



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	水中運動の処方に見る用具とプログラムの組合せ効果について：ハイドロトーンを使用した運動プログラムの有用性
Author(s)	河口, 雅史; 藤枝, 賢晴
Citation	東京学芸大学紀要 第5部門 芸術・健康・スポーツ科学, 56: 121-129
Issue Date	2004-10-29
URL	http://hdl.handle.net/2309/2938
Publisher	東京学芸大学紀要出版委員会
Rights	

水中運動の処方に関する用具とプログラムの組合せ効果について

ハイドロトーンを使用した運動プログラムの有用性

河口 雅史*・藤枝 賢晴**

健康・スポーツ科学

(2004年6月3日受理)

1. 序論

プールは泳ぐところだと思われていた「水平の時代」に終わりを告げ、プールでもエクササイズができる「垂直体の時代」が訪れている¹⁾。

古代ローマにルーツがあると言われている水中運動への関心が高まっているその背景には、中高年者のフィットネス人口の増加が影響しているところが多い¹⁾。水中運動が受け入れられている理由としては、数多くの利点が存在するからである。水中運動の利点は、水のもつ物理的な性質によるところが多く、水圧、浮力、水温、水の粘性抵抗などは、すべて水の特性である²⁾。水圧と浮力により、心臓や関節にかかる負荷が減少し、水温と水の粘性抵抗により自分で運動強度を調節しながらより大きいエネルギー消費で運動が行えるといったことが挙げられる³⁾。これらの物理的特性を有効に活用することで、水中においては陸上に比べて効果的な運動が行えるわけである。

正野らによると、中高年女性7名(62.0±4.0歳)を対象に、トレッドミルを用いた陸上歩行時(40, 60, 80m/分)と海流水槽の底面にトレッドミルを備えた水中歩行装置(フロミル)を用いた水中歩行時の呼吸循環応答と下肢筋活動についての比較検討を行った結果、水中歩行時の方が有意に大きな筋活動量を示し、酸素摂取量、心拍数およびMETs強度も、水中歩行時の方が有意に高値を示したと報告している⁴⁾。また、小野寺らは、意図的に水の粘性抵抗を高めた水中におけるトレッドミル歩行時の心拍数と酸素摂

取量を調査した結果、陸上、水道水、粘性水の順に心拍数と酸素摂取量が増加したと報告している²⁾。

近年、このような水中歩行と陸上歩行を比較した研究が多数行われており、そのどれもが少なからず水中運動の有用性について示唆するものが多い。水の特性を利用したアクアエクササイズには様々な形態があり、水中歩行はもちろんのこと、アクアダンスや水の抵抗を増加させる抵抗具を用いた運動も存在する。しかし、抵抗具を用いた水中運動の有効性について検討を行っている研究は少ない。

本研究では、自然な水の抵抗を利用し、水の抵抗を運動負荷にした用具であるハイドロトーンを用い、血中乳酸値、心拍数、自覚的運動強度、POMSを心理的評価の指標として、同じ水中運動において、ハイドロトーンを装着する運動と装着しない運動を、ウォーキングプログラム、サーキットプログラム、それぞれで行い比較をすることで、水中運動の処方に観る用具とプログラムの組合せ効果を検討目的とした。

2. 研究方法

2-1. 被験者

本研究の被験者は、東京学芸大学健康スポーツ学科に所属し運動部に所属、または定期的に運動を行っている健康な男子学生12名を対象とした。被験者の身体的特性は、年齢21.6±1.3歳、身長169.1±2.5cm、体重64.2±5.5であり、実験時のプールの水温は28.5±1.1であった。

* 東京学芸大学大学院 教育学研究科 保健体育専攻

** 東京学芸大学 健康・スポーツ科学学科

2 - 2 . 実験方法・内容

2 - 2 - 1 . 実験手順

12分間の水中エクササイズ(Ex)を4 set(Ex.1, Ex.2, Ex.3, Ex.4)行い, Ex中に心拍数, 自覚的運動強度(Borg's scale)を, Exの直前およびEx終了直後に Profile of Mood States(POMS)と血中乳酸値測定を実施した。また各Exについて, Ex.1, Ex.2はウォークキングプログラムを行い, Ex.3, Ex.4においてはサーキットプログラム行った。なおEx.1, Ex.3はハイドロトーンなし, Ex.2, Ex.4はハイドロトーンを装着して行い, Ex.1とEx.2, Ex.3とEx.4との比較を行った。A群, B群に分けたのはハイドロトーンを先に使用するかしないかで違いがでないかを見るためである。なお, ハイドロトーンを装着した場合としない場合のExのテンポを合わせるためにメトロノームを使用した。

2 - 2 - 2 . 実験期間

実験期間は2003年8月28日から9月13日までであった。

2 - 2 - 3 . 実験場所

東京学芸大学短水路プール(水深1.2M, 屋外)にて行った。

2 - 2 - 4 . 実験条件

人体が水に触れた際に心臓の拍動がゆっくりとなる。これを潜水性除脈と呼び, 基本的には副交感神経が刺激されることによって引き起こされており, 刺激の大きさは眼のあたりを中心とした顔面が冷たい水に触れた場合に最大になる。特に水の温度が冷たいほど除脈の程度は大きくなる⁵⁾。つまり水の物理的特性(水温, 水圧, 浮力, 抵抗)によって心拍数は変化をする。このことから被験者の身長の違いによって実験結果に影響がでないよう水位は剣状突起あたりとし, 被験者の身長は170cm \pm 5以内に定めた。また水温に関しても差がでないようするため実験期間は短く, 晴れの日の日中に行った。

2 - 3 . 実験器具

2 - 3 - 1 . ハイドロトーン

ハイドロトーンを考案したのは, 米国のダン・ソラウェー氏である。

氏は, 学生時代, 芸術学部にて学ぶ傍ら全米大学選手権パワーリフティング選手として活躍。トレーニング中に膝と腰にスポーツ障害を経験後, 水中での筋力ト

レーニングの本格的な研究に取り組む。大小様々な水中運動用具を商品化する。10年間試行錯誤の末に究極の水中抵抗具「ハイドロトーン」を考案。その後, カンシルマン博士(州立インディアナ大学教授)等との共同による水中での筋収縮に関する研究がきっかけとなり, 米国プロスポーツ界がシーズンオフにアクアトレニングを導入するに至る。近年はアクア・フィジカル・セラピー(水中運動療法)の本格的な研究に取り組み, 症状別のハイドロトーン・セラピー・プログラムの開発に努め, 健常者から障害者までの幅広いニーズを包括する新しい健康体づくり運動プログラムの普及と向上に努めている¹⁾。

現在日本において, ハイドロトーンなどの水中抵抗具を用いたアクアエクササイズに関してはアメリカほど普及していない。その理由として, まだインストラクターが少ないということ, 公共の施設(プール)ではこのような抵抗具が使用できないなどの理由が挙げられる。

そのハイドロトーンとは自然な水の抵抗を利用した抵抗具のことであり, 水の抵抗を運動負荷にした用具である。両手に持つハイドロベルと両足に履くハイドロブーツが1セットになっている。代表的な用具上の特徴は次の4つである。

- ・三次元的な水の抵抗を考えた用具である
- ・上半身と下半身の筋バランスを考えた用具である
- ・前後, 左右への手足動作の筋力差を考えた用具である
- ・水中での人間の比重を考えた用具である

このハイドロトーンを使用した運動の効果は範囲が広い。すなわち,

- ・循環器機能の強化
- ・心肺持久力の向上
- ・筋力の強化



ハイドロトーン装着時

- ・筋肉バランスの調整
- ・筋繊維の肥大
- ・筋肉・関節柔軟性の向上
- ・関節可動の適切な確保

など総合的かつ効果的に達成する運動なのである¹⁾。

2 - 4 . 測定項目

2 - 4 - 1 . 血中乳酸値

血中乳酸値は、ARKRAY 製 Lactate Pro™ を用いて、Ex.1, Ex.2, Ex.3, Ex.4, それぞれの Ex の直前と Ex 終了 5 分後に指先穿刺採血で測定した。

2 - 4 - 2 . 心拍数

心拍数は、POLAR ハートレイトモニター・Vantage NV を用いて Ex 中の心拍数を 5 秒ごとに測定・記録した。記録されたデータは PC インターフェイスを介し、Polar Precision Performance 2.1™ にて処理した。

2 - 4 - 3 . 自覚的運動強度

Ex 中の自覚的運動強度 (Rating of perceived exertion; RPE) について、旧 Borg スケールを用いて、Ex 中 1 分毎に被験者の口頭にて回答を得た。

2 - 4 - 4 . POMS (Profile of Mood States)

感情プロフィール検査 (POMS) は、感情・気分を評価する自己記入式質問紙法の一つとして McNair により米国で開発された。日本語版は横山らによって作成されたものである。「緊張」「抑うつ」「怒り」「活気」「疲労」「混乱」の 6 種の感情尺度が同時に測定でき、被験者の性格傾向ではなく、一時的な感情・気分の状態を測定できるという特徴を有している⁶⁾。本研究では運動によって変化する感情、精神・心理的疲労を測定・検討するために、Ex 前、Ex 後に POMS を行った。

2 - 5 . 統計処理

統計処理には SAS 社製統計ソフトウェア Stat View 5.0 を使用した。A 群、B 群の 2 群に差があるかどうかを検定するために Mann-Whitney の U 検定を、各測定項目に関して Ex 前後または異なった Ex とで差があるかどうかを検定するためにウィルコクソン符号順位和検定 (Wilcoxon signed-ranks test) を用いた。また、血中乳酸値、疲労 (T-得点) の相関関係を見るためにピアソンの相関係数 (Pearson's correlation coefficient) の検定を行った。なお、それ

らの統計上の有意水準は 5 % とし、p 値が 5 % を満たすことなく 10% 未満であった場合は統計学的傾向と判断した。

2 - 6 . Ex の説明

2 - 6 - 1 . Ex.1 & Ex.2

20 歩 / 分のリズムを保ち、だいたい 20 ° の前傾姿勢で体幹に力をいれて歩く。20m の幅を 12 分間往復し続けた。ハイドロトーンを装着して歩くことをパワーウォークと呼び (Ex.2)、ハイドロトーンを使用した運動プログラムの準備運動として行われる。

2 - 6 - 2 . Ex.3 & Ex.4

ハイドロトーン指導教本 (発行: アクアダイナミクス研究所) で紹介されている、ハイドロトーンを使用した運動動作を参考に、全身の筋肉を使用するよう 12 種目の運動を選出し、12 分間のハイドロサーキットプログラムを作成した。このプログラム (Ex.4) の目的は、「体力、持久力の向上」である。なお、このプログラムは静岡県静岡市に所在する静岡駿泳会 (スイミングスクール) にて、インストラクターの判断で体力があると判断された人を対象に実際行われている。

プログラムについては 1 種目 1 分であるが、45 秒 Ex を行い、15 秒は Rest とした。

3 . 結果

3 - 1 . 群間の比較

各測定項目に関して A 群 (N = 6), B 群 (N = 6) の 2 群に差があるかどうかを検定するために Mann-Whitney の U 検定を行った。

3 - 1 - 1 . 血中乳酸値

各 Ex における Ex 前と Ex 後の血中乳酸値を A 群、B 群で比較した結果、Ex.3 前 (A 群: 1.3 ± 0.3 , B 群: 5.6 ± 1.6) と Ex.4 後 (A 群: 6.2 ± 1.9 , B 群: 8.7 ± 2.0) の値に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

3 - 1 - 2 . 心拍数

各 Ex における Ex 中の心拍数の平均値を A 群、B 群で比較したと結果、Ex.1 (A 群: 84 ± 6.7 , B 群: 71 ± 10.4) において有意差がみられた ($p < 0.05$)。

3 - 1 - 3 . 自覚的運動強度

各 Ex 中のボルグスケール (最低値, 最高値, 平均値) は、どの値においても有意差はみられなかった。

3 - 1 - 4 . POMS

各 Ex における Ex 前と Ex 後の POMS の因子,「緊張」,「抑うつ」,「怒り」,「活気」,「疲労」,「混乱」それぞれの T 得点の平均値を A 群, B 群で比較した結果, Ex.1 前の疲労 (A 群: 51 ± 5.9 , B 群 41 ± 5.2) において有意差が認められた ($p < 0.05$).

3 - 2 . Ex 前後および異なった Ex との比較

各測定項目に関して, Ex 前後または異なった Ex とで差があるかどうかを検定するためにウィルコクソン符号順位和検定 (Wilcoxon signed-ranks test) を行った。

3 - 2 - 1 . 血中乳酸値

各 Ex における Ex 前と Ex 後の血中乳酸値, および Ex .1 と Ex.2, Ex.3 と Ex.4 の比較を行った結果, Ex 前後においては Ex.4 (Ex 前: 1.4 ± 0.4 mmol/l, Ex 後: 7.4 ± 2.3 mmol/l) で有意な上昇がみられ ($p < 0.05$), 異なった Ex では Ex.3 の Ex 後 (2.0 ± 0.7 mmol/l) と Ex.4 の Ex 後 (7.4 ± 2.3 mmol/l) にて有意な差が認められた ($p < 0.05$). 図 1 には Ex 前後の血中乳酸値の変化を示した。

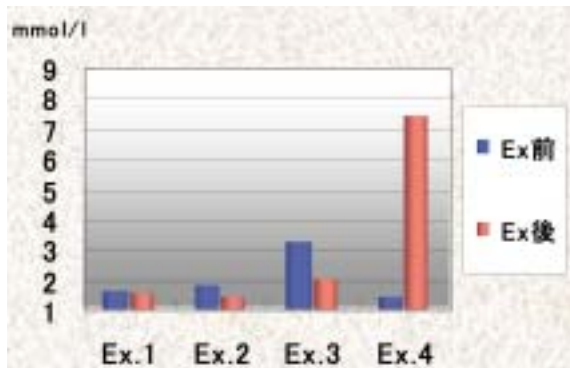


図 1 Ex 前後における血中乳酸値の変化

3 - 2 - 2 . 心拍数

各 Ex における Ex 中の心拍数の平均値の比較を行った結果, Ex.1 (77 ± 10.8 bpm) と Ex.2 (90 ± 9.3 bpm), Ex.3 (100 ± 9.1 bpm) と Ex.4 (135 ± 11.2 bpm) で有意な差が認められた ($p < 0.05$).

3 - 2 - 3 . 自覚的運動強度

各 Ex における Ex 中の自覚的運動強度 (旧ボルグスケール) の最低値, 最高値, 平均値を比較した結果, 最低値, 最高値, 平均値いずれの値も Ex.1 (最低値: 7 ± 1.3 , 最高値: 8 ± 2.5 , 平均値: 7 ± 1.6)

と Ex.2 (最低値: 9 ± 2.4 , 最高値: 12 ± 2.5 , 平均値: 11 ± 2.4), Ex.3 (最低値: 8 ± 2.1 , 最高値: 12 ± 1.9 , 平均値: 9 ± 2.0) と Ex.4 (最低値: 12 ± 2.1 , 最高値: 17 ± 1.0 , 平均値: 15 ± 1.0) で有意な差が認められた ($p < 0.05$).

3 - 2 - 4 . POMS

各 Ex における Ex 前と Ex 後の POMS の因子,「緊張」,「抑うつ」,「怒り」,「活気」,「疲労」,「混乱」それぞれの T 得点の平均値を比較した結果, Ex .1前後で「緊張」(Ex 前: 51 ± 8.4 , Ex 後: 47 ± 7.2),「抑うつ」(Ex 前: 49 ± 5.8 , Ex 後: 47 ± 7.6) 因子においては減少する傾向がみられ ($p < 0.1$),「怒り」(Ex 前: 47 ± 9.2 , Ex 後: 45 ± 8.4),「混乱」(Ex 前: 50 ± 8.8 , Ex 後: 46 ± 7.7) 因子においては有意に減少する結果が認められた ($p < 0.05$). また Ex.4 の前後では,「疲労」(Ex 前: 43 ± 5.0 , Ex 後: 48 ± 8.2) 因子が有意に増加した ($p < 0.05$). 図 2 には Ex 4 における Ex 前後の変化を示した。

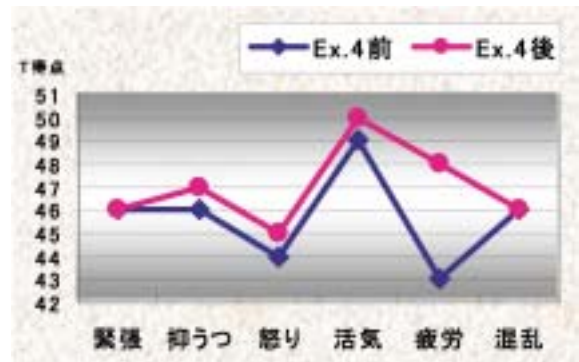


図 2 Ex.4 における POMS の変化

3 - 3 . 相関関係

血中乳酸値と POMS の「疲労」因子 (T 得点) において, 各 Ex の Ex 前後を比較した結果では, Ex.4 で共通して有意な差が認められている。このことから, 各 Ex における血中乳酸値と「疲労」因子の Ex 後の値 - Ex 前の値を引いた Δ (変化量) を求め, ピアソンの相関係数 (Pearson's correlation coefficient) の検定を行い相関の程度を求めた。

以後,「 Δ 乳酸」,「 Δ 疲労」と表記する。

3 - 3 - 1 . 群分け

各 Ex における Δ 乳酸を度数分布 (ヒストグラム) で表したところ, Ex 前後で有意差が認められた Ex.4 においては分布が広く, Δ 疲労との相関をわかりやす

くするために6 mmol/lを境にLa ≥ 6 mmol/l (N=5)とLa < 6 mmol/l (N=7)の2群に分け、La ≥ 6 mmol/lをX群、La < 6 mmol/lをY群とした。

3 - 3 - 2 . Δ乳酸とΔ疲労の相関関係

各ExにおけるX群、Y群のΔ乳酸とΔ疲労の相関関係について検討した結果、Ex.4のΔ乳酸とΔ疲労において強い相関関係が認められ($r=0.71$, $p<0.05$), 中等度までの疲労を示すY群でこの相関関係が特に良好であることが観察し得えた。図3にはEx.4におけるΔ乳酸とΔ疲労の相関関係を示した。

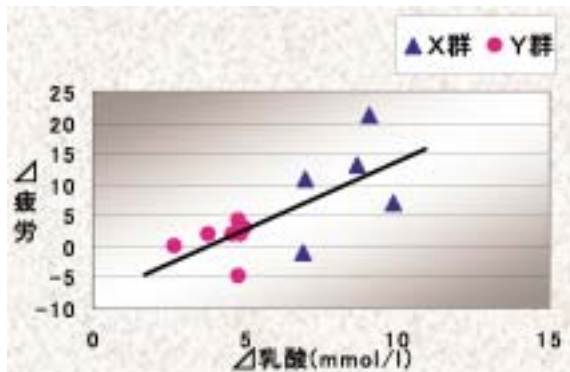


図3 Ex.4におけるΔ乳酸とΔ疲労の相関関係

4 . 考察

4 - 1 . 群間の比較

4 - 1 - 1 . 血中乳酸値

Ex.3前の値にてA群は 1.3 ± 0.3 mmol/l, B群は 5.6 ± 1.6 mmol/lと有意な差が認められている。これはExをA群はEx.1 Ex.2 Ex.3 Ex.4, B群はEx.2 Ex.1 Ex.4 Ex.3の順で行っており, B群は最も運動強度の高いEx.4をEx.3の前に行っているため, Ex.3前の血中乳酸値が高かったと考えられる。

Ex.4後の値においてもA群が 6.2 ± 1.9 mmol/l, B群は 8.7 ± 2.0 mmol/lと有意な差がみられている。このことに関しては4 - 2 - 5で触れたいと思う。

4 - 1 - 2 . 心拍数

Ex.1中の平均心拍数においてA群は 84 ± 6.7 bpm, B群は 71 ± 10.4 bpmとB群の方が有意に低値を示している。運動強度と心拍数には激しい個人差があり¹⁰⁾, B群の被験者の中にEx中の心拍数が著しく低値な者がいたためと考えられる。

4 - 1 - 3 . POMS

Ex.1前の「疲労」因子においてA群は 51 ± 5.9 , B群は 41 ± 5.2 とB群の方が有意に低値を示している。POMSは被験者がおかれた条件により変化する一時的な感情・気分の状態を測定できるという特徴を有しており⁶⁾, 個人差が激しい。さらに本実験を行うにあたり, 実験当日の実験前の活動については規定をしなかったため, 有意差が認められたのはその影響と考えられる。

4 - 1 - 4 . 群間の比較全体の考察

血中乳酸値のEx.4後のA群, B群の差については後に述べるとして, その他の有意差については上記に述べてきた通りと考えられ, ハイドロトーンを先に使用するかないかで違いはなかったと考えられる。

4 - 2 . ハイドロトーンの有効性について

4 - 2 - 1 . 運動強度

Exの運動強度について考える際に, 乳酸性作業閾値 (lactate threshold: 以下, LT) を指標として用いることとした。

運動強度は通常酸素摂取量 (oxygen intake: VO_2) で表すことができ, これまで持続的能力を酸素摂取量から考えることが多かった。酸素摂取量の最大値である最大酸素摂取量 (maximal oxygen intake: 以下, VO_{2max}) は, 持続的能力の指標として用いられてきた。一方, 酸素摂取量の見方からではなく, LTを検討することは, 持続的運動を糖と脂肪というエネルギー源の観点から検討することを可能にする⁷⁾。運動強度に対する血中乳酸値の変化を求めていくと, 60% VO_{2max} 程度の強度から, 血中乳酸値が急激に上昇する⁸⁾。この上昇開始点がLTである。また, VO_{2max} と心拍数との間には以下の関係が認められており, LTがほぼ60% VO_{2max} に相当することを利用して心拍数からLTを求める方法がある⁸⁾。

$$\%HR_{max} = 0.7 \times \%VO_{2max} + 30 \text{ (山地による)}$$

したがって, 約70% HR_{max} がLTに相当する。その際の最高心拍数は年齢推定法 ($HR_{max} = 220 - \text{年齢}$) により算出している。しかしここで留意すべき条件がある。

エアロビクス研究協会 (米, ダラス) は, 陸上での運動をそのまま水中で行うと心拍数が17拍/分少なかったと報告している⁹⁾。このことから, 肩から脇の下まで浸水する水深のレベルでの水中運動においては, 水の物理的特性や潜水性徐脈などの作用を考慮して, 10~17拍/分の心拍数を控除する必要がある⁹⁾。

つまり水中においては70%HRmax - 17がLTに相当すると考えることになる。

4 - 2 - 2 . 心拍数と自覚的運動強度

Ex中の平均心拍数において, Ex.1は 77 ± 10 bpm, Ex.2は 90 ± 9 bpmと, Ex.2の方が有意に高値を示し, Ex.3は 100 ± 9 bpm, Ex.4は 135 ± 11 bpmとEx.4の方が有意に高い値を示している。Ex中の自覚的運動強度(平均ボルグスケール)においても, Ex.1は 7 ± 1 6, Ex.2は 11 ± 2 4と, Ex.2の方が有意に高値を, Ex.3は 9 ± 2 0, Ex.4では 15 ± 1 0とEx.4の方が有意に高値を示している。

自覚的運動強度はもちろんのこと, 心拍数は運動強度と正の相関関係にあり, 運動強度が上がれば, 心拍数もあがる¹⁰⁾。つまり, 同じ運動でもハイドロトーンを装着して行うことによって, 運動強度は有意に高くなるということが示唆された。またここで, 先の方法によりLTを指標として, 実際どの程度の運動強度なのか考えてみたいと思う。

被験者の平均年齢は22歳であるため, 年齢推定法(HRmax = 220 - 年齢)により最高心拍数は198bpmとなり, LTは約70%HRmax - 17, つまり約121bpmと計算される。ここでExごとと比較してみると, Ex.1, Ex.2, Ex.3はLTより低い運動強度であるが, Ex.4だけがLTに相当, あるいはLTを超える運動強度であるということが示唆された。

4 - 2 - 2 - 1 . トレーニング効果

Ex.4のようなLTレベルでの運動においては, 主なエネルギー源として脂質が利用されていたところへ, 糖も利用されるようになる。その際作業筋で起こることが大きく影響しており, 筋のミトコンドリアや毛細血管を増やす⁷⁾。別の言い方をすれば速筋繊維を遅筋繊維化することであり, Ex.4は持久力の向上が期待できる運動であると考えられる。Ex.1, Ex.2, Ex.3においては主なエネルギー源として脂肪が利用されるため有酸素的な代謝に依存し, 心配持久力の維持をするといった効果を期待することはできであろうが, 向上ということを考えるとその効果は期待できないものと考えられる。また, 谷口らによると, 水中運動ではテンポが上がるとともにVO₂およびHRは上昇する傾向にあったという報告がある¹¹⁾。さらにアップテンポで行うことで運動強度を高くできるということが考えられ, ハイドロトーンを使ったエクササイズは, 様々な目的にあった幅広いエクササイズが可能になるとともに, 更なる検討の余地があるというこ

とが示唆された。

4 - 2 - 3 . 血中乳酸値

Ex.1とEx.2においてはEx前, Ex後ともに有意差はみられなかった。Ex.3とEx.4においてはEx前で有意な差はみられなかったが, Ex後でEx.3は 2.0 ± 0.7 , Ex.4は 7.4 ± 2.3 とEx.4の方が有意に高い値を示している。さらにEx.4においてはEx前とEx後でも有意な差がみられており, 4つのExの中でも唯一血中乳酸値が有意に上昇している。このことは前項目でも触れた通り, Ex.4だけがLTを超える運動強度であったということを示すものであると考えられる。

4 - 2 - 4 . POMS

Ex.1の前において, 「緊張」, 「抑うつ」因子は各々 51 ± 8 4, 49 ± 5 8だったのがEx後において 47 ± 7 2, 47 ± 7 6と共に減少する傾向がみられ, 「怒り」, 「混乱」因子に関しては, Ex.1の前においてそれぞれ 47 ± 9 2, 50 ± 8 8だったのが, Ex後には 45 ± 8 4, 46 ± 7 7と共に有意に減少した。またEx.4においてもEx前の「疲労」因子は, 43 ± 5 0だったのがEx後には 48 ± 8 2と有意な上昇を示した。

官野らは, 一過性の水中運動の実施に伴い, 慢性腰痛者の不安レベルの低下や疼痛の改善を報告し, その理由として水中で働く浮力の影響を挙げている¹²⁾。Ex.1において「緊張」, 「抑うつ」, 「怒り」, 「混乱」が低下したのは官野らが言うように浮力の影響なのか, それとも実験の最初ということでEx前の緊張の影響かについて判別することは困難である。

4 - 2 - 5 . 乳酸と疲労

乳酸と疲労の相関関係について検定したところ, Ex.1, Ex.2, Ex.3には相関関係が認められなかったが, Ex.4においては $r=0.71$, $p<0.05$ と有意な相関が認められた。つまり, Ex.4後において血中乳酸値が高かった人ほど, 疲労感を強く感じているということが示唆された。このことは, 順応可変性抵抗(AVR)と, ハイドロトーンを扱う技術の差によるものと考えられる。

順応可変性抵抗とは, 筋力の強さに常に合致した抵抗の強さが自動的に発生することを意味する。水中での抵抗負荷の強度は, 運動動作の“速度”と“方向”の2つのファクターによって大きく左右される。つまり動作速度の二乗に比例した強度で抵抗負荷が常に発生する¹⁾。

Exのテンポをメトロノームで合わせたが、同テンポでも腕や脚の動作速度・範囲には個人差が観察され、即ちハイドロトーンを扱う技術の差に伴う負荷強度の違いが主な要因と考えられ得る。ハイドロトーンを扱う技術が高ければ高いほど多くの筋肉を使い、疲労感、血中乳酸値共に高値を示したものと考えられる。

このことから、ハイドロトーンを使ったサーキットプログラムは、ハイドロトーンを扱うある程度の技術が備われば、自分で負荷の強弱を調節し、個々の体力・筋力、目的に合致したトレーニングが可能ということが考察される。

しかし、このことを明らかにするためには、ハイドロトーン未熟練者にEx.4を何度か行ってもらい、Ex前後の Δ 疲労、 Δ 乳酸の変化を観察するといった実験を行い検討する必要があるであろう。

4-3. 実験全体の考察

ウォーキングプログラムにおいても、サーキットプログラムにおいても、ハイドロトーンを装着することによって運動強度が高くなるということが明らかとなり、ウォーキングプログラムに比べてサーキットプログラムは運動強度が高いというだけでなく、ハイドロトーンを装着して行うサーキットプログラムにおいては、 Δ 疲労と Δ 乳酸に相関関係が認められ、動作習熟度にも影響され得るが、LT強度を凌駕するということが示唆された。

つまり、ハイドロトーンを装着してサーキットプログラムを行うことで体力・持久力が向上し得ると共に、行うプログラム、ハイドロトーンを装着するしないによって、様々な体力レベルに見合った運動が行えるということが考察された。

5. 総括

同じ水中運動において、ハイドロトーンを装着する運動と装着しない運動を、ウォーキングプログラム、サーキットプログラム、それぞれで行い比較をすることで、水中運動の処方に観る用具とプログラムの組合せ効果について検討したところ、以下の所見が得られた。

- 1) 本実験において推測されたLTに相当する心拍数の値は、約121bpmであった。
- 2) Ex.1においては、平均心拍数が 77 ± 10.8 bpmと、LTより低い運動強度であり、 Δ 乳酸と Δ 疲労($r = 0.32, p = 0.32$)に相関関係は認められなかつ

た。

- 3) Ex.2においては、平均心拍数が 90 ± 9.3 bpmと、LTより低い運動強度であり、 Δ 乳酸と Δ 疲労($r = -0.24, p = 0.47$)に相関関係は認められなかった。
- 4) Ex.3においては、平均心拍数が 100 ± 9.1 bpmと、LTより低い運動強度であり、 Δ 乳酸と Δ 疲労($r = 0.38, p = 0.23$)に相関関係は認められなかった。
- 5) Ex.4においては、平均心拍数が 135 ± 11.2 bpmと、LTを凌駕し得る運動強度であり、 Δ 乳酸と Δ 疲労($r = 0.71, p < 0.05$)に強い相関関係が認められた。

6. 結論

ハイドロトーンの使用は、ウォーキング、サーキットプログラム共に負荷強度を増強し、特にLT強度を凌駕するサーキットプログラムでは動作習熟度にも影響され得るが、生理・心理的に一貫した疲労を発現し得ることより、プログラムとの組合せにより幅広い対象に処方可能である。

参考文献

- 1) 「ハイドロトーン・水中での体力づくり」Hydro-Tone : The Wet Way to a Hard Body! アクアダイナミクス研究所編
- 2) 小野寺昇, 宮地元彦: 水中運動の臨床応用 フィットネス, 健康の維持・増進臨床スポーツ医学 Vol. 20, No.3 (2003-3)
- 3) アクア・フィット アクアダイナミクス研究所 ルース・ソーバ著 1990
- 4) 正野知基: 中高年女性の陸上および水中歩行時の呼吸循環応答と下肢筋活動 デサントスポーツ科学 Vol. 23 142-149
- 5) 池田知純: 潜水の世界 人はどこまで潜れるか 大修館書店 2002
- 6) 横山和仁: POMS(感情プロフィール検査)日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討 第37巻 日本公衛誌 第11号
- 7) 芳賀脩光: トレーニング生理学 杏林書院 2003年
- 8) 鈴木政登: スポーツインストラクターのための運動指導マニュアル 文光堂 1992
- 9) 小西薫: アクアエクササイズの理論と応用 ウォーターパワーワークアウト 環境工学社 1999

- 10) 根元勇：勝ちにいくスポーツ生理学 山海堂 1999
- 11) 谷口裕美子：アクアエクササイズのリズムにおける
VO₂とHRの変化について 陸上運動との比較 第47
回 日本体育学会発表抄録 580 .
- 12) 菅野篤子：一過性の水中運動と陸上運動の実施が疼痛、
状態不安および唾液中コチゾール濃度に及ぼす影響
慢性腰痛者を対象に 体力科学(2000)49 581
- 588

The combination effects of a unique instrument called Hydro-Tone and different kinds of prescribed aquatic exercise programs

Masashi KAWAGUCHI · Yoshiharu FUJIEDA

Department of Health and Sport Science

Abstract

In this experiment, we investigated the combination effects of Hydro-Tone, a unique aquatic exercise instrument which can greatly amplify the natural resistance of water, and prescribed programs in underwater. Twelve male athletes, who had been engaged in various kinds of sports activities, participated in voluntary this study. These subjects were required to work out 4 different types of prescribed aquatic exercise lasting for 12 min in each at outdoor swimming pool of our university (depth ; 1.2M, Water temperature ; 28.5 ± 1.1). Ex.1 and Ex.2 mainly consisted of walking exercise, while Ex.3 and Ex.4 included prescribed circuit program. All the participants performed exercise with Hydro-Tone in Ex.2 and Ex.4, or without in Ex.1 and Ex.3 respectively. Mean values of heart rate during Ex.2 and Ex.4 were so higher than those of Ex.1 and Ex.3 so that exercise intensity could be increased by wearing of a Hydro-Tone ($p < 0.05$). Especially Ex.4, a combined circuit program with Hydro-Tone, demonstrated higher heart rate intensity above the predicted lactate threshold level. A significant correlation ($r = 0.71$; $p < 0.05$) between Δ “fatigue” (T score in Profile of Mood States ; POMS) and Δ blood lactate post Ex.3 though Ex.4 was also observed in those whose blood lactate level was under 6 mmol/l. It is suggested that we can provide various intensity of prescribed program through combining aquatic exercise with a unique instrument of Hydro-Tone.