

生理および心理指標の反応に基づくアクアビクスに適した運動強度の検討

吉川, 碧香 / YOSHIKAWA, Midoka

(出版者 / Publisher)

法政大学スポーツ研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

BULLETIN OF Sports Research Center, HOSEI UNIVERSITY / 法政大学スポーツ研究センター紀要

(巻 / Volume)

39

(開始ページ / Start Page)

81

(終了ページ / End Page)

89

(発行年 / Year)

2021-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00026201>

生理および心理指標の反応に基づくアクアビクスに適した運動強度の検討

Evaluation in exercise tempos and intensity suitable for water aerobics based on the response of physiological and psychological indicators.

吉 川 碧 香 (法政大学スポーツ健康学部)

Midoka Yoshikawa

Abstract

Water exercises have various effects on the physical properties. In this study, the effects of water aerobics used different music tempo and choreography complexity was investigated using HR, RPE, mood scale (TDMS), workload (NASA-TLX) and also expected effects of water exercise. Fifteen healthy adults (Male=5; Female=10; age=27.0±8.6) underwent 6 patterns of water aerobics (music tempo: 116bpm, 128bpm and 140bpm; choreography: simple and complex). Regarding the effects of music tempo, the result showed that RPE during exercises with 140bpm music and 128bpm music was significantly greater than RPE during exercise with 116bpm music. As for the effects of choreography complexity, the results show that HR right after complex choreography exercise was significantly greater than HR right after simple choreography exercise. RPE and Mental Demand (MD) during complex choreography exercise was significantly greater than RPE and MD during simple choreography exercise. Own Performance (OP) during simple choreography exercise was significantly greater than OP during complex choreography exercise. Meanwhile, no differences were recognized between any patterns in Physical Demand (PD). Lastly, concerning expectations for water exercise effects, there were significant differences between water exercises patterns. We can recognize the differences, especially in terms of “improving balance function”, “a sense of achievement” and “confidence in own exercise ability”. In conclusion, the music tempo and choreography complexity influenced physical or psychological aspects as they have been in water aerobics.

キーワード：アクアビクス, 運動効果, 音楽テンポ, プログラム構成

Key words : water aerobics, the effects of exercise, music tempo, choreography complexity

I 緒言

適切な身体活動・運動は、現代日本の重要な健康課題である生活習慣病の予防やメンタルヘルスの向上に有効である。身体活動量と全死亡についてのメタ分析によると、身体活動量が多い人は死亡のリスクが低く、身体活動量と死亡の間には量反応関係がある (Löllgen et al., 2009)。そしてこのことは、日本人においても同じ傾向が認められている (Inoue et al., 2008)。このような事実を受けて健康日本21 (第2次) (厚生労働省, 2012) では、健康に関する重要課題の一つとして身体活動・運動を上げている。また、American College of Sports Medicine (ACSM) のガイドライン (ACSM, 2017) においても、健康の維持・増進のために有酸素運動やレジスタンス運動を行うことが推奨されている。しかしながら、多くの有酸素運動やレジスタンス運動は関節への負担があり (Meredith-Jones, 2011)、運動が必要である高齢者や肥満者には傷害の危険性が考えられる。このような状況を背景に水中運動の効果について多くの研究がなされてきた。水中で実施することで、浮力による関節への負担の軽減 (Eckerson, 1992) やバランス能力の向上 (Devereux et al., 2005; 原ほか, 2007)、浮力および抵抗による柔軟性の向上 (赤嶺ら, 2010)、水圧による心肺機能向上 (Chu et al., 2004)、抵抗が与える骨格筋への刺

激 (重松ほか, 1996; Takashima et al., 2002; Tsourlou et al., 2006)、水温による熱産生 (松井・西村, 2006) 等、様々な身体的効果が期待される。さらに、運動に起因する気分や感情への効果、さらには浮力および水温によるリラクゼーション効果が期待できる (松井・西村, 2006)。これらに加え、強度調節も容易であると報告されている。動作のスピードや大きさ、水に触れる面積などを変えることにより、受ける抵抗の大きさを変化させることができ、個々の能力に合わせた運動強度の調節が可能となる (健康・体力づくり事業団体, 2007; 鈴木, 2003)。このように水中運動は、生理学的な危険が少なく身体的な効果のみならず心理的效果も期待され、フィットネスクラブなどでも広く普及している。特に、音楽に合わせて水中で基本的な動きを組み合わせるアクアビクスは、人気が高い。しかしながら、このような需要に反してアクアビクスに関する研究は少ない。特に、アクアビクスを健康の維持・増進を目的とした運動プログラムとして提供する場合の実施方法については十分な検討がなされていないため、指導者の経験に基づく運動プログラムが作成されているのが現状である。したがって、対象者の特性や目的に合わせた効果的な運動プログラムを作成するために、アクアビクスの実施方法と運動効果の適応性を検討する必要がある。

そこで本研究は、アクアビクスの実施方法の違いが、生理指標および心理指標に与える影響を明らかにすることによって、実施方法別に運動強度および運動効果を把握することを目的に検討を行った。

II 方法

1. 対象者

民間のフィットネスクラブに勤務する健康な成人 15 名（男性 5 名、女性 10 名）を対象とした。対象者の身体的特性については表 1 に示す。研究の目的、手順、内容等について記載した研究説明書を配布し、書面にて同意を得た。また、毎回の実験前に体温を測定し、体調の確認を行った。

2. 実験環境

屋内プールにおいて実験を行った。使用したプールは縦 25m、横 12.5m、水深 1.1m であった。各実験時の室温、湿度、水温については表 2 に示す。

3. 実験手順

3.1 事前測定および事前質問紙調査

実験開始に先立ち、全ての対象者のウエスト周囲径（0.1cm 単位）、大腿周径（大腿中央部および膝蓋骨上方 10cm 部の 2 ヶ所：0.1cm 単位）、上腕周径（0.1cm 単位）を測定した。また、体脂肪量、骨格筋量については、バイオインピーダンス法を用いた身体組成計（InBody430, Inbody Japan 社製）で

測定した。またこれと同じタイミングで質問紙調査を行い、身長（cm）、アクアビクスに期待する効果について回答を求めた。アクアビクスに期待する効果は、水の特長（松井・西村、2006）に基づいた身体的効果（全 12 項目）および心理的効果（全 10 項目）を自作の質問紙により調査した。

3.2 実験日および実験当日の流れ

試技は対象者一名につき 6 条件（6 回）で実施し、各条件での試技を行う順序は対象者ごとに無作為に設定した。対象者が協力可能なスケジュールに鑑み、同日に複数回の試技を行うことも許容としたが、その場合には各試技は 30 分間以上空けて実施した。実験の実施期間は 2020 年 11 月上旬から 12 月上旬までとした。実験を実施した時間帯は、朝（7 時から 10 時）35 回、日中（10 時から 14 時）15 回、夜間（18 時半から 22 時半）40 回であった。対象者に対しては、実験当日はカフェインを含む飲料の摂取を禁止し、食事は可能な限り試技開始の 1 時間半前までに終わるように指示した。実験当日の流れは図 1 に示す。

3.3 試技条件

実験に用いた音楽のテンポは、一般的にアクアビクスに用いられている 128bpm を基準に、10% 遅い 116bpm および 10% 速い 140bpm の 3 つのテンポを採用した。また、アクアビクス中の動きの展開の有無によって 2 種類のプログラムを設定した。これらのプログラムは、水中での運動強度が明らかに

表 1 対象者の身体特性

	男性 (n=5)	女性(n=10)	全体(n=15)
年齢 (歳)	23.2 ± 3.8	28.9 ± 9.8	27 ± 8.6
身長 (cm)	171.8 ± 2.2	160 ± 4.4	164 ± 6.8
体重 (kg)	66.8 ± 9.4	56.6 ± 7.8	60 ± 9.4
骨格筋量 (kg)	32.6 ± 3.0	23.9 ± 3.4	26.8 ± 5.3
体脂肪量 (kg)	9.7 ± 5.5	15.0 ± 6.0	13.2 ± 6.2
BMI (kg/m ²)	22.6 ± 2.6	27.6 ± 9.2	25.9 ± 15.7
ウエスト周囲径 (cm)	77.8 ± 3.7	72.1 ± 6.5	74.0 ± 6.2
大腿周径：大腿中央部 (cm)	51.7 ± 3.8	52.5 ± 4.8	52.2 ± 4.4
大腿周径：膝蓋骨上方 10cm (cm)	44.2 ± 4.8	44.4 ± 4.1	44.3 ± 4.2
上腕周径 (cm)	30.2 ± 2.6	27.5 ± 2.9	28.4 ± 3.1

表 2 各条件での試行実験環境

音楽テンポ	116bpm		128bpm		140bpm	
	展開	反復	展開	反復	展開	反復
室温 (°C)	28 ± 1.8	29 ± 2.2	30 ± 1.5	30 ± 2.1	30 ± 1.9	29 ± 2.7
湿度 (°C)	86 ± 5.0	86 ± 5.8	89 ± 4.8	85 ± 6.1	81 ± 7.6	81 ± 6.4
水温 (°C)	31 ± 0.2	31 ± 0.2	31 ± 0.2	31 ± 0.1	31 ± 0.3	31 ± 0.2



図1 実験当日の質問紙調査、生理学的測定およびアクアビクス実施の手順

されている4種類の基本動作(峯田ほか, 2012)を基に自作した。「基本動作4種類を反復したプログラム」を反復プログラム条件(以下, 反復条件), 「基本動作から動きを展開させながら組み合わせたプログラム」を展開プログラム条件(以下, 展開条件)とした。

以上の組み合わせにより, 「音楽テンポが116bpmの展開プログラム(以下, 116展開)」条件, 「音楽テンポが116bpmの反復プログラム(以下, 116反復)」条件, 「音楽テンポが128bpmの展開プログラム(以下, 128展開)」条件, 「音楽テンポが128bpmの反復プログラム(以下, 128反復)」条件, 「音楽テンポが140bpmの展開プログラム(以下, 140展開)」条件, 「音楽テンポが140bpmの反復プログラム(以下, 140反復)」条件の6条件を介入に用いて試技を行なわせた。全6条件のカウント数(ビート数)は運動プログラム全体を通して800カウントと定め, 統一した。これにより, 音楽テンポ条件に従って運動実施時間は異なることになるが, 本研究においてはプログラム内容が音楽テンポによって異なることを防ぐため, 運動実施時間自体は考慮しないこととした。

3.4 プログラム構成

上記の6条件において, それぞれ約7分間のアクアビクスを実施した。使用楽曲は全6条件において同一とした。全対象者が必ず耳にした経験のある楽曲とするため, 対象者の勤務するフィットネスクラブにて1時間に1度BGMとして再生される楽曲を用いた。プログラムに用いた4種類の基本動作を表3に示す。これらを組み合わせて, 反復条件のプログ

ラムおよび展開条件のプログラムの2種類のプログラムを作成した。

反復条件プログラムは, 32カウントの前奏から始め, 表3の[A]を32カウント, [B]を32カウント, [C]を32カウント, [D]を32カウントの順で行い, これを1セットとみなした。これらを5セット繰り返し, 合計6セット行わせた。また, 展開条件のプログラム構成は, 32カウントの前奏から開始し, 表3に示した[A]から[D]の基本動作を1セット行わせた。その後[A]を2段階で展開し([A']および[A'']), 次に[B]を2段階で展開した([B']および[B''])。さらに, [C]および[D]についても同様に2段階で展開した([C']および[C'']並びに[D']および[D''])。展開を経た[A'']から[D'']を各32カウントずつ行い, さらに[A'']から[D'']を16カウントずつ行い, 最後にもう一度[A'']から[D'']を16カウントずつ行なった。

対象者は上記の運動プログラムを各音楽テンポに合わせて実施した。正しい動作を遂行するため, 実験中は対象者正面のプールサイドにインストラクターを配置し, プログラム内容の実演と口頭による指示を行なった。プログラムの参加に際して, 対象者には「音楽のリズムと恣意的にずらして運動はせず, 音楽に合わせてられる範囲で可能な限り大きな動作を行う」ように指示した。

4. 評価項目

4.1 心拍数

心拍数の測定には, 手首式血圧計(HEM-6161, omron 社製)

表3 4種類の基本動作

[A]	ロッキング	左右に脚を開いて, 身体が揺れる動作。 骨盤と身体の傾きが平行になるように揺れる。腹部に力を入れて脚に荷重を交互にかける。
[B]	ジャンピング	両手脚を開閉する動作。 プールの底面に踵まで接地するように行う。
[C]	シザース	両脚をはさみのようにリズムカルに前後に入れ替える動作。 腹部に力を入れて前後に開いた脚に荷重をかける。
[D]	キッキング	体幹部を安定させボールを蹴るように脚を前方に蹴りだす動作。

(峯田ほか, 2012)

を用いた。設定した6条件それぞれにおいて3回の測定を行った。1回目の測定は、プールサイドにおいて3分間の安静の後に行った（以下、運動前・陸測定）。2回目の測定は、プール内において腋窩まで浸水した状態で3分間の安静の後に測定した（以下、運動前・水中測定）。1回目および2回目の測定はいずれも運動実施前に行った。3回目の測定は、プール内において運動プログラム終了直後は現実的に困難であることから、プログラム終了から10秒後のタイミングに統一して測定した（以下、運動後測定）。

また、運動後測定において血圧計が上手く作動しなかった場合に備え、手首式血圧計での測定と同時に対象者に自身の頸動脈を触知させ、15秒間の脈拍数を申告させた。その後、得られた15秒間の脈拍に4を乗じ、1分間あたりの脈拍数を算出して心拍数として用いた。

4.2 主観的運動強度

全6回の各試技の終了後、主観的運動強度（Ratings of Perceived Exertion：RPE）を書面の質問紙によって調査した。質問紙には15段階（6から20の範囲）のBorgスケール（Borg, 1970）を日本語表示したもの（小野寺・宮下, 1976）を用い、運動終了時の主観的運動強度を求めた。

4.3 運動前後の気分変化

各試技の前後で、坂入ほか（2003）が作成した二次元気分尺度（Two-dimensional Mood Scale：TDMS）を用いた気分の評価を行った。TDMSでは、活性度（Vitality：V（活気にあふれた—無気力な））、安定度（Stability：S（落ち着いた—イライラした））、快適度（Pleasure：P（快—不快））、覚醒度（Arousal：A（興奮—鎮静））の4種類の心理状態を評価した。

4.4 主観的作業量

各試技の終了後、芳賀（1994）が作成した日本語版 NASA Task Load Index（以下、NASA-TLX）を用いた主観的作業負荷量の調査を書面の質問紙によって行った。NASA-TLXは、知的・知覚的要求（mental demand：MD）、身体的要求（physical demand：PD）、タイムプレッシャー（temporal demand：TD）、作業負荷（own performance：OP）、努力（effort：EF）、フラストレーション（frustration：FR）の6項目で構成されている。本研究では、それぞれの項目に対する主観的な評価を視覚的評価スケール（visual analog scale：VAS）を用いて回答させ、評価した。

4.5 諸運動効果への期待と各条件における適合性

アクアビクスに期待する効果を事前の質問紙により調査した。また、各試技の終了後、各条件でのアクアビクスのレッスンを継続して受講したと仮定した場合に期待できると対象者自身が感じた効果について、書面の質問紙にて調査した。各試技後の質問紙においても事前質問紙と同様に、身体的効果（全12項目）および心理的効果（全10項目）を回答項目

とし、複数回答することを許容とした。本研究において対象者に回答を求めた諸運動効果の項目は、松井・西村（2006）の報告を参考とした。

5. 統計解析

測定環境および測定タイミングによる心拍数の変化を各条件間で比較検討するため、音楽テンポ（3水準：116bpm条件、128bpm条件、140bpm条件）、プログラム構成（2水準：展開条件、反復条件）および測定タイミング（3水準：運動前・陸、運動前・水中、運動後）を独立変数とする3要因分散分析を行った。また、運動前後のTDMS得点の変化を各条件間で比較検討するため、音楽テンポ（3水準）、プログラム構成（2水準）および測定タイミング（2水準：運動前、運動後）を独立変数とする3要因分散分析を行った。RPEおよびNASA-TLXについては、音楽テンポ（3水準）およびプログラム構成（2水準）を独立変数とする2要因分散分析を行った。これらの解析にはANOVA4 on the Webを使用した。

各実施条件でのアクアビクスを継続的に実施した場合に得られると推察される諸運動効果に対する期待については、Rコマンドアー（The Comprehensive R Archive Network：CRAN）を使用してCochranのQ検定を行った。

統計的有意水準は、以上の全ての解析で5%に設定した。なお、本研究において統計結果は平均値±標準偏差で示し、得られた有意確率は少数点以下第二位までの記載とした。ただし、有意確率について小数点以下第三位を四捨五入した際に0.05となる場合は特別に、小数点以下第三位までの記載とした。

Ⅲ 結果

1. 測定環境および運動介入による心拍数の変化

心拍数について3要因分散分析を行った結果、有意な測定タイミング（ $P<0.01$ ）の主効果が認められた。主効果についての下位検定を行った結果、運動後の心拍数は運動前・水中および運動前・陸においての測定結果と比較して有意に高値を示した。また、「プログラム構成×測定タイミング」（ $P<0.01$ ）の要因間で有意な交互作用が認められた。交互作用についての下位検定を行った結果、運動後条件（ $P=0.01$ ）において有意なプログラム構成の単純主効果が認められた。また、展開条件（ $P<0.01$ ）および反復条件（ $P<0.01$ ）のいずれにおいても有意な測定タイミングの単純主効果が認められた。これらを受けて、上記の単純主効果についての下位検定を行ったところ、運動後において、展開条件でエクササイズを実施した際の心拍数は、反復条件でエクササイズを実施した場合と比較して有意に高値を示した。また、展開条件および反復条件のいずれにおいても、運動後に測定した心拍数は、運動前・水中および運動前・陸においての測定結果と比較して有意に高値を示した。

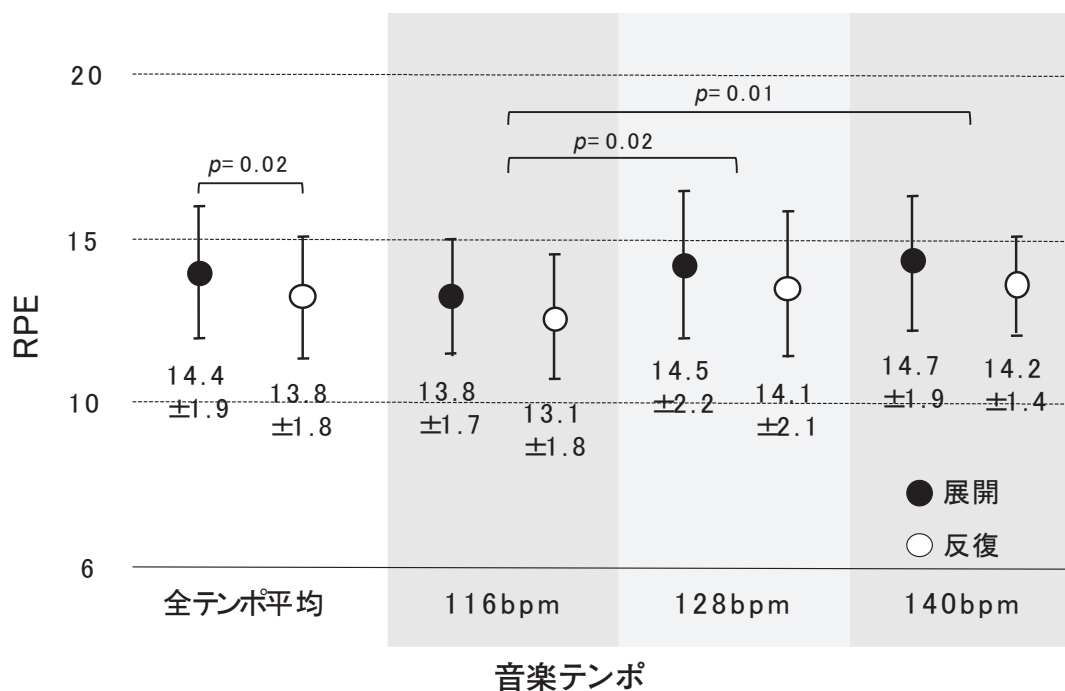


図2 音楽テンポおよびプログラム構成ごとの RPE

2. 主観的運動強度 (RPE)

各条件における RPE を図2に示した。2要因分散分析を行った結果、音楽テンポ ($P=0.01$) およびプログラム構成 ($P=0.02$) のいずれの要因においても有意な主効果が認められた。これらの主効果についての下位検定を行ったところ、140bpm 条件および 128bpm 条件でエクササイズを実施した際の RPE は、116bpm 条件でエクササイズを実施した場合と比較して有意に高値を示した。また、展開条件でエクササイズを実施した際の RPE は、反復条件でエクササイズを実施した場合と比較して有意に高値を示した。一方、RPE について有意な交互作用は認められなかった。

3. 運動前後の気分変化 (TDMS)

各条件における TDMS の項目別得点を表5に示した。活性度および快適度について3要因分散分析を行った結果、いずれの項目についても測定タイミング ($P<0.01$) に有意な主効果が認められたが、有意な交互作用は認められなかった。これを受けて主効果についての下位検定を行った結果、活性度および快適度は運動前と比較して運動後において有意に高値を示した。また、覚醒度についても同様に3要因分散分析を行った結果、測定タイミング ($P<0.01$) においてのみ有意な主効果が認められた。主効果についての下位検定を行った結果、覚醒度は運動前と比較して運動後において有意に高値を示した。また、「音楽テンポ×プログラム構成×測定タイミング」($P=0.04$) の3要因間で有意な交互作用が認められた。3

表4 音楽テンポおよびプログラム構成ごとの TDMS 項目別得点

音楽テンポ		116bpm		128bpm		140bpm	
プログラム構成		展開	反復	展開	反復	展開	反復
活性度	運動前	2.1 ± 5.1	3.1 ± 4.6	2.5 ± 3.5	2.1 ± 4.0	3.5 ± 3.4	3.0 ± 3.8
	運動後	6.9 ± 2.4	6.4 ± 3.0	6.2 ± 3.2	6.7 ± 2.4	6.4 ± 2.9	6.5 ± 2.4
安定度	運動前	4.5 ± 2.3	3.1 ± 2.8	2.5 ± 2.9	4.3 ± 2.7	4.1 ± 2.5	4.4 ± 2.4
	運動後	3.8 ± 2.3	3.6 ± 2.7	2.7 ± 2.7	3.5 ± 3.2	3.7 ± 2.9	3.7 ± 2.3
快適度	運動前	6.5 ± 4.9	6.2 ± 7.0	4.9 ± 5.6	6.4 ± 5.9	7.5 ± 4.7	7.4 ± 5.7
	運動後	10.7 ± 3.7	10.0 ± 3.8	8.9 ± 4.9	10.1 ± 4.5	10.1 ± 4.9	10.3 ± 4.0
覚醒度	運動前	-2.4 ± 6.3	0.1 ± 3.3	0.0 ± 3.3	-2.3 ± 3.5	-0.6 ± 3.7	-1.4 ± 2.8
	運動後	3.1 ± 3.0	2.8 ± 4.2	3.5 ± 3.2	3.2 ± 3.4	2.7 ± 3.1	2.8 ± 2.5

要因間の交互作用について下位検定を行ったところ、運動前条件 ($P=0.01$) において、「音楽テンポ×プログラム構成」の有意な単純効果が認められた。また、116bpm 条件 ($P=0.03$) において、「プログラム構成×測定タイミング」の有意な単純効果が認められた。これらを踏まえて、上記の単純効果についての下位検定を行った結果、6 条件すべてにおいて、覚醒度は運動前と比較して運動後において有意に高値を示した (① 116 展開条件 ($P<0.01$), ② 116 反復条件 ($P=0.01$), ③ 128 展開条件 ($P<0.01$), ④ 128 反復条件 ($P<0.01$), ⑤ 140 展開条件 ($P<0.01$), ⑥ 140 反復条件 ($P<0.01$))。また、116 反復条件の運動介入を行う前に測定した覚醒度は、116 展開条件の運動介入を行う前に測定した結果と比較して有意に高値を示した ($P=0.02$)。さらに、128 展開条件の運動介入を行う前に測定した覚醒度は、128 反復条件の運動介入を行う前に測定した結果と比較して有意に高値を示した ($P=0.03$)。

4. 主観的作業量 (NASA-TLX)

各条件における NASA-TLX 下位尺度得点について 2 要因分散分析を行った。その結果、知的・知覚的要求 (mental demand: MD) については、有意なプログラム構成 ($P=0.02$) の主効果が認められた。下位検定を行った結果、展開条件でアクアビクスを実施した際の MD は、反復条件でアクアビクスを実施した場合と比較して有意に高値を示した。また、MD について有意な交互作用 ($P=0.01$) が認められたため下位検定を行った結果、反復条件において有意な音楽テンポ ($P=0.02$) の単純主効果が認められた。116bpm 条件 ($P<0.01$) および 128bpm 条件 ($P=0.04$) において有意なプログラム構成の単純主効果が認められた。これらを受けて、上記の単純主効果について下位検定を行った結果、反復条件において、140bpm 条件でアクアビクスを実施した際の MD は、116bpm 条件および 128bpm 条件でアクアビクスを実施した場合と比較して有意に高値を示した。116bpm 条件および 128bpm 条件のいずれにおいても、展開条件でアクアビクスを実施した際の MD は、

反復条件でアクアビクスを実施した場合と比較して有意に高値を示した。さらに、作業成績 (own performance: OP) について 2 要因分散分析を行った結果、有意なプログラム構成の主効果 ($P=0.02$) が認められた。主効果についての下位検定を行った結果、反復条件でアクアビクスを実施した際の OP は、展開条件でアクアビクスを実施した場合と比較して有意に高値を示した。

5. 諸運動効果に対する実施条件別の適合性

各条件でのアクアビクスの継続によって期待する諸運動効果について、条件ごとの度数を表 6 に示した。Cochran の Q 検定を行い、期待する諸運動効果の度数を各条件間で比較した結果、「心肺機能の向上」、「柔軟性・関節可動域の改善」、「バランス能力の向上」、「達成感を感じる」および「運動に対する自信」について有意な差が認められた。これを受けて上記の項目について McNemar 検定を多重比較検定として行った。

「心肺機能の向上」については、128 展開条件、128 反復条件および 140 展開条件での運動後に「心肺機能の向上」を期待すると回答した人数は、事前質問紙調査で効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。「柔軟性・関節可動域の改善」については、116 展開条件、116 反復条件、128 展開条件、128 反復条件および 140 反復条件での運動後に「柔軟性・関節可動域の改善」を期待すると回答した人数は、事前質問紙調査で効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。「バランス能力の向上」についても同様に多重比較検定を行った結果、116 展開条件、116 反復条件および 128 反復条件での運動後に「バランス能力の向上」を期待すると回答した人数は、事前質問紙調査で効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。また、116 反復条件での運動後に「バランス能力の向上」を期待すると回答した人数は、128 展開条件および 140 反復条件での運動後に効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。さらに「達

表 5 音楽テンポおよびプログラム構成が異なる各条件での NASA-TLX 下位尺度得点

音楽テンポ プログラム構成	116bpm		128bpm		140bpm	
	展開	反復	展開	反復	展開	反復
MD	65.3 ± 22.4	45.9 ± 28.7	61.1 ± 20.4	50.7 ± 23.3	60.7 ± 29.7	64.4 ± 25.9
PD	75.9 ± 13.8	66.0 ± 21.5	73.6 ± 13.8	78.8 ± 19.6	73.5 ± 25.2	82.8 ± 14.8
TD	40.9 ± 26.4	26.3 ± 21.4	33.7 ± 27.3	30.2 ± 20.1	34.0 ± 22.5	30.5 ± 14.5
OP	68.3 ± 18.4	70.0 ± 19.6	58.7 ± 21.6	75.6 ± 14.4	63.5 ± 23.9	75.2 ± 16.1
EF	66.6 ± 20.7	60.1 ± 24.1	54.4 ± 24.4	61.5 ± 22.6	60.4 ± 22.9	57.4 ± 22.1
FR	13.8 ± 11.8	10.2 ± 9.9	17.4 ± 20.9	11.5 ± 13.4	16.0 ± 17.5	10.1 ± 12.4

※MD: 知的・知覚的要求, PD: 身体的要求, TD: タイムプレッシャー, OP: 作業成績, EF: 努力, FR: フラストレーション

表 6 音楽テンポおよびプログラム構成ごとのアクアビクスの継続に期待する効果

		事前調査		116 bpm				128 bpm				140 bpm			
				展開		反復		展開		反復		展開		反復	
		度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%
身 体 的 効 果	脂肪燃焼	13	86.7	13	86.7	13	86.7	15	100.0	14	93.3	15	100.0	15	100.0
	心肺機能向上	8	53.3	13	86.7	12	80.0	14	93.3	14	93.3	15	100.0	13	86.7
	筋持久力の向上	3	20.0	7	46.7	8	53.3	10	66.7	6	40.0	8	53.3	9	60.0
	筋パワーの向上	1	6.7	6	40.0	5	33.3	7	46.7	6	40.0	4	26.7	5	33.3
	柔軟性・関節可動域の改善	0	0.0	4	26.7	6	40.0	7	46.7	4	26.7	3	20.0	4	26.7
	リハビリテーション（負荷の軽減）	2	13.3	7	46.7	3	20.0	4	26.7	5	33.3	5	33.3	4	26.7
	水中での運動による負荷の増大	6	40.0	9	60.0	9	60.0	9	60.0	10	66.7	8	53.3	10	66.7
	バランス能力の向上	2	13.3	6	40.0	9	60.0	4	26.7	13	86.7	6	40.0	5	33.3
	リズム感覚の向上	3	20.0	9	60.0	9	60.0	7	46.7	13	86.7	8	53.3	7	46.7
	健康維持・増進	5	33.3	8	53.3	10	66.7	7	46.7	6	40.0	9	60.0	6	40.0
その他	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
特に期待するものはない	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
心 理 的 効 果	ストレス発散	14	93.3	15	100.0	14	93.3	15	100.0	13	86.7	15	100.0	14	93.3
	リラックス	3	20.0	9	60.0	9	60.0	8	53.3	6	40.0	8	53.3	5	33.3
	気分転換	11	73.3	12	80.0	13	86.7	15	100.0	15	100.0	13	86.7	12	80.0
	達成感を感じる	2	13.3	10	66.7	7	46.7	9	60.0	11	73.3	9	60.0	6	40.0
	楽しく運動する	13	86.7	13	86.7	15	100.0	14	93.3	14	93.3	14	93.3	15	100.0
	我慢強さ・忍耐力	0	0.0	0	0.0	2	13.3	2	13.3	2	13.3	1	6.7	0	0.0
	運動に対する自信	0	0.0	5	33.3	5	33.3	5	33.3	2	13.3	4	26.7	1	6.7
	生き方に対する自信	0	0.0	1	6.7	2	13.3	1	6.7	2	13.3	1	6.7	1	6.7
	その他	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	特に期待するものはない	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

成感を得ること」について、116 展開条件、128 反復条件および 140 展開条件の運動後に「達成感」を期待すると回答した人数は、事前質問紙調査で効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。128 反復条件での運動後に「達成感」を期待すると回答した人数は、116 反復条件および 140 反復条件での運動後に効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。これらに加えて、「運動に対する自信」について、116 展開条件、116 反復条件、128 展開条件および 140 展開条件の運動後に「運動に対する自信」を期待すると回答した人数は、事前質問紙調査で効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。116 反復条件および 128 展開条件での運動後に「運動に対する自信」を期待すると回答した人数は、140 反復条件での運動後に効果を期待すると回答した人数と比較して有意に多かった。

IV 考察

1. アクアビクスに用いる音楽テンポおよびプログラム構成による効果

本研究の結果は、Waterhouse et al. (2010) の研究と同様に、アクアビクスに用いる音楽テンポが RPE に対して顕著な影響を与えることを示した。音楽に合わせた運動では音楽テンポに伴って動作スピードが変化する。また水中での抵抗の大きさは、動作スピード（2 乗倍に比例）および動作の大きさに起因する。今回用いた 116bpm 条件と 128bpm 条件との間および 116bpm 条件と 140bpm 条件の間では、動作スピードに伴い

抵抗が増大し RPE および主観的作業量に影響を与えたと推察される。一方、140bpm 条件ではその動作スピードに伴う水の抵抗が大きく、対象者自身が動作そのものを小さくして音楽に合うよう調節したことが推察される。これにより 140bpm 条件における抵抗は 128bpm 条件における抵抗と比較し十分でなかったため 128bpm 条件と 140bpm 条件間では RPE に有意な差が認められなかったと推察される。

また、本研究の結果、アクアビクスのプログラム構成の違いに依存して、心拍数および RPE が有意に変化していた。本研究に用いた展開条件では、展開の過程に伴い反復条件より複合的な運動方向を要する動作が含まれていた。水中運動における運動方向に関して星島ほか (2000) は、上下前後および上下左右という複合的な運動方向での水中運動は、前後および左右という単一的な運動方向での水中運動に比べ運動中の酸素摂取量が高いと報告している。したがって、本研究における展開条件では反復条件に比べ運動強度が高くなり、その差が心拍数および RPE に影響を与えたと推察される。

2. 実施条件を変えることによる意義

本研究の結果、アクアビクスに用いる音楽テンポが速いほど、主観的な運動強度は高値を示した。一方で、心拍数への音楽テンポの影響は小さく、対象者自身が感じる運動強度とは異なることが示唆された。このような状況が生じた理由は本研究の結果だけでは明らかにできない。しかしながら、音楽テンポを調節することにより、生理的な運動効果を損なわ

ずに運動プログラム参加者自身が感じる「きつさ」を軽減できる可能性がある。このことは、アクアビクスが運動の継続に有用である可能性を示唆するものである。

RPE においては 128bpm 条件と 140bpm 条件との間では有意な差異は認められなかったことから、一般的に用いられている 128bpm ではなく 140bpm での運動プログラムを実施しても、対象者が感じる主観的な「きつさ」は同等であることが明らかとなった。一方で、反復プログラムを 140bpm の音楽テンポで実施した場合、128bpm で実施した場合と比較して MD (知的・知覚的要求) は有意に高値を示した。このことから、反復プログラムを実践した場合には、140bpm の音楽を用いて実施することにより、認知的な負荷を上げることが可能であることが示唆された。他方、反復プログラムを 128bpm で実施した場合は 140bpm で実施した場合と比較してより高い「達成感」を得られると感じた者が多かった。これらの知見から、若年層を対象に運動プログラムとしてアクアビクスを提供する際には、10% 程度であれば音楽テンポを速めても運動の「きつさ」が変化しない状況で運動プログラムを実施可能であることが明らかになった。このことから、参加者の運動目的に合わせて音楽テンポを調節しても、負担感を増大することなく運動実施が可能であることが示唆された。

また、アクアビクスに期待する効果として設定した、「心肺機能の向上」、「柔軟性・関節可動域の改善」、「バランス能力」、「達成感」および「運動に対する自信」のそれぞれに対し、条件別に運動介入を行った後の調査で「期待する」と回答した人数は、運動介入を行う前の調査で「期待する」と回答した人数と比較して有意に増加していた。このことから、本研究で用いた 3 つの運動テンポおよびプログラム構成にかかわらず、アクアビクスの実施により、その実施者に対して様々な運動効果を期待させることが可能であると判断できる。運動を実施することで得られる「利得への期待」は運動習慣の確立に関して有益であることが報告されている (Sallis and Owen, 1998)。今回の様々な条件の差異に関わらず、アクアビクスを実施することでその効果が期待されたという結果は、フィットネスクラブ等の現場において対象者の体力や体調などに応じて異なる音楽テンポやプログラムを変化させても、アクアビクスの有する運動の継続に対する貢献は低下しないと推察される。さらに、上記の期待される運動効果の中で、「バランス能力の向上 (128 展開および 140 反復 < 116 反復)」、「達成感 (116 反復および 140 反復 < 128 反復)」および「運動に対する自信 (140 反復 < 116 反復, 140 反復 < 128 展開)」については、アクアビクスの実施条件により各効果への期待度が異なることが示された。今後はこの知見に基づき、各効果に対する縦断的な検証や現場での活用が必要である。

さらに、主観的な作業負荷において、音楽テンポやプログラム構成を変えることで認知的な負荷 (MD) が有意に変化する一方で、身体的な負荷 (PD) の変化は小さいことが示された。これは本研究の対象者が運動習慣のある健康な若年層の成人であったため、音楽テンポが速くなっても、あるいはプ

ログラム構成が複雑になっても指導者から提供される動作を認知し、それに応じて自身の動作を発現できたことも関与していると推察される。さらに、運動による気分への影響は個人の体力や身体特性、運動習慣等により異なる可能性がある。特にアクアビクスのような水中運動は、体表面積や下腿断面積等の身体特性により運動強度が異なる (峯田, 2012) ことや、陸上で生活する我々人間にとって水中は特殊な環境であることを踏まえると、気分状態や作業負荷に対しても「対象者の身体的特性」や「運動習慣」、「水中運動に対する心理的抵抗感の違い」などが影響を及ぼすと推察される。フィットネスクラブ等の利用者の年代や運動習慣、運動への意識は多様である。したがって、今後は様々な年代や異なる運動習慣を有する者に対して音楽テンポや動作課題の複雑さが運動効果に与える影響を検討する必要がある。

V 結語

本研究では、アクアビクスを異なる「音楽テンポ」および「プログラム構成」で設定した各運動条件において実施した際の生理指標、心理指標および諸効果への期待度を比較した。その結果、アクアビクスに用いる音楽テンポが速くなることで RPE は有意に増加する一方で、音楽テンポによる生理的な変化は小さいことが示された。また、プログラム構成の違いは運動中の RPE および運動課題の認知や対象者自身が抱く運動成績への満足感に影響を及ぼすことが示唆された。さらに、条件ごとに運動によって期待する効果を比較した結果、条件により対象者が抱く「バランス能力の向上」、「達成感」、「運動に対する自信」への期待度が異なることが明らかとなった。

なお、本研究は法政大学スポーツ健康学部「専門演習Ⅲ」にて実施された活動内容をまとめたものである。

文献

- 赤嶺卓哉・田口信教・高田大・牧信哉 (2010) 変形性股関節症例に対する水中運動の効果について—手術施行例を含めて—。整形外科と災害外科, 59 (4) : 792-794.
- American College of Sports Medicine (2017) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription: Tenth Edition. Wolters Kluwer.
- Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand. J. Rehabil. Med., 2(2): 92-98.
- Chu, K. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Harris, J. E., Ozkaplan, A., and Gylfadottir, S. (2004) Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch. Phys. Med. Rehabil., 85: 870-874.
- Devereux, K., Robertson, D., and Briffa, N. K. (2005) Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomized controlled trial. Aust. J. Physiother., 51: 102-108.
- Eckerson, J. and Anderson, T. (1992) Physiological responses to

- water aerobics. *J. Sports Med.*, 17(6): 863-871.
- 芳賀繁 (1994) NASA タスクロードインデックス日本語版の作成と試行, 鉄道総研報告, 8 (1): 15-20.
- 芳賀繁・水上直樹 (1996) 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度—人間工学, 32 (2): 71-79.
- 原丈貴・吉川貴仁・中雄勇人・汪立新・鈴木崇士・藤本繁夫 (2007) 中高齢女性のバランス機能に対する水中運動の効果. 体力科学, 56 (3): 357-364.
- 星島葉子・小野寺昇・宮地元彦・宮川健・西村正広・山元健太・山口英峰 (2000) 水中運動における曲の拍子が心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響. 水泳水中運動科学, 3: 22-28.
- Inoue, M., Yamamoto, S., Kurahashi, N., Iwasaki, M., Sasazuki, S., and Tsugane, S.: Japan Public Health Center-based Prospective Study Group. (2008) Daily Total Physical Activity Level and Total Cancer Risk in Men and Women: Results from a large-scale population-based cohort study in Japan. *Am. J. Epidemiol.*, 168(4): 391-403.
- 健康・体力づくり事業団体 (2007) 健康運動指導士養成講習会テキスト (上). 株式会社社会保険研究所, pp.404-405.
- 厚生労働省 (2012) 二十一世紀における第二次国民健康づくり運動 (健康日本 21[第二次]), http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf
- Löllgen, H., Böckenhoff, A., and Knapp, G. (2009) Physical Activity and All-cause Mortality: An Updated Meta-analysis with Different Intensity Categories. *Int. J. Sports Med.*, 30(3): 213-224.
- 松井健・西村正広 (2006) 水中運動の理論と実践. 体力科学, 55 (1): 97-103.
- Meredith-Jones, K., Waters, D., Legge, M., and Jones, L. (2011) Upright water-based Exercise to improve cardiovascular and metabolic health: A qualitative review. *Complement Ther. Med.*, 19(2): 93-103.
- 峯田真悠子 (2012) 浸水時の心血管応答とアクアビクスの運動強度. 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 2011 年度修士論文.
- 峯田真悠子・河野寛・丸藤祐子・浅香明子・樋口満 (2012) アクアビクスの基本動作における運動強度とその決定要因. 水泳水中運動科学, 15: 1-10.
- 三宅晋司・神代雅晴 (1993) メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案—. 人間工学, 29 (6): 399-408.
- Nelson, M.E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., and Castaneda-Sceppa, C. (2007) Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Health Association. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(8): 1435-1445.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身性持久運動における主観的強度と客観的強度の対応性: Rating of perceived exertion の観点から. 体育学研究, 21 (4): 191-203.
- 坂入洋右・徳田英次・川原正人・谷本龍男・征矢英昭 (2003) 心理的覚醒度・快適度を測定する二次元気分尺度の開発. 筑波大学体育科学系紀要, 26: 27-36.
- Sallis, J. F. and Owen, N. G (1998) *Physical Activity and Behavioral Medicine*, SAGE Publications, Inc.
- 重松良祐・田中喜代次・大島秀武・三村寛一 (1996) 肥満女性に対する運動処方種目としての水中運動の有用性. 体力科学, 45: 179-188.
- 鈴木洋児 (2003) 水中運動の生理学的基礎 臨床スポーツ医学, 20 (3): 261-270.
- Takashima, N., Rogers, M. E., Watanabe, E., Brechue, W. F., Okada, A., Yamada, T., Islam, M. M., and Hayano, J. (2002) Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 34(3): 544-551.
- Tsourlou, T., Benik, A., Dipipa, K., Zafeiridis, A., and Kellis, S. (2006) The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J. Strength Cond. Res.*, 20(4): 811-818.
- Waterhouse, J., Hudson, P., and Edwards, B. (2010) Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 20(4): 662-669.