

血圧からみた高年齢者の水中運動 プログラムの安全性と妥当性

川崎医療福祉大学 小野寺 昇
(共同研究者) 同 宮地 元彦
同 矢野 博己

Safety and Validity of Aquatic Exercises for the Aged Considering from a Viewpoint of Blood Pressure

by

Sho Onodera, Motohiko Miyachi, Hiromi Yano
Department of Health and Sports Sciences
Kawasaki University of Medical Welfare

ABSTRACT

The purpose of this study was to clear the safety and validity of aquatic exercises for the aged considering from a viewpoint of blood pressure.

Eight males and twenty six females served as subjects classified into three classes. They performed the exercise in air and in water for fourteen min. The exercise ($40\sim 60\% \dot{V}_{O_{2max}}$) was composed of four elements, stretching, warm-up, main exercise, cool-down for aquatic exercises.

Water and room temperature was 30°C . Heart rate at the three groups for in water was significantly lower than in air.

Blood pressure at younger aged group for a water was significantly lower than air. However, at middle and older aged groups were not significant difference. It suggests that at aquatic exercise blood pressure is not always keep lower level for the aged.

要 旨

高年齢者を対象とした水中運動の安全性と妥当性を血圧変化の観点から検討した。被験者を3つの群（グループⅠ：平均年齢21.8歳，グループⅡ：38.0歳，グループⅢ：55.4歳）に分けた。陸上運動と水中運動において同一運動プログラムを実施し，各群ごとに陸上運動と水中運動時の血圧変化を比較した。

運動プログラムは14分間のエクササイズであり，ストレッチング，ウォーミングアップ，主運動，クーリングダウンからなる。主運動時において最も高い心拍数を示した時点での対体重酸素摂取量は，陸上運動で $16.6 \pm 1.52 \text{ ml/min/kg}$ ，水中運動で $15.8 \pm 2.39 \text{ ml/min/kg}$ であった。概ね40～60% $\dot{V}_{O_{2\max}}$ の相対的運動強度を示した。実験は温水プールを用いて実施した。水温は30℃，室温30℃，水位は腰部および大腿部とし，陸上運動を陸上条件，水中運動を水中条件として比較した。血圧測定は前値，運動終了直後，運動終了5分後とした。運動中は心拍数を連続的に記録した。

心拍数は主運動に移行後増加し，最大で120拍/min（陸上条件），110拍/min（水中条件）をとった。両者に有意な差がみられた。血圧は運動終了直後グループⅠ群で10 mm Hg 水中条件が有意に低下した。しかしながら，グループⅡはほぼ同じ値をとり，グループⅢではむしろ高い値をとった。このことは高年齢者において必ずしも血圧が低い値をとらないことを示唆する。

水中条件におけるグループⅢ群の被験者の個々の血圧の変化は，前値で境界領域以上高い収縮血圧をとったとき，浸水や運動後に低値に調節されないことを示す。水中運動において高齢者は，血管に由来する変化に伴い血圧は必ずしも低い値をとらないことが示唆された。

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学的反応を示す¹⁻³⁾。水の物理的特性として水圧，浮力^{4, 5)}，粘性^{6, 7)}，水温^{8, 9)}等があげられる。胸部までの浸水により胸腔外圧が増加し，胸腔内圧が相対的に低くなり，陰圧呼吸の状態となる^{10, 11)}。また，水位の高低を調節することによって無重力に近い環境を作り出すことができ，皮膚血管収縮，胸腔内血流量の増加など陸上とは異なる生理的反応がみられる。浸水初期には血液希釈も観察され，血中電解質濃度（Kイオン）が変化する^{12, 13)}。このような水の物理的特性は，水中運動での脈拍数の減少，血圧の低下等に反映され高齢者の運動として優しい環境づくりに寄与できるものとされてきた。

実際に関節にかかる負荷が少ない状態で，しかも低めの心拍数で陸上運動と同等のエネルギー代謝量の運動をすることができる⁶⁾。加えて，水中歩行時のエネルギー代謝量は，歩速の増加に伴って指数関数的に変化し，軽強度から中等度の運動強度に対応することができる⁶⁾。一方，水位は浮力と進行方向の水の抵抗の関係から水位の高低が必ずしもエネルギー代謝量の多少とは一致しない⁴⁾。

血圧は，若年者において水中歩行時に陸上運動と比較して低値で調節されることが明らかになっている¹⁰⁾。しかしながら，高年齢者を対象とした水中運動時の血圧変化に関する報告は少ない。そこで，今回は水中運動プログラムを作製し，若年者から高年齢者に至る群でこの水中運動プログラムを実施し，血圧の変化を中心に比較し，血圧からみた水中運動の安全性と運動プログラムの妥当性について検討した。

1. 方法

1.1 対象

被験者は、健康成人34名（男性8名，女子26名）とし、年齢別に3つのグループに分類した。その身体的特性を表1に示した。グループIは平均年齢21.8±0.4歳，グループIIは38.0±6.7歳，そしてグループIIIは55.4±7.3歳とした。被験者に実験の主旨と手順を説明し参加の同意を得た。被験者の中に高血圧症の治療および投薬を現在受けているものがないこと，そして心電図における異常所見がないことを事前に確認した。

1.2 水中運動プログラム

高齢者の健康づくりのための水中運動プログラムを作製した。プログラムはストレッチングではじまり，ウォーミングアップ，主運動（3段階），クーリングダウンからなる。主運動では，高齢者に無理のない動作を選択した。クーリングダウンも含め，14分間のプログラムとした。資料にプログラムの全容と進行の順序および選曲等を示した。

エクササイズを実施するに当たり，事前に酸素摂取量をダグラスバック法で測定し，高齢者にも適切な運動強度であることを確認した。このプログラムを平均年齢21歳の女子を対象にして陸上で実施したとき，酸素摂取量0.91±0.13 l/min，水中では0.86±0.10 l/minであった。対体重当たりの相対値では，陸上16.57±1.52 ml/min/kg，水中15.77±2.39ml/min/kgであった。日本人の体力の標準値¹⁵⁾に示された20歳代から60歳代の

酸素摂取量と比較すると，概ね40～60% $\dot{V}_{O_{2max}}$ のプログラムであった。

1.3 血圧および心拍数の測定

実験条件を陸上条件と水中条件とした。血圧は運動前値，運動終了直後，運動終了5分後に前腕遠位（EW 272 National）にて測定した。実験前にリバロジ式水銀血圧計との相関を取り，体が静止しているときに限り相関関係にあることを確認した。水中条件では浸水直後にも測定した。

心拍数は水中対応の胸部双極誘導（フクダ電子，AU 1010）にて連続的に測定した。水中条件は温水プールで実施した。水温は30℃とした。室温も30℃に保った。水位は腰部とした。この運動プログラムの水位と心拍数変化のかかわりを検討するためにグループII群に大腿部の水位を加えた。統計的な処理は，対応ありのt検定を用い，危険率5%未満を有意な差とした。

2. 結果と考察

2.1 心拍数変化の比較

実験に用いた水中運動プログラムは，ストレッチングに始まりウォーミングアップ，主運動（3段階），クーリングダウンからなる。高齢者の水中運動を念頭において作製した。主運動は3段階からなり，運動強度がわずかずつ高くなるように構成された。

図1にグループI群の陸上条件と水中条件の心拍数変化を示した。どちらの条件においても運動プログラムの段階に応じて徐々に心拍数は増加し，クーリングダウンでは速やかに低下した。最

表1 被験者の身体的特性

被 験 者 群	年 齢 (歳)	身 長 (cm)	体 重 (kg)
グループI n = 7 (女子 7名)	21.8 ± 0.4	161.0 ± 5.5	55.0 ± 6.1
グループII n = 11 (男子 7名, 女子 4名)	38.0 ± 6.7	172.1 ± 5.5	68.4 ± 9.6
グループIII n = 20 (男子 2名, 女子 18名)	55.4 ± 7.3	151.8 ± 4.1	64.7 ± 11.3

(mean ± SD)

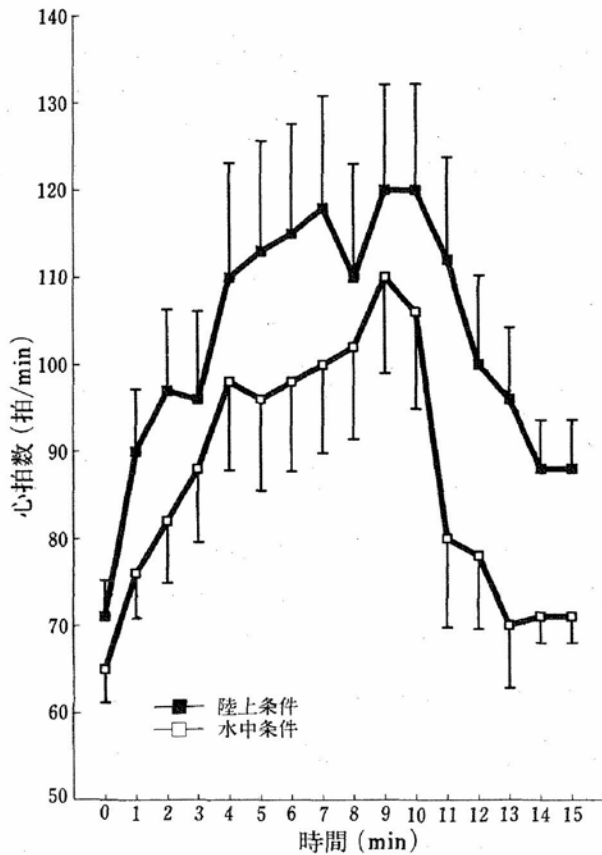
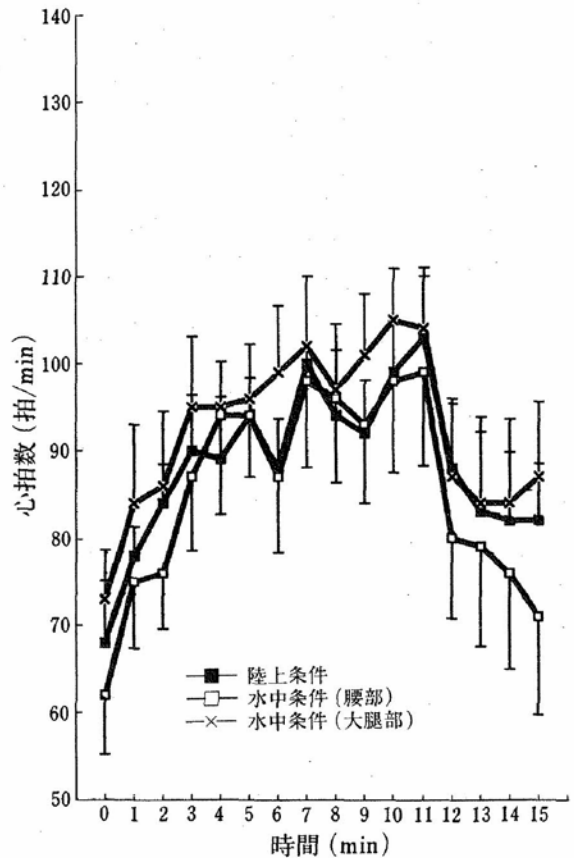


図1 グループ I における陸上条件と水中条件の心拍数の変化

高心拍数をとったのはどちらの条件においても10～11分の間であった。陸上条件121拍/min±10.8, 水中条件110拍/min±11.9であり, 水中条件の方が心拍数上昇は緩やかであった。主運動(その2)では, 陸上条件と水中条件の間に平均で15～20拍/minの差がみられた。この差は有意な差($P < 0.05$)であった。水中歩行では腰部の水位をとったとき, 陸上運動とほぼ同じ心拍数を示す⁶⁾が, 主運動(その2)では, 重力方向の上下動作が多かったために陸上条件では負荷となり, 水中条件では浮力によって負荷が軽減されたと考えられる。逆に水中での上下の動作は, 比較的下肢にかかる負荷が少なく実践できるため, 高齢者の腰痛対策の運動プログラムに活用されていると考えられる。

エネルギー代謝量からみると, 陸上条件 (0.91 ± 0.14 l/min) より, 水中条件 (0.86 ± 0.12 l/min)



同一運動プログラムを陸上条件, 水中条件および水中条件において水位を大腿部に設定したときの比較

図2 グループ II における心拍数変化

の方が有意 ($P < 0.05$) に低い値をとった。水中歩行時には上下の動作がほとんどないために, 腰部の水位では両条件で同様のエネルギー代謝量を示すが, 心拍数変化と同様に, 主運動(その2)の上下動作によってエネルギー代謝量においても有意な差が生じたと考えられる。

図2にグループII群の心拍数変化を示した。特にここでは, この運動プログラムの水位との関係をみるために最もエネルギー代謝量の多い大腿部中央の水位も加えて実施した。心拍数は水中条件(大腿部), 陸上条件, 水中条件(腰部)の順に高かった。この順序は, 水中歩行運動のこれまでの報告⁴⁾と一致する。エネルギー代謝量でも同様の傾向がみられると考えられ, 先行研究⁴⁾では, 有意に大腿部の水位におけるエネルギー代謝量が

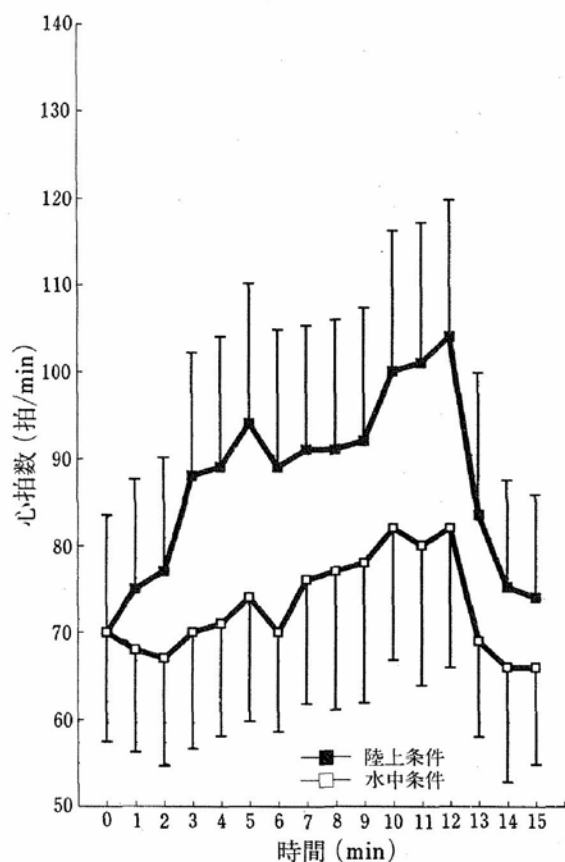


図3 グループⅢにおける陸上条件と水中条件の心拍数の変化

多いと報告している。実際的水中運動プログラムにおいても、水中トレッドミルによる基礎資料と同様の傾向を示したことは、運動プログラムを製作するうえで水位の変化に十分な配慮が必要であることを示唆する。

図3にグループⅢ群の心拍数変化を示した。陸上条件では、主運動の段階ごとに心拍数は上昇したが、水中条件では60~90拍/minの間で推移した。この背景には水中条件において浮力の影響を多く受けた可能性と、グループⅢ群の被験者の動作が運動プログラムを完全に遂行しなかった可能性が考えられる。浮力については、体脂肪率が高いほど影響を受ける。グループⅢ群の体脂肪率は把握できなかったが、グループⅠ群の体脂肪率19.4±3.77%より多いと考えられる。しかしながら、心拍数がグループⅠおよびⅡ群に比較し低い値を示した背景には、動作の不遂行の影響が大きいと

考えられる。水中での動作は、動作の遂行度によって負荷強度が異なる。グループⅢ群の被験者はそれぞれ自分に合った強度を選択したものと考えられた。

2.2 血圧変化の比較

表2に各被験者群における陸上条件と水中条件の血圧変化を示した。グループⅠ群の前値は収縮期血圧113±8.2 mmHg, 拡張期血圧68±3.4 mmHgであった。運動終了直後でも血圧の値にほとんど変化はみられなかった。グループⅡ群およびグループⅢ群においても同様の傾向を示した。

水中条件においては、グループⅠ群の前値で収縮期血圧は100±7.8 mmHg, 拡張期血圧は57±7.2 mmHg, 運動終了直後の収縮期血圧は102±8.3 mmHg, 拡張期血圧は60±3.4 mmHgであった。陸上条件と同様に血圧の値にほとんど変化はみられなかった。しかしながら、陸上条件との比較では有意な差 ($P < 0.05$) がみられた。このことは、水中条件ではグループⅠ群において陸上条件より低値で調節されたことを示唆する。水圧が血管系に影響を与え静脈還流が促進されたと考えられる。しかしながら、グループⅡ群では陸上条件に比較し、前値収縮期血圧がわずかに低い傾向があるが、有意な差はなかった。さらに、グループⅢ群では陸上条件よりも収縮期血圧が高い傾向を示した。このことは、水中条件では陸上条件に比較し、必ずしも血圧が低値に調節されないことを示唆する。特に高年齢者群(グループⅢ群)では、心拍数は陸上条件より低値をとったにも係わらず逆の動きを示した。

表3にグループⅢ群の被験者ごとにみた水中条件の血圧変化を示した。被験者の中に高血圧の治療や投薬を受けていないことを事前に確認した。しかしながら7名は、WHOが定める境界領域以上に分類され、そのうち1名(M.A.)は、前値の測定結果から運動を見合わせた。残り6名のうち被験者S.K.だけは、運動終了5分を通して境

表2 各被験者群の陸上条件と水中条件における血圧変化 (mmHg, mean ± SD)

被験者群		陸上条件	水中条件 (腰部)	水中条件 (大腿部)	
グループ I	収縮期血圧	前 値	113 ± 8.2	100 ± 7.8*	
		直 後	114 ± 8.4	102 ± 8.3*	
		5 分後	114 ± 8.2	102 ± 7.6*	
	拡張期血圧	前 値	68 ± 3.4	57 ± 7.2*	
		直 後	68 ± 6.1	60 ± 3.4	
		5 分後	68 ± 5.2	60 ± 3.2	
グループ II	収縮期血圧	前 値	125 ± 11.4	117 ± 8.9	121 ± 9.7
		直 後	124 ± 12.3	125 ± 8.4	124 ± 10.5
		5 分後	124 ± 12.0	126 ± 8.0	120 ± 8.9
	拡張期血圧	前 値	70 ± 7.1	73 ± 6.5	74 ± 5.9
		直 後	78 ± 8.9	76 ± 7.4	73 ± 5.8
		5 分後	80 ± 9.6	74 ± 5.7	75 ± 5.5
グループ III	収縮期血圧	前 値	124 ± 19.5	137 ± 17.0	
		直 後	132 ± 13.9	140 ± 15.0	
		5 分後	130 ± 14.4	137 ± 12.7	
	拡張期血圧	前 値	84 ± 6.9	78 ± 10.0	
		直 後	78 ± 20.0	80 ± 7.7	
		5 分後	81 ± 9.6	80 ± 8.7	

(* P<0.05)

表3 被験者ごとにみた水中運動時の血圧の変化

被 験 者	前 値	前値 (水中)	運動終了後	運動終了 5 分
K. H.	132 / 90	140 / 78	130 / 70	124 / 76
Y. F.	136 / 88	138 / 82	148 / 86	138 / 88
S. M.	146 / 86	158 / 94	148 / 94	156 / 90
S. K.	132 / 88	154 / 88	162 / 96	152 / 90
N. C.	136 / 90	136 / 78	132 / 78	136 / 80
W. M.	124 / 76	120 / 70	136 / 68	136 / 76
T. M.	160 / 82	150 / 74	140 / 78	144 / 70
T. S.	126 / 92	138 / 82	136 / 88	142 / 84
O. Y.	155 / 104	148 / 88	140 / 86	150 / 82
O. Yc.	114 / 78	116 / 62	124 / 70	130 / 74
T. S.	148 / 88	162 / 92	160 / 90	160 / 92
S. K.	154 / 90	142 / 82	142 / 82	140 / 68
M. A.	194 / 98	—	—	—
N. M.	118 / 76	126 / 82	158 / 74	148 / 82
N. M.	118 / 74	116 / 68	126 / 70	118 / 70
T. A.	136 / 94	152 / 88	156 / 86	148 / 82
H. S.	116 / 76	116 / 74	120 / 82	128 / 82
K. Y.	118 / 76	108 / 62	108 / 68	114 / 68
K. M.	134 / 88	158 / 76	138 / 72	126 / 68
T. T.	154 / 78	158 / 74	166 / 72	168 / 68

(拡張期血圧 / 拡張期血圧 mmHg)

界領域以上の収縮期血圧で推移した。

また、浸水直後に血圧が上昇した被験者は3名 (S. K., T. A., K. M.) であった。このうち被験者 K. M. は、運動終了直後138/78 mmHg, 終了5分後126/68 mmHg となったが、S. K. と T. A. は、境界領域かそれ以上で推移した。他の8名は、収縮期血圧と拡張期血圧が低値で調節された。

個々の血圧の変化をみると前値で境界領域以上

の収縮期血圧をとった場合、浸水時と水中運動終了直後の血圧は必ずしも低値を保持しない傾向にあった。勝木ら¹⁶⁾ は、加速度脈波を用いた指数と (APG index) 動脈硬化指数の間の有意な相関関係を示した。APG index は、血管弾性を反映する指数と考えられ、血中総コレステロール値とも有意な相関関係を示す。グループⅢ群の被験者の中には、保健所で実施する健康教室での血液

資料

運動プログラム

(運動前の心拍数測定)

I. ストレッチング

1. 深呼吸
2. 首のストレッチング
3. 肩のストレッチング
4. アキレス腱のストレッチング

II. ウォーミングアップ

1. スクワット
2. ヒールアップ
3. レッグサイドアップ
4. レッグバックアップ

III. 主運動 (その1)

1. スクワット
2. アームスクリュウ
3. アームスクリュウアップダウン
4. アーム・バウンド
5. アーム・カール
6. アーム・バック・エクステンション
7. アームサイド・サークル
8. 腕の脱力

IV. 主運動 (その2)

1. スクワット
2. アームプッシュ
3. アームカール
4. アーム・サイド・エクステンション
5. アーム・フロント・サークル
6. アームクロス
7. モンキーダンス
8. アームカール

V. 主運動 (その3)

1. スクワット
2. アームプッシュ
3. チキンアーム
4. アームプッシュ
5. チキンアーム
6. ウォーキング
7. ジョギング
8. アームエクステンション
9. ウォーキング
10. ジョギング
11. モンキーダンス
12. アームスイング

VI. クーリングダウン

1. 深呼吸
2. アキレス腱のストレッチング
3. 肩のストレッチング
4. 首のストレッチング

(運動後の心拍数測定)

総運動時間: 14分

曲: 上を向いて歩こう: ストレッチング
とウォーキング

可愛いベイビー: 主運動 (その1)

シーサイド・バウンド: 主運動 (その2)

私の彼は左きき: 主運動 (その3)

あなた: クーリングダウン

相対的運動強度: 40~60% $\dot{V}_{O_{2max}}$

生化学検査がきっかけで本実験に参加したものが半数を超える。

水中立位では四肢の血管が水圧によって圧迫され、胸腔内の血液量が増大しつつ、静脈還流が促進し、血圧が低めに調節されたと考えられる。さらに、Ogiharaら¹⁷⁾は、静水圧は静脈還流を通して右房圧を高め、心房性ナトリウム利尿ペプチドを増加させることを報告した。つまり、カテコラミンやアンギオテンシン作用に拮抗して血圧を低く調節しているとも考えられる^{18,19)}。鈴木ら²⁰⁾は、水浸および軽い強度の運動では血漿 Ald 濃度の上昇が抑制され、尿量、Ccr および電解質排泄の抑制が起こらないことを示し、交感神経緊張状態の者や体液保存的傾向にある高血圧症や肥満者、および軽い腎症患者の運動として水中運動が好ましいと指摘した。

腎機能は、高齢化すると腎動脈や細動脈の硬化等により低下する^{21,22)}。水中運動では、水圧による循環血液量の増大¹²⁾によって運動中の腎血液量が維持し、腎への負担が軽減される。このことが運動時の血圧上昇を抑制していると考えられる。

小野寺ら¹⁰⁾は、本態性高血圧と診断された46歳の男性に対する水中歩行運動において歩速3 km/hから5 km/hの20分歩行運動中の血圧が水中立位前値より低値で調節されることを示した。

今回作成した運動プログラムは、 $40 \sim 60 \dot{V}_{O_{2max}}$ に相当し高齢者においても十分活用が可能である。高齢者では、浸水時の環境適応に対する対応の遅延が血圧変化として現れ、その個人差は高齢者ほど大きいと考えられる。交感神経緊張をダイビングリフレックス等の活用により事前に把握することが望ましい。

3. まとめ

高齢者における水中運動の安全性と妥当性について血圧変化の観点から検討した。高齢者の健康づくりを念頭に置いて水中運動プログラムを

作成した。年齢で分類したⅢ群において血圧変化を比較した。以下結果を得た。

- ①運動プログラムの運動強度変化に伴って、どの群においても心拍数が変化し、水中条件では陸上条件より有意に低い値をとった。
- ②浸水時の血圧変化から年齢が若い群ほど適応が早かった。
- ③高齢者では、水中運動時に必ずしも血圧が低値を示さなかった。

水中運動における心拍数変化は、エネルギー代謝量の変化を反映する。一方、血圧変化は浸水への環境適応等、交感神経系や血管由来の変化を反映するものと考えられ、高齢者の水中運動では血圧変化を事前に把握することが望ましい。

文 献

- 1) Bishop, A. A., Frazier, S., Smith, J., Jacobs, D.; Physiologic responses to treadmill and water running, *Phys. Sports Med.*, 17, 87-9 (1989)
- 2) Town, G. P., Bradley, S. S.; Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners, *Med. Sci. and Sports Exe.*, 23, 238-241 (1991)
- 3) Craig, A. B., Dvorak, M.; Comparison of exercise in air and water of different temperatures, *Med. Sci. Sports*, 1, 124-130 (1969)
- 4) Gleim, G. W., Nicholas, J. A.; Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures, *Am. J. Sports Med.*, 17, 248-252 (1989)
- 5) Onodera, S., Miyachi, M., Yano, H., Nakamura, Y., Kimura, K.; Effect of differences in buoyancy of water on oxygen uptake and heart rate during swimming, *Med. Sport Sci. Basel Karger*, 39, 126-130 (1994)
- 6) 小野寺昇, 木村一彦, 宮地元彦, 米谷正造, 原英樹; 水の粘性抵抗が水中トレッドミル歩行中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 (1992)
- 7) 小野寺昇, 宮地元彦, 矢野博己, 木村一彦, 中村

- 由美子, 池田 章; 水の粘性抵抗が水温と水中トレッドミル歩行中の酸素摂取量および直腸温に及ぼす影響, *川崎医療福祉学会誌*, 3, 167-174 (1993)
- 8) Craing, A. B., Dvorak, M.; Comparison of exercise in air and in water of different temperatures, *Med. Sci. Sports*, 1, 124-130 (1969)
- 9) McArdle, W. D., Magel, J. R., Leames, G. R., Pechar, G. S.; Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25, and 33°C, *J. Appl. Physiol.*, 140, 85-90 (1976)
- 10) Hong, S. K., Cerretelli, P. C., Cruz, J. C., Rarn, H.; Mechanics of respiration during subimmersion in water, *J. Appl. Physiol.*, 27, 535-538 (1969)
- 11) Risch, W. D., Koubenec, H. J., Beckmann, U., Langes, S., Gauer, O; The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution and heart rate in man, *Pflugers Arch.*, 374, 115-118 (1978)
- 12) Greenleaf, J. E., Morse, J. T., Barnes, P. R., Silver, J., Keil, L. C.; Hypervolemia and plasma vasopressin response during water immersion in man, *J. Appl. Physiol.*, 55, 1688-1693 (1983)
- 13) McMurray, R. G.; Plasma volume changes during submaximal swimming, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 127, 535-538 (1969)
- 14) 小野寺昇; 健康づくりのための水中運動に関する基礎的研究に関する研究報告, (財)健康・体力づくり事業財団 (1994)
- 15) 東京都立大学編, 日本人の体力の標準値 第3版 (1988)
- 16) 勝木健一, 山本敏義, 遊津隆義ら; 新しい加速度脈波指数とその臨床生理学的評価, *日本生理学雑誌*, 56, 215-222 (1994)
- 17) Ogiwara, M., Shima, J., Kumahara, Y.; Significant increase in immunoreactive atrial natriuretic polypeptide concentration during head-out water immersion, *Life Sci.*, 38, 2413-2418 (1986)
- 18) Ikawa, S., Suzuki, M., Shiota, M.; Responses in plasma catecholamines, renin, angiotensin, and cAMP in relation with the increase in work load. Report of Reserch Center in Physical Education, 12, 201-212 (in Japanese with English Abstract) (1984)
- 19) 井川幸雄, 鈴木政登, 塩田正俊; カテコールアミン, レニン, アンギオテンシンおよびcAMP反応に及ぼす運動負荷強度の影響, *体育科学*, 12, 201-212 (1984)
- 20) 鈴木政登; 運動と腎機能: そのメカニズムと役割, *体育学研究*, 40, 248-252 (1995)
- 21) 鈴木政登, 桜井智野風, 井川幸雄; 水泳最大運動及び走最大運動時血液生化学成分応答, *宇宙航空環境医学*, 27, 43-52 (1989)
- 22) 鈴木政登; 運動とレニン・アンギオテンシン・アルドステロン系, *Jap. J.Sports Sci.*, 3, 443-449 (1984)