

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

星島 葉子(Yoko Hoshijma)	川崎医療福祉大学医療技術学部
小野寺 昇(Sho Onodera)	川崎医療福祉大学医療技術学部
宮地 元彦(Motohiko Miyachi)	川崎医療福祉大学医療技術学部
宮川 健(Takeshi Miyakawa)	川崎医療福祉大学医療技術学部
西村 正広(Masahiro Nishimura)	川崎医療福祉大学大学院医療技術学研究所
山元 健太(Kenta Yamamoto)	川崎医療福祉大学大学院医療技術学研究所
山口 英峰(Hidetaka Yamaguchi)	川崎医療福祉大学大学院医療技術学研究所

〔要旨〕

本実験は、水中と陸上における左右及び前後移動、上下移動を含む左右及び上下移動を含む前後移動距時の移動距離を同じ条件に設定し、曲の拍子の違いと移動距離の違いが、心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響を比較、検討した。被験者は健康成人女子6名。被験者は曲の拍子に合わせて移動を10分間行い、心拍数と酸素摂取量を求めた。移動距離はビデオカメラで撮影し求めた。水位は、各被験者の水中立位剣状突起とした。曲の拍子は、6条件(50,60,70,80,90,100bpm)を設定し、水温は30℃、室温は25℃とした。曲の拍子の変化に伴い移動距離が小さくなったにも関わらず、水中での酸素摂取量がすべての条件において有意な増加を示した。左右・前後移動よりも、上下移動を含む左右、前後移動の方が酸素摂取量が有意に高かった。これらのことは、左右・前後移動の単独の動作だけでなく上下移動を加えるなどの複合移動も運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。また、水中での曲の拍子の増加は、有意な酸素摂取量増加となった。このことは、曲の拍子が運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。

◆キーワード：曲の拍子、移動距離、心拍数、酸素摂取量

1. 緒言

水中において生体は水の持つ物理的特性の影響を受け、陸上とは異なる生理的反応を示す^{7),9),10),12),14),15),25),26)}。水中では無重力状態に近い環境になり、皮膚血管収縮も加わり、胸腔内血流量が増加する^{9),26)}。浸水初期には、血液希釈も生じる^{8),16)}。水中運動ではこれらの影響を受け、心拍数、酸素摂取量、体温等が陸上運動とは異なる変化を示す^{2),5),7),27),30),31)}。近年、温水プールは、公共施設だけでなく民間施設にも多数設置されるようになり^{13),17),18)}、アクアエクササイズやアクアピクスとよばれる水中運動が広く普及するようになってきた。アクアエクササイズは、基本的には水中立位で行なう場合が多い²⁰⁾。水中立位は、泳げない人や、顔つけが苦手な人でも行うことができる利点がある。そして、泳ぐプールから水中運動を行うプールとしてのイメージも浸透しつつある。また、水中ウォーキング、アクアピクスやアクアエクササイズと呼ばれる水中運動が近年注目されており、水の特性を利用し

た運動処方として、肥満者や、中高年者に適切な環境を提供できると考えられる^{4),5),18),19),23),24),28),29)}。

現在、アクアエクササイズは、曲に合わせて、動作を連続的に行う方法がとられている。相場¹⁾は、音楽を聴いて歩行した場合、歩行中の歩幅と速度の変動が少ないことを報告した。山本^{32),33)}は、水泳時あるいは水中歩行時に防水された携帯用テープレコーダを用いて音楽の効果を検討し、泳距離の有意な増加を報告した。これまで、曲の特性や、曲の種類を活用した研究も行なわれ、音楽の有効性は報告されている^{6),34)}、音楽の曲の拍子が水中運動時の心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響や、どの動作の時には、いかなる曲の拍子が適切かという具体的な資料がほとんどみあたらない。同時に、実際のアクアエクササイズプログラムに関するエネルギー代謝等の基礎的な資料はそれほど多くはない。これまで我々は、曲の拍子の違いが水中及び陸上での左右、前後移動、上下移動を含む左右移動、上下移動を含む前後移動を各被験者

の任意で行ったときの心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響について検討し、水中での左右、前後移動、陸上での前後移動時、水中及び陸上での、上下移動を含む左右、上下移動を含む前後移動時において、曲の拍子の増加とともに酸素摂取量が増加することを報告した¹⁾。

そこで今回は、水中と陸上における左右及び前後移動、上下移動を含む左右及び上下移動を含む前後移動時の移動距離を同じ条件に設定し、曲の拍子の違いと移動距離の違いが、心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響を比較、検討した。

2.方法

被験者は、健康成人女子6名、年齢20.7歳±0.51(平均値±標準偏差)、身長158.0cm±6.0、体重52.9kg±5.92、体脂肪率24.7%±4.62であった。被験者は各曲の拍子に合わせて左右、前後移動及び上下移動を含む左右、前後移動をそれぞれ10分間行った。左右移動及び上下移動を含む左右移動においては、左右のアキレス腱遠位部に、前後移動及び上下移動を含む前後移動においては、外果にマーカーをつけ、プールサイドからビデオカメラで撮影し、各曲の拍子における水中での移動距離を求めた。移動距離は、左右、前後移動及び上下移動を含む左右、前後移動時の各曲の拍子の10試技の平均値とした。水位は、各被験者の水中立位剣状突起とし、上肢は体側においた。陸上条件の移動距離は、水中条件での移動距離に基づき設定した。曲の拍子は、6条件(50,60,70,80,90,100bpm)とした。メトロノームを用いて被験者に曲の拍子を提示した。

心拍数は、水中条件では水中心電計(フクダ電子DS-2202)を用いて、陸上条件では心電計(日本光電, WEP-744)を用いて運動開始から運動終了まで1分ごとに胸部双極誘導法により測定した。呼気ガスを、ダグラスバッグに7分から10分まで3分間採気した。採気したガスから、質量分析計(ウエストン:WSAR-1400)を用いて、酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定した。乾式ガスメーター(品川製作所:DC-5)でガス量を測定した。同時にガス温と気圧を測定した。以上の呼気ガス分析の結果に基づき酸素摂取量を求めた。水温は30℃、室温は25℃と設定した。

統計処理に関しては、一元配置分散分析法を用いて統計処理を行った。

3.結果

表1に、水中での移動距離を示した。曲の拍子が速くなるにつれて左右移動の移動距離は有意に小さくなった(P<0.05)。前後移動では、曲の拍子が50, 60, 70bpmの時は移動距離の変化はなく、80bpm以降において移動距離が小さくなる傾向が見られた。上下移動を含む左右移動では、曲の拍子が速くなるにつれて移動距離は有意に小さくなった(P<0.05)。上下移動を含む前後移動では、曲の拍子が速くなるにつれて移動距離は有意に小さくなった(P<0.05)。

図1に、水中及び陸上での左右移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化を示した。水中では、曲の拍子が速くなると酸素摂取量(平均値±標準偏差)は、0.41 l/min±0.032, 0.41 l/min±0.073, 0.44 l/min±0.046, 0.46 l/min±0.054,

表1 曲の拍子における各条件での移動距離 (cm:平均値±標準偏差)

拍子(bpm) 条件	50bpm	60bpm	70bpm	80bpm	90bpm	100bpm
左右移動	79.7±3.9	74.7±4.1	72.6±5.3	64.6±7.7	60.5±7.1	55.7±6.1
前後移動	75.7±6.7	75.6±7.6	74.3±9.2	68.0±7.2	65.0±7.8	60.8±8.0
上下移動を含む 左右移動	79.1±9.1	74.7±8.5	64.9±8.9	57.8±9.9	52.8±8.0	47.1±7.6
上下移動を含む 前後移動	82.0±11.9	78.2±11.0	72.1±9.8	64.8±8.0	57.6±9.9	51.5±11.3

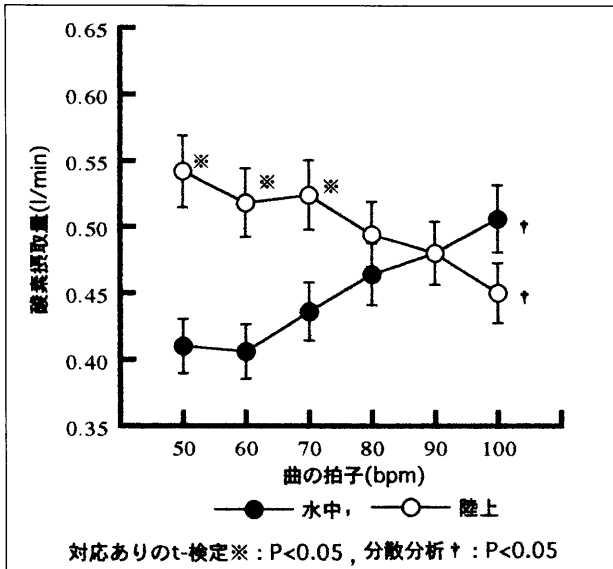


図1 左右移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化

0.48 l/min±0.076, 0.51 l/min±0.109となり、有意な増加 (P<0.05) を示した。一方陸上においては、0.54 l/min±0.073, 0.52 l/min±0.063, 0.52 l/min±0.071, 0.49 l/min±0.075, 0.48 l/min±0.081, 0.45 l/min±0.066となり、有意な減少 (P<0.05) を示した。また、各曲の拍子における酸素摂取量を水中条件と陸上条件で比較した場合、曲の拍子が50、60、70bpmでは、陸上より水中が有意に低い値をとった (P<0.05)。曲の拍子が90bpmの時、同じ値を示し、100bpmでは、水中の方が陸上より有意に高い値を示した (P<0.05)。

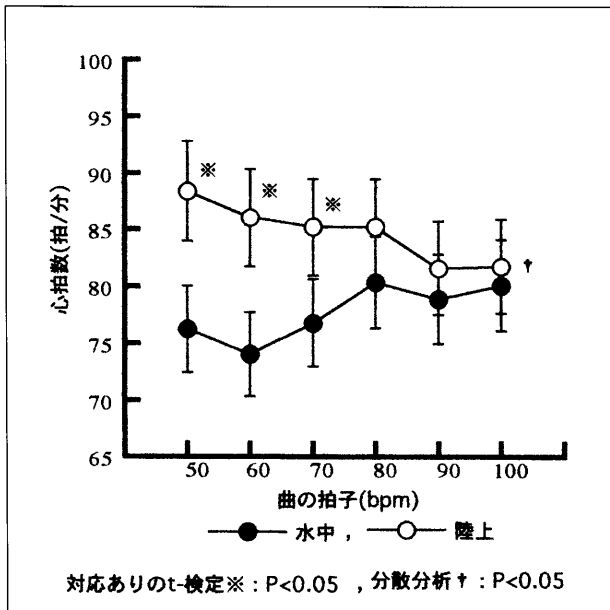


図2 左右移動時の曲の拍子と心拍数の変化

図2に、水中及び陸上での左右移動時の曲の拍子と心拍数の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて心拍数 (平均値±標準偏差) は、水中では、76 拍/分±10.1, 74 拍/分±7.7, 77 拍/分±8.7, 80 拍/分±11.2, 79 拍/分±9.0, 80 拍/分±8.6 とわずかではあるが心拍数の増加がみられたが有意な増加ではなかった。一方、陸上においては、88 拍/分±2.2, 86 拍/分±1.8, 85 拍/分±3.5, 83 拍/分±3.1, 82 拍/分±3.3, 82 拍/分±3.1 をとり、有意な減少 (P<0.05) を示した。各曲の拍子における心拍数を水中条件と陸上条件の比較では、曲の拍子が50、60bpmで有意に低値を示したが、曲の拍子が速くなるにしたがって、有意な差はみられなかった。

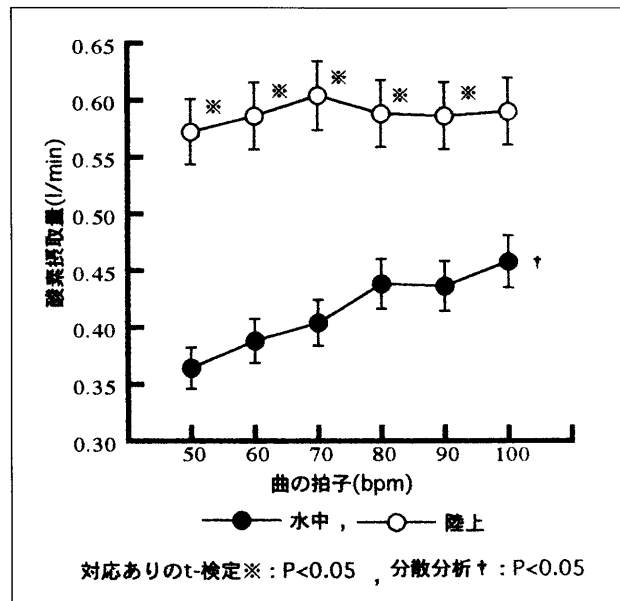


図3 前後移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化

図3に、水中及び陸上での前後移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて酸素摂取量は、水中では、0.36 l/min±0.030, 0.39 l/min±0.037, 0.40 l/min±0.051, 0.44 l/min±0.072, 0.45 l/min±0.063, 0.46 l/min±0.075 をとり、有意な増加 (P<0.05) がみられた。陸上においては、0.57 l/min±0.101, 0.59 l/min±0.117, 0.60 l/min±0.124, 0.59 l/min±0.125, 0.59 l/min±0.107, 0.59 l/min±0.115 であった。有意な変化はみられなかった。各曲の拍子における水中条件と陸上条件の比較では、水中条件が陸上条件より有意に低い値をとった (P<0.05)。

図4に、水中及び陸上での前後移動時の曲の拍子と心拍数の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて心拍数は、水中では、大きな変化は見られなかった。陸上においても、

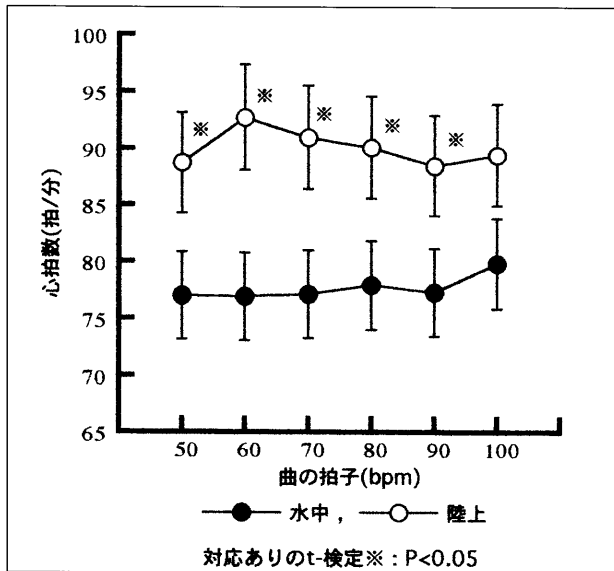


図4 前後移動時の曲の拍子と心拍数の変化

水中と同様に大きな変化は見られなかった。しかしながら、各曲の拍子における心拍数を水中条件と陸上条件で比較した場合、水中条件が陸上条件よりも有意に低い値をとった ($P < 0.05$)。

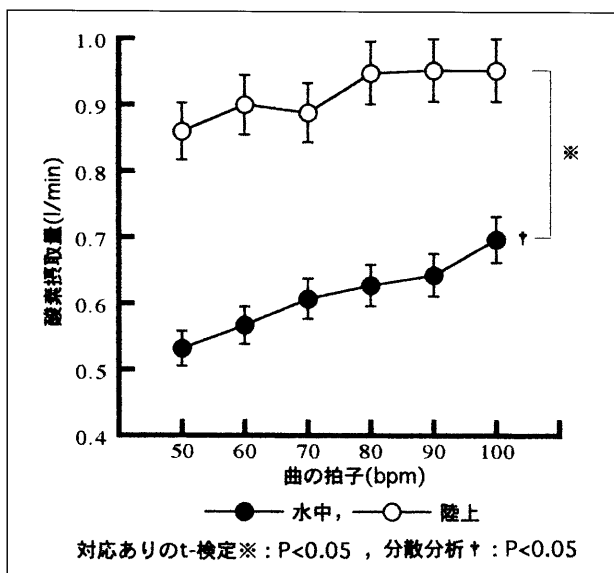


図5 上下移動を含む左右移動時の曲の拍子に対する酸素摂取量の変化

図5に、水中及び陸上での上下移動を含む左右移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて酸素摂取量は、水中では、 $0.53 \text{ l/min} \pm 0.112$, $0.57 \text{ l/min} \pm 0.090$, $0.61 \text{ l/min} \pm 0.089$, $0.63 \text{ l/min} \pm 0.085$, $0.64 \text{ l/min} \pm 0.087$, $0.70 \text{ l/min} \pm 0.078 \text{ l/min}$ をとり、有意に増加した ($P < 0.05$)。陸上では、増加する傾向が見られたが、有意な増加ではなかった。また、各曲の拍子

における酸素摂取量を水中条件と陸上条件で比較した場合、すべての曲の拍子において水中条件が陸上条件よりも有意に低い値をとった ($P < 0.05$)。

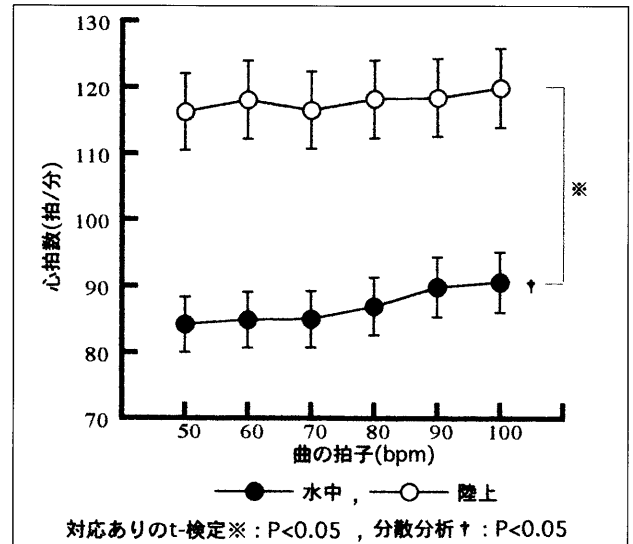


図6 上下移動を含む左右移動時の曲の拍子に対する心拍数の変化

図6に、水中及び陸上での上下移動を含む左右移動時の曲の拍子と心拍数の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて心拍数は、ほとんど変化はみられなかった。陸上においても、同様に、変化がみられなかった。各曲の拍子における心拍数を水中条件と陸上条件で比較した場合、水中条件が陸上条件よりも有意に低い値をとった ($P < 0.05$)。

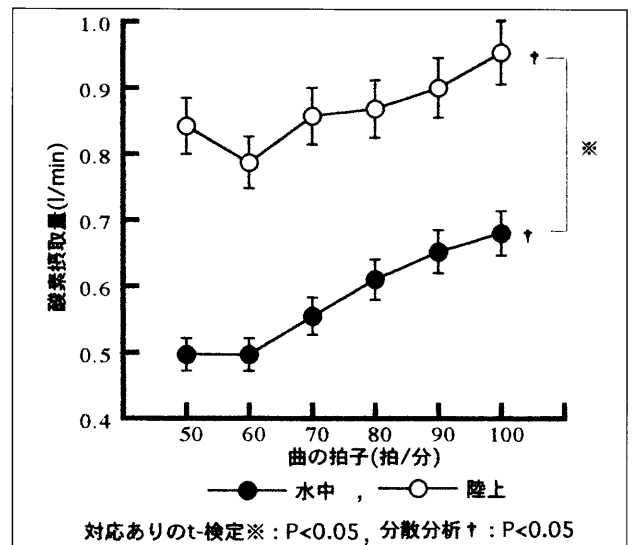


図7 上下移動を含む前後移動時の曲の拍子に対する酸素摂取量の変化

図7に、水中及び陸上での上下移動を含む前後移動時の曲の拍子と酸素摂取量の変化を示した。曲の拍子が速く

なるにつれて酸素摂取量は、水中では、0.50 l/min±0.081, 0.50 l/min±0.084, 0.56 l/min±0.108, 0.61 l/min±0.103, 0.65 l/min±0.086, 0.68 l/min±0.072 をとり、有意な増加を示した (P<0.05)。陸上においても、0.84 l/min±0.106, 0.79 l/min±0.069, 0.86 l/min±0.066, 0.87 l/min±0.055, 0.90 l/min±0.062, 0.95 l/min±0.070 をとり、有意な増加 (P<0.05) を示した。各曲の拍子における酸素摂取量を水中条件と陸上条件で比較した場合、すべての曲の拍子において水中条件が陸上条件よりも有意に低い値を示した (P<0.05)。

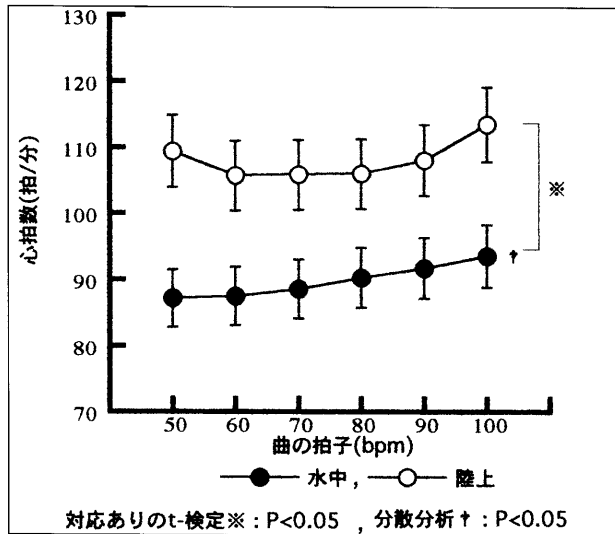


図8 上下移動を含む前後移動時の曲の拍子に対する心拍数の変化

図8に、水中及び陸上での上下移動を含む前後移動時の曲の拍子と心拍数の変化を示した。曲の拍子が速くなるにつれて心拍数は、水中では、87 拍/分±6.1, 88 拍/分±4.8, 89 拍/分±5.9, 90 拍/分±4.6, 92 拍/分±4.0, 94 拍/分±3.9 拍/分と有意な増加がみられた (P<0.05)。陸上においては、有意な変化はみられなかった。各曲の拍子における心拍数を水中条件と陸上条件で比較した場合、水中条件が陸上条件よりも有意に低い値をとった (P<0.05)。

4. 考察

水中運動の基本的な動きは、上下、左右、前後の3つの動きから構成される。ほとんどの水中運動プログラムは、これら3つの動きの組み合わせや連続としてとらえることができる。実際の水中運動では、動作を組み合わせる運動強度を設定し、プログラムを作製する。しかしながら、運動強度の目安となるエネルギー代謝量については、こ

れらの基本的な動きのほとんど報告がない。今回の報告は基本的な動きに関する運動強度の目安を示したものと考える。

1) 水中と陸上での移動距離の比較

水中では、移動速度が速くなれば動作が小さくなる傾向がある。事実、水中歩行の歩行速度を速めれば歩幅で対応するのではなく、歩数を増加させる¹⁾。このことから、曲の拍子に適合した移動距離があるものと考えられた。そのため水中での移動距離を測定し、この移動距離を陸上での移動距離とした。水中運動の指導者は、プールサイドで指導することが多いことから、陸上との比較は指導者としての目安になるものと考えた。

各曲の拍子における水中での左右、前後移動及び上下移動を含む左右、前後移動において、曲の拍子の変化に伴い、移動距離は小さくなった。このことは水の物理的特性である粘性及び抵抗が影響し、移動距離が小さくなったと考えられる^{3),7),20),22)}。

2) 水中と陸上での左右移動の比較

水中条件での酸素摂取量は、曲の拍子の増大にともない、有意に増加した。一方、陸上条件では有意に減少した。水中では曲の拍子が速くなるに従い、移動距離は有意に減少した。これらのことは、水中での左右移動が曲の拍子に依存し、増加することを示唆し、運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。酸素摂取量は、曲の拍子100bpmで交差した。このことは、90bpmより遅い拍子では、浮力が左右方向への移動によって生じる水の抵抗より大きいことを示し、90bpmでは、浮力と水の抵抗がほぼ等しいことを示す。100bpmになると移動の速さが影響し、水の抵抗が浮力を大きく上回ったことを示すと考える。

水中での心拍数は、曲の拍子の増大にともない、増加傾向を示したが、有意な増加ではなかった。酸素摂取量より変化の割合が小さかった。一方、陸上では、酸素摂取量と同様に有意に減少した。このことは、水中では、エネルギー代謝量変化より心拍数変化が小さいことを示唆する。

3) 水中と陸上での前後移動の比較

水中条件での酸素摂取量は、左右移動と同様な変化を示した。このことも水中での前後移動が運動強度を決定する要因となりうることを示唆する。左右移動よりも前後移動の体表面積が大きいことから、水の抵抗は前後移動が大きいと考えられる^{24),25)}。しかしながら、移動距離

も酸素摂取量も前後移動の方が小さい(図3, 表1)。このことは、実際にプールで前後移動を行うと、水の抵抗が大きくなり、曲の拍子の増大に伴う一定の移動距離を確保できないことを示唆し、移動距離と酸素摂取量が少なくなったものと考えられる。

水中条件での心拍数は、曲の拍子の増大にともない、有意な変化はみられなかった。一方、陸上条件も同様に、有意な変化はみられなかった。陸上条件での酸素摂取量も有意な変化がみられなかったことから、曲の拍子の増加よりも移動距離の減少が、有意に影響を及ぼしているものと考えられる。

4) 水中と陸上での上下移動を含む左右移動の比較

水中条件での酸素摂取量は、曲の拍子の増大にともない有意に増加した。左右移動に上下移動を加えたとき、すべての曲の拍子で酸素摂取量は0.16 l/min 増大した。この増加は上下移動による増大と考えられる。水中で上下移動は、浮力に逆らって重心を沈めるために生じる抵抗が有意な増加に結びついたと考えられる。一方、陸上条件では、増加したものの有意な増加ではなかった。左右移動では酸素摂取量は有意に減少したことから、増加傾向は、上下移動によるものと考えられる。

水中での心拍数は、曲の拍子の増大にともない、有意に増加した。このことは、左右移動に上下移動の負荷が加わったことで、水中での心拍数の有意な増加に結びついたと考えられる。これらのことは、水中での上下移動を含む左右移動は、曲の拍子の増加にともない、運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。

5) 水中と陸上での上下移動を含む前後移動の比較

水中条件での酸素摂取量は、曲の拍子の増大にともない、有意に増加した。一方、陸上条件も同様に有意な増加を示した。上下移動を含む左右移動よりも上下移動を含む前後移動の体表面積が大きいことから、水の抵抗は上下移動を含む前後移動が大きいと考えられる。しかしながら、移動距離も酸素摂取量もほぼ同じ値を示した。このことは、上下移動の負荷は、左右移動と前後移動には同等の負荷として加わったことを示唆する。陸上と水中での比較から、水中条件は陸上条件の3/5のエネルギー消費と考えられた。

水中での心拍数は、曲の拍子の増大にともない、有意な増加を示した。このことは、上下移動を含む左右移動と同様に、前後移動に上下移動が加わったことで心拍数の有意な変化に結びついたと考えられる。曲の拍子における心拍数を水中条件と陸上条件とで比較すると、すべ

てにおいて有意な差がみられた。このことは、上下移動は陸上より水中が小さな負荷となることを示唆する。

6) 曲の拍子と水中運動

今回の実験に用いた曲の拍子は、6条件 (50、60、70、80、90、100bpm) であった。これらは、LARGO (50bpm)、LARGHETTO (60bpm)、ADAGIO (70bpm)、ANDANTE (80、90、100bpm)に相当する曲の速さであった。実際のアクアビクスレッスンで用いられる曲の拍子(曲のテンポ)は、120~125bpmがほとんどである。これを今回の実験の曲の拍子に照らし合わせると60~70bpmに相当する。曲の拍子の速い遅いは、有意にエネルギー代謝量変化に係ることから、曲の拍子は、運動強度を設定する要因の一つになりうると思われる。

5.まとめ

水中と陸上における左右及び前後移動、上下移動を含む左右及び上下移動を含む前後移動時の移動距離を同じ距離に設定し、曲の拍子の違いと移動距離の違いが、心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響を陸上と水中で比較、検討した。以下のような結果をえた。(1) 曲の拍子の増加に伴い移動距離が小さくなったにも関わらず、水中での酸素摂取量がすべての条件において有意な増加を示した。このことは水の物理的特性である水の抵抗が運動強度に関与することを示唆する。

(2) 上下移動を加えることにより、酸素摂取量が増加した。このことは、曲の拍子が運動強度を段階的に設定する一つの要因になりうると思われた。

(3) 左右・前後移動よりも、上下移動を含む左右、前後移動の方が酸素摂取量が有意に高かった。このことは、上下移動を加えるなどの複合移動も運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。

(4) 水中で曲の拍子の増加は、有意な酸素摂取量増加となった。このことは、水中において曲の拍子が運動強度を設定する要因となりうることを示唆する。

6.謝辞

稿を終えるに当たって、本研究にご協力くださった、川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科学生 井辻愛子さん、牛嶋一恵さん、近澤真紀さん、藤本瞳さん、山田有希さん、吉田麻衣子さんに深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 相場百合香：(1983) 歩行における歩幅と速度の実験的研究：日本女子体育大学紀要 14：73-83
- 2) Biscope, P. A., Frazier, S., Smith, J., and Jacobs, D.：(1989) Physiologic responses to treadmill and water running.: *Phy. Sports. Med.*: 17: 87-94
- 3) Craig, A. B. and Dvorak, M.: (1969) Comparison of exercise in air and water of different temperatures.: *Med. Sci. Sports.*: 1: 124-130
- 4) Eckerson, J. and Anderson. T.：(1992) Physiological responses to water aerobics.: *J.Sports Med. Phy. Fitness* 32(3)：255-261
- 5) Evanns, B. W., Cureton, K. J., and Purvis, J. W.：(1978) Metabolic and circulatory responses to walking and jogging in water.: *Research Quarterly*：49：442-449
- 6) 福島 基・長丸茂人・南谷直利・横山 健・安土武志・山本博男：(1989) 泳距離と運動強度から見た水泳に対するミュージックの効果：日本体育学会第40回大会号B：753
- 7) Gleim, G. W. and Nicholas, J. A.：(1989) Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures.: *Am. J. Sports Med.*: 17: 248-252
- 8) Greenleaf, J. E., Morse, J. T., Barnes, P. R., Silver, J., and Keil, L. C.：(1983) Hypervolemia and vasopressin response during water immersion in man.: *J. Appl.Physiol.*: 55: 1688-1693
- 9) Hong, S. K., Cerretelli, P. C., Cruz, J. C. and Rarn, H.：(1969) Mechanics of respiration during subimmersion in water.: *J. Appl. Physiol.*: 27: 535-538
- 10) Hong, S.K., C.K.Lee, J.K.Kim., S.H.Song., D.W.Rennie.：(1969) Peripheal blood flow and heat flex of Korean woman divers.: *Fed. Proc.*: 28：1143-1148
- 11) 星島葉子：(1999) 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：川崎医療福祉大学大学院医療技術学研究所健康体育学専攻第2期生修士論文
- 12) 堀田 昇・村岡康博・大柿哲朗・金谷庄蔵・藤島和孝・洪 進杓・増田卓 二：(1993) 水中および陸上歩行時の呼吸循環応答：*体力科学*：42：653
- 13) 岸野雄三：(1986) 新版近代スポーツ年表：大修館書店：126
- 14) 黒川隆志：(1984) 水中運動の循環反応：*体育の科学* 34:510-517
- 15) McArdle, W. D., Magl, J. R., Lesmes, G. R. and Pechar, G. S.：(1976) Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25, and 33°C.: *J. Appl.Physiol.*: 40：85-90
- 16) McMurray, R. G.：(1969) Plasma volume changes during submaximal swimming.: *Eur. J. Appl. Physiol.*: 27：535-538
- 17) M. Modan, A. Karasik, H. Halkin, Z. Fuchs, A. Lusky, A. Shitrit and B. Modan：(1986) Effect of past and concurrent body mass index on prevalence of glucose intolerance and Type2 (non-insulin-dependent) diabetes insulin response.: *Dibetologia*：29：82-89
- 18) 宮下充正：(1996) 水中運動の多様化：*体育の科学*46：532
- 19) 宮下充正：(1990) 水中運動と体力増進：*体力科学* 39:14-15
- 20) 野村武男・清水富弘：(1993) アクアフィットネスマニュアル（最新チャート式水泳指導法）：ベースボール・マガジン社
- 21) 小野寺昇・木村一彦・宮地元彦・米谷正造・原 英喜：(1992) 水の粘性抵抗が水中トレッドミル歩行時の心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響：*宇宙航空環境医学* 29：67-72
- 22) 小野寺昇・宮地元彦・木村一彦・中村由美子・池田 章：(1993) 水の粘性抵抗と水温が水中トレッドミル歩行時の酸素摂取量と直腸温に及ぼす影響：川崎医療福祉学会誌 3(1)
- 23) 小野寺昇・宮地元彦・矢野博巳：(1995) 血圧からみた高齢者の水中運動プログラムの安全性と妥当性：*デサントスポーツ科学*Vol.17：53-61
- 24) 小野寺昇：(1996) 高齢者と水中運動：*体力科学*45：19-20
- 25) 小野寺昇・宮地元彦・矢野博巳・宮川 健：(1998) 水の物理的特性と水中運動：*バイオメカニクス研究*Vol.2 NO.1：33-38
- 26) Risch, W. D., Koubenec, H. J., Beckmann, U., Langes, S. and Gauer, O.：(1978) The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution and heart rate in man.: *Pflugers Arch.*: 374: 115-118
- 27) Ritchie, S.E., and Hopkins, W. G.：(1991) The intensity of exercise in deep-water running.: *J. Sports. Medicine.*: 12：27-29
- 28) 佐藤祐造：(1986) 糖尿病・肥満と運動：*体育科学*14：211-217
- 29) 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
- 30) Town, G. P., and Bradley, S. S.：(1991) Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners.: *Medicine, Sciences and Sports Exercise.*: 23：238-241
- 31) Whitley, J. D., and Schoene, L. L.：(1991) Comparison of heart rate responses water walking versus treadmill walking.: *Phy. Ther.*: 1：1501-1504
- 32) 山本博男・穴田 生・東 章弘・塚越晶子・村西洋子：(1992) 女性の水中運動におけるミュージックの効果：*金沢大学教育学部教科教育研究* 28：129-133
- 33) 山本博男・東 章弘・山本紳一郎・犀川 豊・池田高彦：(1993) 移動距離と運動強度からみた水中運動に対するミュージックの効果：*金沢大学教育学部紀要 自然科学編* 第42号：25-32
- 34) 安田従生・山下亜希子・道用亘・山本博男：(1996) アクアビクスの運動強度：*体育の科学*46：546-55