度および泳動作評価 (Pre)
第6・7回	実技: バタフライ, 平泳ぎ	・面かぶり片手バタフライ ・片手バタフライ横呼吸 ・プル動作の確認 ・面かぶりバタフライ ・バタフライ ・クールダウン 平泳ぎの詳細は省略	
第8・9回	実技: 平泳ぎ, スタート・ターン, 近代4泳法の更なる練習	省略	-
第10回	講義: 安全水泳	省略	-
第11・12回	実技: 自己保全・日本泳法, 個人メドレーの中間測定	省略	-
第13・14回	実技: 水中運動, 近代4泳法の更なる練習	省略	・クロールおよびバタフライの泳速度と泳動作評価 (Post)
第15回	実技: 個人メドレーの最終測定, リレー	省略	-

方法

対象者

対象者は、2022年度にスポーツ実習科目（選択）の水泳を履修した K 大学の学生17名（男性：13名，女性：4名）とした。本科目は、保健体育科の中学校および高等学校教諭免許状の取得を希望する場合は必修科目とされていた。また、授業実施前のアンケートでは、本研究の対象者全員が保健体育科の中学校または高等学校における教諭免許状の取得を目指していると回答した。

測定実施前に研究目的および測定方法を対象者に説明し、書面にて同意を得た。対象者は事前に健康診断を受診し、水泳実施に問題のないことを確認した上で授業へ参加した。なお、本研究は、京都産業大学の研究倫理審査委員会の承認を得た後、実施された。

指導内容

日本スポーツ協会公認資格（水泳コーチ1）を保有する大学教員1名（水泳経験25年，指導歴3年）が指導を行った。本授業は、学外の屋内プールで実施されたため、授業回数が通常と異なり、第2・3回，第4・5回，第6・7回，第8・9回，第11・12回，第13・14回は90分×2回の実技授業を実施した。実技授業のうち、25mクロールの泳力測定を第2・3回（Pre）と第13・14回（Post）に実施し、25mバタフライの泳力測定を第6・7回（Pre）と第13・14回（Post）に実施した。また、第1回および第10回の2週は90分の講義授業を実施した。授業の指導内容は表1の通りであった。なお、本科目の授業目標は、受講者が学校体育の水泳授業で初心者へ泳法指導ができるようになることへ設定していたため、泳力が高い者であっても初心者を対象とした指導内容を実施した。

測定項目

初回授業にて、現在の泳力に関するアンケートを実施し、習得済の泳法（クロール，平泳ぎ，背泳ぎ，バタフライ）と持続できる距離（0～5m未満，5～25m未満，25～50m未満，50～100m未満，100m以上）を選択式で回答を求めた。これらのアンケートの結果から、習得済の泳法としてバタフライを選択しなかった者をバタフライ未習得群，バタフライを習得済と選択した者をバタフライ習得群とした。また、運動の苦手度の指標として運動不振尺度に関するアンケート（古田，2016）を実施した。運動不振尺度の得点は先行研究（古田，2019）を参考に、パターンEを用いて非運動不振，身体操作不振，ボール操作不振，運動不振の判定を行った。

泳力測定は25m×15mの室内プールで実施され、クロールおよびバタフライの25m泳を実施した。その際にできるだけ正しいフォームを維持しながら、可能な限り速く泳ぐことを指示した。泳速度および泳動作評価を実施した。泳速度（m/s）は25mプールの壁から壁までの時間をストップウォッチで計測し、25mを計測時間で除して算出した。金沢ほか（2020，2021）を元に作成した評価規準（表2，表3）に基づき、日本スポーツ協会公認資格（水泳コーチ1）を有する教員1名（水泳経験25年，指導歴3年）がクロールおよびバタフライの泳動作の評価を実施した。

心拍数は、第2・3回および第6・7回の授業時間に測定した。授業開始時に対象者は心拍計（Polar Ignite，Polar Japan）を装着し、授業終了時に取り外した。心拍数は1秒ごとに心拍計へ記録され、専用ソフトウェアによりデータはcsvファイルへ変換された。水中での実技実施時間は、心拍計のデータと指導者の記録を照合し、プールに入水してから退水するまでの時間を選択した。

表2 クロールの泳動作評価基準（金沢ほか，2020より改変）

	良い (3点)	普通 (2点)	悪い (1点)
ストローク動作	ハイエルボー	肘下がり	ストレートアーム
入水位置	肩の延長線上	肩の延長線上より内側	肩の延長線上より外側
キック動作	リズムカルでしなやかなキック	膝下キック	自転車こぎキック
姿勢	水面に対して平行	水面に対して斜め	水面に対して垂直
呼吸動作	呼吸方向，動きが小さい	首が反ってしまう	頭が上がってしまう

表3 バタフライの泳動作評価基準（金沢ほか，2021）

	良い (3点)	普通 (2点)	悪い (1点)
ストローク動作	キーホール型ストローク	直線的なストローク	肘が下がり，水を撫でるようなストローク
リカバリー動作	太腿までかいた後，左右対称のリカバリー	左右対称だが，ストロークの途中でリカバリーが開始する	左右非対称のリカバリー
キック動作	うねりを伴ったドルフィンキック	膝下のみのドルフィンキック	バタ足もしくはカエル足
タイミング	1ストロークあたり2回のキック	1ストロークあたり1回のキック	不規則，もしくは1ストロークあたり3回以上のキック
姿勢	うねり動作がある	うねりが無く，水面に対して水平な姿勢	うねりが無く，水面に対して斜めの姿勢

選択した時間帯のデータから、1分間あたりの平均心拍数および最大心拍数を算出した。

データ解析と統計処理

指導前後におけるクロールとバタフライの泳動作評価を実施し、その評価の結果は対応のある *t* 検定を実施した。また、心拍数は等分散しなかったため、ウィルコクソン符号付き順位検定を用いた。心拍数と泳動作評価との関係は、スピアマンの順位相関係数で検討した。なお、統計処理には統計ソフト (IBM SPSS Statistics, ver. 25, IBM Japan) を用い、統計的有意水準は5%未満とした。

結果

表4は、対象者の身体特性、運動不振尺度および授業実施前の泳力を示す。年齢、身長および体重、運動不振尺度の得点において、バタフライ習得群とバタフライ未習得群との間に有意な差はみられなかった。また、対象者17名中15名は非運動不振に該当し、身体操作不振は2名 (いずれもバタフライ未習得者) であり、ボール操作不振および運動不振に該当する対象者は認められなかった。本研究では、泳法習得度に加えて運動の苦手度の指標である運動不振尺度と各泳法授業中の平均心拍数との相関関係を確認した。その結果、バタフライ未習得群および習得群において、運動不振尺度と各泳法授業中の平均心拍数との間に有意な相関関係はみられず (バタフライ未習得群 : $r_s = -0.207, P = 0.567$, バタフライ習得群 : $r_s = -0.148, P = 0.751$)、運動不振尺度と水泳授業中の平

均心拍数との間に有意な相関関係は確認されなかった。

表5は、Pre および Post におけるクロールの泳速度および泳動作評価の結果を示す。両群におけるクロールの泳速度は、Pre および Post との間に有意な差はみられなかった。バタフライ未習得群におけるクロールの泳動作評価の合計点およびストローク動作は Pre と比較して、Post で有意に高値を示した (表5)。両群におけるクロールの入水位置、キック動作、姿勢、呼吸動作において有意な変化はみられなかった。さらに、バタフライ習得群の合計点やストローク動作は Pre および Post との間に有意な差がみられなかった。

表6は、Pre および Post におけるバタフライの泳速度および泳動作評価の結果を示す。両群のバタフライ泳速度は、Pre および Post との間に有意な差はみられなかった。バタフライ未習得群におけるバタフライの泳動作評

表4 対象者の身体特性、運動不振尺度および授業実施前の泳力

	バタフライ未習得群	バタフライ習得群
性別 (男/女)	7/3	6/1
年齢 (歳)	19.5 ± 0.6	19.4 ± 0.6
身長 (cm)	162.8 ± 7.7	169.8 ± 8.7
体重 (kg)	56.1 ± 7.4	62.0 ± 6.4
運動不振尺度 (点)	31.2 ± 6.4	34.7 ± 2.9
習得済みの泳法 (数)	2.0 ± 1.2*	4.0 ± 0.0
持続できる距離 (人)		
※泳法は問わない		
0~5m 未満	1	0
5~25m 未満	2	0
25~50m 未満	2	0
50~100m 未満	4	1
100m 以上	1	6

平均値 ± 標準偏差, * $P < 0.05$, vs. バタフライ習得群

表5 事前測定 (Pre) および事後測定 (Post) におけるクロールの泳速度と泳動作評価

	バタフライ未習得群			バタフライ習得群			
	Pre	Post	<i>P</i>	Pre	Post	<i>P</i>	
泳速度 (m/s)	1.12 ± 0.11	1.14 ± 0.16	0.609	1.52 ± 0.19	1.50 ± 0.14	0.516	
泳動作評価 (点)	ストローク動作	1.9 ± 0.3	2.0 ± 0.0	0.001	2.6 ± 0.5	2.5 ± 0.5	0.224
	入水位置	2.1 ± 2.6	2.6 ± 0.5	0.080	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.5	0.183
	キック動作	2.3 ± 0.6	2.6 ± 0.5	0.080	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0	0.363
	姿勢	1.8 ± 0.4	2.2 ± 0.4	0.170	2.7 ± 0.5	2.5 ± 0.5	0.611
	呼吸動作	1.9 ± 0.4	2.3 ± 0.5	0.080	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.5	0.604
	合計	10.2 ± 1.5	11.8 ± 1.7	0.020	13.4 ± 1.9	13.5 ± 1.2	0.842

平均値 ± 標準偏差。

表6 事前測定 (Pre) および事後測定 (Post) におけるバタフライの泳速度と泳動作評価

	バタフライ未習得群			バタフライ習得群			
	Pre	Post	<i>P</i>	Pre	Post	<i>P</i>	
泳速度 (m/s)	0.83 ± 0.08	0.85 ± 0.11	0.562	1.18 ± 0.27	1.20 ± 0.21	0.489	
泳動作評価 (点)	ストローク動作	1.6 ± 0.7	1.9 ± 0.6	0.080	2.6 ± 0.5	2.8 ± 0.4	0.363
	リカバリー動作	1.8 ± 0.7	2.2 ± 0.4	0.080	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	0.175
	キック動作	1.8 ± 0.7	1.9 ± 0.6	0.351	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0	0.175
	タイミング	1.9 ± 0.9	2.3 ± 0.7	0.080	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	1.000
	姿勢	1.8 ± 0.7	2.2 ± 0.4	0.080	2.7 ± 0.5	2.8 ± 0.4	0.175
	合計	8.8 ± 3.3	10.6 ± 2.1	0.024	14.0 ± 1.2	14.7 ± 0.5	0.296

平均値 ± 標準偏差。

価の合計点は、Preと比較して、Postで有意に高値を示した(表6)。両群におけるバタフライの泳動作評価の各項目およびバタフライ習得群の合計点において、PreおよびPostとの間に有意な差はみられなかった。

クロール泳法およびバタフライ泳法授業中の平均心拍数を図1に示す。バタフライ未習得群において、バタフライ泳法授業中における平均心拍数はクロール泳法授業中のそれらと比較して有意に高値を示した(図1)。一方、バタフライ習得群の授業中における平均心拍数は両泳法

間で有意差はみられなかった(図1)。また、両群の最大心拍数は両泳法間で有意な差がみられなかった(図2)。

図3は、バタフライ未習得群および習得群におけるクロール泳法授業中の平均心拍数とPre時の泳法習得度との相関関係の結果を示す。両群において、クロール泳法授業中の平均心拍数と泳法習得度との間に有意な相関関係はみられなかった。図4には両群におけるバタフライ泳法授業中の平均心拍数と泳法習得度の相関関係の結果を示す。その結果、バタフライ未習得群において、バタ

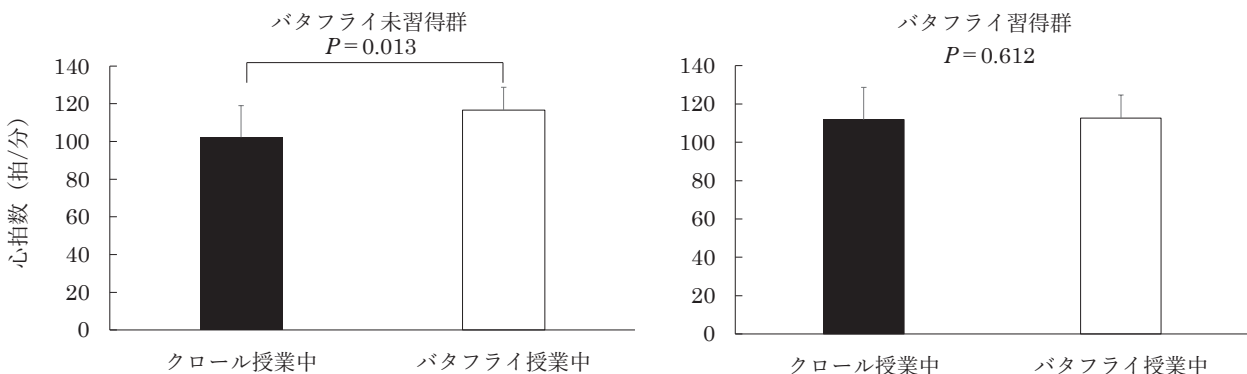


図1 クロールおよびバタフライ授業中の平均心拍数

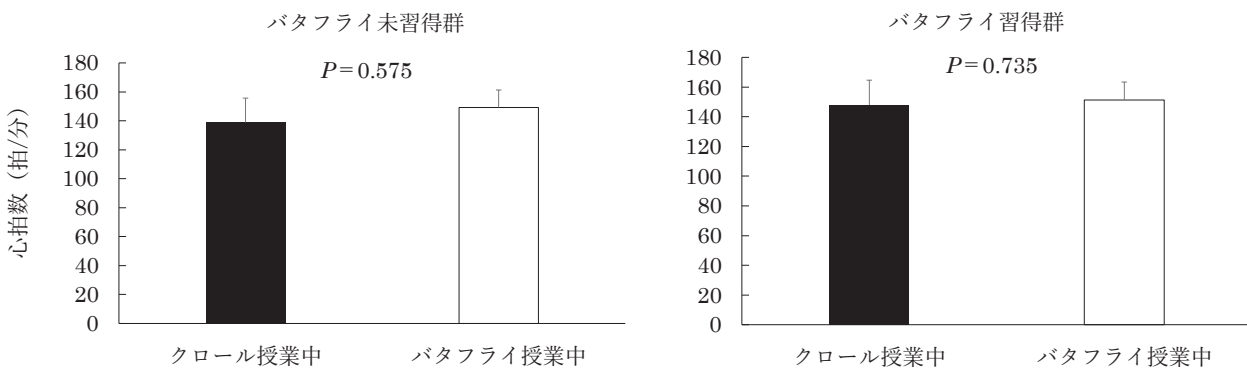


図2 クロールおよびバタフライ授業中の最大心拍数

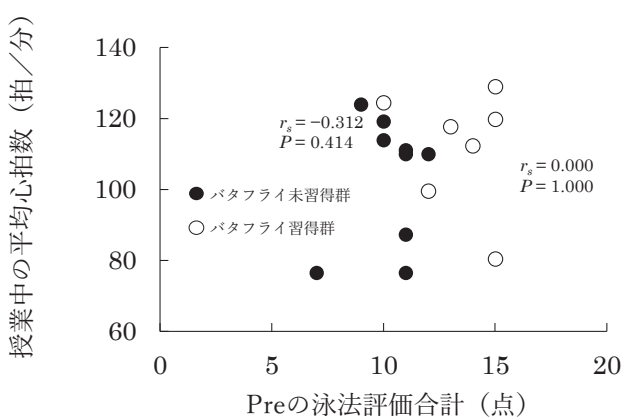


図3 クロール泳法授業中の平均心拍数と事前測定 (Pre) のクロール泳法評価合計点との関係

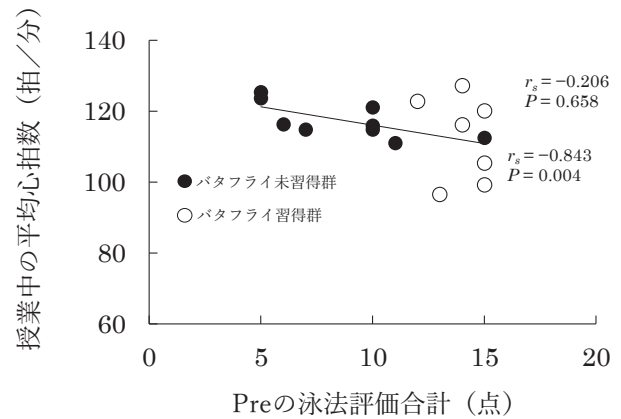


図4 バタフライ泳法授業中の平均心拍数と事前測定 (Pre) のバタフライ泳法評価合計点との関係

フライ泳法授業中の平均心拍数とPre時の泳法習得度との間に有意な負の相関関係がみられ、それらの関係はバタフライ習得群でみられなかった。

考 察

本研究の目的は、クロール泳法およびバタフライ泳法の授業中における心拍数を明らかにすることであった。さらに、水泳授業中の心拍数と運動不振尺度および泳法習得度との関係を明らかにし、学生個人の特性に応じた指導の手がかりになる資料を示すことを目的とした。本研究で得られた主な知見として、バタフライ未習得者において、クロール泳法の授業中と比較し、バタフライ泳法の授業中の平均心拍数が高く、未習得者の中でも特に泳法習得度の低い者で授業中の平均心拍数は高値を示すことが明らかとなった。つまり、未習得の泳法を授業で実施する際には、習得済みの泳法より心拍数で評価した運動負荷が高い点に留意した上で指導を行う必要性が示唆された。一方、運動不振尺度と水泳授業中の心拍数との関連性は確認されなかったことから、未習得の泳法の授業実施前には、一般的な運動の苦手度だけで判断するのではなく、事前の健康診断や泳力に関するアンケートの実施に加え、指導対象者の泳法習得度の評価が必要であることが示唆された。

合屋 (1999) は小学生を対象とした研究において、クロールの泳速度0.7~1.3 m/sを初心者レベルの泳速度と定義している。本研究におけるバタフライ未習得群のクロールの泳速度 (Pre 1.12 ± 0.11 m/s, Post 1.14 ± 0.16 m/s) は、この範囲内にあった (表5)。合屋 (1999) の対象者 (小学生) と本研究の対象者 (大学生) では年齢や身体的特性が大きく異なるため、単純な比較は適切ではない。しかしながら、本研究の大学生対象者の一部の泳速度が、合屋 (1999) が定義した小学生の初心者レベルの範囲内にあるという点は注目に値する。

一方で、本研究のバタフライ習得群のクロール泳速度の平均は1.3 m/s以上であり (表5)、競泳経験者は含まれていないものの、相対的に熟練した泳者に該当すると考えられる。これらの結果は、本研究の対象者間に顕著な泳力の差異が存在することを示している。このような泳力の差は、大学における水泳授業の特徴と課題を浮き彫りにしている。すなわち、大学の水泳授業では、初心者レベルから熟練した泳者まで、幅広い泳力レベルの学生が混在していることが明らかであり、学生個人の泳力に応じた柔軟な指導方法の必要性を示唆している。さらに、安全管理の観点からも、このような泳力の差異を十分に考慮した授業運営が求められると言えるだろう。

Miyashita (1987) によると、初心者の泳速度の増加は

ストローク長と1かきに要する時間の増加によって得られ、泳速度が1.2 m/sを超えるとストローク長の貢献度が高くなることを報告している。本研究のバタフライ未習得群では、PreとPost間で泳速度の増加は確認されなかったが、クロールにおけるストローク動作の改善が認められた (表5)。合屋 (1999) は、効率の良い泳ぎすなわち「かたち」と「スピード」を向上させるためには、まず「かたち」をよくすることが重要であると報告している。さらに、合屋ほか (1992) の報告では、初心者の泳ぎの習熟がグライド動作のあるパターンあるいはグライド動作のないパターンへと変化していく際、呼吸動作が進行方向から側方へと変化することや息継ぎの確保によって、グライド動作が長くなることなどの要因から泳速度が遅くなることが示されている。本研究では、泳力測定の際にフォームを重視した全力泳をするよう指示していたことが、「スピード」ではなく「かたち」として練習の効果が現れたのかもしれない。また、バタフライ未習得群ではクロールのキック動作に改善が認められなかったことも、泳速度の改善に繋がらなかった原因であると考えられる。これらのことから、本研究の授業期間では泳ぎの「かたち」の改善途中であり、「スピード」の改善まで至らなかったと考えられる。

金沢ほか (2021) は、水泳指導前における大学生のバタフライの泳速度は0.85 ± 0.22 m/sであり、本研究と同じバタフライの泳動作評価基準を用いて評価した泳動作の合計点は、9.5 ± 2.9点であったことを報告している。本研究のバタフライ未習得群におけるバタフライの泳速度はPreで0.83 ± 0.08 m/sであり、バタフライの泳動作の合計点は8.8 ± 3.3点であったことから (表6)、金沢ほか (2021) の報告と同等であったと考えられる。しかしながら、本研究の泳力測定時の指示 (フォームを意識しつつも可能な限り速く泳ぐよう指示) は、金沢 (2021) の緩速泳 (ストロークメカニクスが崩壊しない程度にできるだけゆっくり泳ぐことを指示) とは異なるため、単純な比較はできない点に注意すべきであろう。一方、バタフライ習得群におけるバタフライの泳速度はPreで1.18 ± 0.27 m/sであり (表6)、バタフライ未習得群に対して約1.3倍の速さを示した。バタフライ習得群における泳動作の合計点は13.4 ± 1.9点であり (表6)、バタフライ未習得群と比較して、約1.4倍の高値を示した。これらは、本研究のバタフライ未習得群と習得群間で泳動作の質と泳速度の両面において大きな差があることを示している。また、バタフライ習得群のバタフライの泳速度および泳動作評価は、PreとPost間で有意な変化はみられなかった (表6)。本研究では、初心者への指導を授業目標へ設定していたことから、泳力が高い者であっても初心者を

対象とした指導内容を実施しており、バタフライ習得群の泳動作向上には繋がらなかったものと考えられる。

本研究のバタフライ未習得群におけるバタフライ泳動作の合計点は、Pre (8.8 ± 3.3 点)と比較して、Post (10.6 ± 2.1 点)で高い値であった(表6)。群(バタフライ未習得群・習得群)と測定時期(Pre・Post)を要因とした二元配置分散分析の結果、全ての評価項目において、測定時期の主効果および群と測定時期の交互作用が認められなかった。これは、短期間での顕著な技能向上が観察されなかったことを示唆している。金沢ほか(2021)は、大学生を対象とした集中講義(1回あたり60分の授業を計33回(講義5回、泳法習得15回、時間泳および泳ぎ込み13回))を実施し、泳法習得の第1回と第15回にバタフライの測定を行った。その結果、第15回にストローク動作、キック動作、タイミングおよび合計点の項目において有意に向上したことを報告している(金沢ほか, 2021)。一方、リカバリー動作と姿勢に有意差が認められなかったことを報告しており(金沢ほか, 2021)、本研究と異なる泳動作の評価項目の改善が報告されている。これらの差が生じた理由は明らかではないが、焦点化した指導内容の差異が挙げられる。金沢ほか(2021)の指導内容は、両足を揃えてキックをするための壁キックおよび陸上でのコンビネーションを水中で行うことで、コンビネーションに焦点化した指導を行ったとしている。一方、本研究では、日本水泳連盟が定める競泳競技規則(公益財団法人日本水泳連盟, 2018)に沿った「1ストロークあたり2回のキック」のバタフライを実施できるようにするため、ドル平や片手バタフライを重点的に実施し、キックのタイミングを繰り返し説明した。また、キックのタイミングを掴むことが難しい学生には、「イチ、ニー」と水中でキックのタイミングをカウントすることをアドバイスした。バタフライは腕や脚の動作に合わせて体全体のうねりを伴った泳ぎが良いとされ、そのうねり動作を習得する上で重要になるのがドルフィンキックである。ドルフィンキック習得の際には、イルカジャンプ(イルカ潜り)の実施や水しぶきが上がらない程度で膝を曲げることが良いという報告(高嶺, 1988)があることから、本研究ではドルフィンキックで膝を曲げるという説明を極力避け、上半身から下半身へ力を伝えるうねり動作を意識することを繰り返し説明した。また、イルカジャンプと気を付けキックを繰り返し実施することで、うねり動作の習得へ焦点化した指導を実施した。その結果、バタフライ未習得群のタイミングや姿勢はPostで改善の傾向を示したと考えられる。また、動作のタイミングや姿勢へ焦点化した指導であったことから、上半身の力みを改善することができ、ストローク動作やリカバリー動作

の改善も生じたものと推察される。一方、両足を揃えたドルフィンキックを実施できていない学生が散見されたことから、バタフライの習得に向けた指導内容の更なる精査が必要だと考えられる。

バタフライ未習得者におけるバタフライ泳法授業中の平均心拍数は、 116.7 ± 5.1 拍/分であり、クロール泳法授業中の平均心拍数(102.3 ± 17.3 拍/分)より有意に高値を示した(図1)。合屋(1986)は、泳力の異なる3名の対象者が同じ内容の技術練習を行った場合、年齢から推定した最大心拍数を用いて算出したクロール泳法授業中の%HRmaxは、52.7~67.5%であったと報告している。本研究の対象者において、年齢から推定した最大心拍数を用いてクロール泳法授業中の%HRmaxを算出した場合、バタフライ未習得群は $52.3 \pm 7.3\%$ 、バタフライ習得群は $55.8 \pm 8.3\%$ であり、合屋(1986)の報告と同程度の負荷であったことが確認できた。また、バタフライ泳法授業中の%HRmaxはバタフライ未習得群で $57.7 \pm 2.0\%$ 、バタフライ習得群では $56.1 \pm 6.0\%$ であり、合屋(1986)の報告したクロール泳法授業中の%HRmaxと同範囲内であった。

本研究では、バタフライ未習得群において、バタフライ泳法授業中の平均心拍数とPre時の泳法習得度との間に有意な負の相関関係がみられ(図4)、それらの関係はバタフライ習得群および両群におけるクロール泳法の授業中ではみられなかった(図3, 図4)。これらの結果は、バタフライ未習得群の中でも泳法習得度が低い者ほど、バタフライ泳法授業中の運動負荷が高くなる可能性を示唆するものである。つまり、水泳指導前に対象者の泳力や泳法習得度を把握することは指導者にとって重要な手順であることを裏付ける。本研究では泳法習得度に加えて、運動の苦手度の指標である運動不振尺度と各泳法授業中の平均心拍数との関係を確認した。その結果、バタフライ未習得群および習得群において、運動不振尺度と各泳法授業中の平均心拍数との間に有意な相関関係はみられず(バタフライ未習得群: $r_s = -0.207$, $P = 0.567$ 、バタフライ習得群: $r_s = -0.148$, $P = 0.751$)、運動不振尺度と水泳授業中の心拍数との関連性は確認されなかった。したがって、対象者の水泳指導前の健康診断の受診状況や泳力に関するアンケートの実施に加え、未習得の泳法の実施前には、一般的な運動の苦手度だけで判断するのではなく、指導対象者の泳法習得度を評価したうえで、指導内容や休憩時間などの運動負荷を決定することが必要であることが示唆された。加えて、未習得の泳法を指導する際には、習得済みの泳法より心拍数で評価した運動負荷が高くなる点に留意した上で指導内容を検討する必要があるだろう。また、今回の対象者のよ

うに泳力差が大きい集団を指導する場合、指導体制を見直すことも必要な対策であると考えられる。

今後の展望

先行研究では、大学における水泳授業の問題点として、授業時間、指導内容、受講人数に関する問題が多く指摘されている(山中ほか, 2021)。特に、水泳は水中環境での活動のため、溺水や溺死といった命に関わる危険性のある授業であるため、授業を安全に運営するためには、指導者1人あたりが管理する学生数を少なくすることや監視体制の強化が必要とされている(山中ほか, 2021)。しかしながら、運営上の理由により、授業数を増やすことやティーチングアシスタントなどを配置することが困難である場合も想像に難くない。本研究で得られた心拍数の結果は、大学における水泳授業中の安全管理や個別指導に有用な参考資料となり得る。しかしながら、本研究が授業の一環として実施されたことにより、心拍数の測定方法に一定の制約が生じた点に留意する必要がある。具体的には、水中での実技実施時間の定義において、心拍計のデータと指導者の記録を照合し、プールへの入水から退水までの時間を選択した。この時間帯のデータから1分間あたりの平均心拍数および最大心拍数を算出したが、この方法では1分間に満たない泳力測定中とそれ以外の時間の心拍数を分離して解析することが困難であった。したがって、本研究では授業全体の平均心拍数と泳法習得度との関係を検討した。この分析は、授業全体の運動負荷と泳法習得度の関連を示す指標として解釈できるものの、泳力測定中の心拍数のみを評価できていない点に注意を払う必要がある。

今後の研究の発展に向けて、いくつかの改善点が考えられる。まず、泳力測定中の心拍数を個別に測定する方法の検討が挙げられる。また、温度や湿度等の条件を統制した測定環境下での安静時心拍数の測定を行い、その値を用いた各泳法授業中の心拍数の変化率を用いた分析により、より学生個人の特性に応じた検討が可能になるであろう。これらの改善に加えて、多様な対象者や異なる泳力レベルでのデータ収集を行うことで、学生個人の特性に応じた指導方法の開発へ繋がるものと考えられる。

まとめ

本研究では、大学生におけるクロール泳法およびバタフライ泳法授業中の心拍数を授業資料として確認することを目的とした。また、水泳授業中の心拍数と運動不振尺度や泳法習得度との関係を明らかとし、学生個人の特性や泳力に応じた指導の手がかりになる資料を示すことを目的とした。得られた主な結果は、以下の通りであった。

1. バタフライ未習得群のバタフライ泳法習得度はPreと比較し、Postで有意に増加したが、バタフライの泳速度の向上は確認されなかった。
2. バタフライ未習得群においてクロール泳法の授業中と比較し、バタフライ泳法の授業中の平均心拍数は有意に高値を示した。
3. バタフライ未習得群において、Preのバタフライ泳法習得度とバタフライ泳法の授業中の平均心拍数との間に有意な負の相関関係がみられ、それらの関係はバタフライ習得群でみられなかった。

以上のことから、バタフライ未習得者において、クロール泳法授業中と比較し、バタフライ泳法授業中の平均心拍数は高く、未習得者の中でも泳法習得度の低い者で授業中の平均心拍数は高値を示した。未習得の泳法を授業で実施する際には、習得済みの泳法より心拍数で評価した運動負荷が高い点に留意した上で指導を行う必要性が示唆された。

謝辞

本研究は、公益社団法人全国大学体育連合大学体育研究助成金(代表者 小川まどか)を受けて行われたものである。

文献

- 天野秀哉・大山康彦・永山透(2015)水泳の授業認識と指導プログラムの効果に関する検討—教員養成課程の大学生を対象として—。茨城キリスト教大学紀要, 49: 261-274。
- 独立行政法人日本スポーツ振興センター(2018)学校における水泳事故防止必携[2018年改訂版]。日本スポーツ振興センター: 東京, pp. 11-33。
- 古田久(2011)運動不振学生の運動に対する態度に関する調査。埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト研究成果報告書。
- 古田久(2016)大学生版運動不振尺度の開発。日本教科教育学会誌, 39(2): 71-80。
- 古田久(2019)大学生版運動不振尺度の使い方。埼玉大学紀要, 68(2): 1-6。
- 合屋十四秋(1986)水泳授業時の心拍数変動と時間泳による運動処方方の検討。デサントスポーツ科学, 7: 203-213。
- 合屋十四秋(1999)子どもの泳ぐ動作。体育の科学, 49(2): 115-121。
- 合屋十四秋・野村照夫・松井敦典・高木英樹(1992)クロール泳動作の発達。動きとスポーツの科学。第11回日本バイオメカニクス学会大会論集, 286-291。
- 稲垣良介・岸俊行(2012)本学学生の着衣泳(水泳)歴の実態と水泳指導の課題。福井大学教育実践研究, 36: 23-33。
- 金沢翔一・根本想・安田純輝・森山進一郎(2020)集中講義で開講される水泳授業が大学生の泳力に与える効果。育英短期大学紀要, 37: 11-17。
- 金沢翔一・根本想・安田純輝・岡田悠佑・森山進一郎(2021)背泳ぎとバタフライの泳力向上を目的とした水泳の集中講

義が大学生の泳力に及ぼす効果. 育英短期大学紀要, 38 : 65-72.

公益財団法人日本水泳連盟 (2018) 競泳競技規則. https://www.swim.or.jp/about/download/rule/r_swim20180401_02.pdf. (参照日：2022年4月1日).

公益財団法人日本水泳連盟 (2019) 水泳指導教本三訂版 (公認コーチ1・公認コーチ2用). 大修館書店：東京, pp.117-124.

文部科学省 (2014) 学校体育実技指導資料第4集「水泳指導の手引 (三訂版)」。アイフィス：東京.

Miyashita, M. (1987) Arm action in the crawl stroke, JanP.

Clarys and Lewwille (eds.). SWIMMING II, University Park Press, pp. 167-173.

高嶺隆二 (1988) バタフライ泳法の段階的指導法について. 日本体育学会大会第39回大会号, 622.

松井敦興・南隆尚 (2007) 大学生の水泳歴にみる学校水泳の実態. 鳴門教育大学実技教育研究, 17 : 47-51.

山中裕太・村瀬瑠美・本間三和子・仙谷泰雄・角川隆明・高木英樹 (2021) 大学の水泳授業の全国的実態と授業実施の問題点に関する調査. 大学体育スポーツ学研究, 18 : 1-10.

(受付：2024. 8. 13, 受理：2024. 12. 5)

Research Note



Japanese Journal of Physical Education and Sport for Higher Education, 22: 49-58.
©2025 Japanese Association of University Physical Education and Sport

Relationship between mastery of the swimming techniques and heart rate during crawl and butterfly swimming lessons in university students

Madoka OGAWA¹, Kyohei TAKAHASHI², and Yoichi OHTA³

¹Institute for Liberal Arts, Institute of Science Tokyo,

²Faculty of Social Welfare, Kumamoto Gakuen University,

³Faculty of Social Welfare, Shizuoka University of Welfare

Abstract

The purpose of this study was to examine the heart rates of university students during crawl and butterfly lessons. The subjects were 17 university students (13 males, 4 females). Before the lessons, the subjects completed a questionnaire on swimming ability and motor skill underachiever. Heart rates were measured during the lessons, while swimming velocity and technique scores were measured at the first (Pre) and last (Post) lessons for both strokes. The subjects were divided into unlearned ($n = 10$) and learned ($n = 7$) groups based on self-reported butterfly swimming ability. No significant differences in motor skill underachiever scale were found between the unlearned and learned groups. The butterfly technique scores of the unlearned group significantly increased from Pre to Post, while no significant changes were observed in swimming velocity. Mean heart rate during butterfly lessons in the unlearned group (116.7 ± 5.1 beats/min) was significantly higher than that during crawl lessons (102.3 ± 17.3 beats/min). However, no significant difference in heart rate was found in the learned group. A significant negative correlation between mean heart rate during butterfly lessons and butterfly technique scores at Pre was found in the unlearned group, but not in the learned group. Mean heart rate in the unlearned group was higher during butterfly lessons than during crawl lessons, particularly in subjects with low technique scores.

Keywords

university swimming, exercise intensity, swimming velocity, motor skill underachiever

Corresponding author: Madoka OGAWA Email: madoka.ogawa20@gmail.com