

水中運動の継続期間が血圧に与える影響

The Effect of Continuation Term on BP at Water Exercise

青葉 貴明*, 松本 高明**

Takaaki AOBA*, Takaaki MATSUMOTO**

I. はじめに

水中運動は健康維持や増進に役立つとされている。水中では、水のもつ静水圧、浮力、水温、抵抗などの物理的特性の影響を受け、身体が陸上と異なる生理学的反応を示す¹⁾。物理特性の作用として、静水圧が静脈還流を促進し右心房圧を高め、心房性ナトリウム利尿ペプチドを増加させる⁸⁾。また水中では浮力による体重の減少、その他脈拍の減少¹²⁾、循環血液量の増大³⁾などが起こる。そして関節にかかる負担が少ない状態で陸上運動と同等のエネルギー代謝量の運動が確保できるという利点を有する⁹⁾。また心臓交感神経活動の減弱化および迷走神経活動の賦活化⁷⁾、各種ホルモンの分泌抑制があり¹¹⁾、このはたらきは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、肥満者、軽い腎性患者の降圧効果を促進し、心理的リラクセス感を与えることが報告されている¹⁴⁾。これらの理由から、とくに中高齢者の多くが抱える腰痛症¹³⁾や高血圧症¹⁾などの生活習慣病の予防や改善に対して、水中運動療法が有効であることが明らかにされている。

運動療法は、運動を中止するとその効果がなく

なるとの報告がある。Romanら¹⁰⁾は、運動療法を3ヶ月中止するとその降圧効果はなくなると述べている。また葭川ら¹⁷⁾は軽症高血圧症者に対する運動療法を6ヶ月(週2回)実施した後、1年間運動を持続した群と運動を中止した群とを比較したところ、運動を中止した群は血圧が運動療法前までに再上昇することを示した。これらのことから運動療法による降圧効果の維持には運動の継続が不可欠であると考えられている。

本研究は、中高齢者を対象とした水中運動プログラムを実施し、2ヶ月の短期的なグループと、3年以上定期的に継続して実施しているグループについて中高齢者に対する水中運動プログラムに伴う血圧値を観察し、水中運動の継続期間が降圧効果に与える影響を事例調査することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は2000年から2003年までの間に週2回3年間水中運動を実施した中高齢者30名(男性5名、女性25名、平均年齢60.5±5.8歳)とした。また、

* 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科 (Lab. Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

** 国士館大学体育学部スポーツ医学研究室 (Lab. of Sport medicine, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

表1. 水中運動継続群及び対照群の特徴

群	運動期間	運動回数 (回)	測定期間	N (F/M)	平均年齢(歳)	運動開始時 SBP (mmHg)	運動開始時 DBP (mmHg)
継続群	3年間	225.6±19.6	2000～ 2003年	30 (25/ 5)	60.5±5.8	132.8±4.7	79.2±1.9
対照群	2ヶ月間	14.5±1.2	1997～ 2000年	50 (35/15)	60.4±9.8	133.1±4.1	77.5±2.6

対照群として2000年までに2ヶ月（8週）間、水中運動を実施し、その後水中運動を中止した中高年齢者50名（男性15名、女性35名、平均年齢60.4±9.8歳）とした。3年間継続者を「継続群」、2ヶ月で中止した者を「対照群」とした。被験者は水中運動開始前に医師による問診の後、参加の同意を得た。それぞれのプログラムの概要と被験者の特徴を表1に表した。

2. 水中運動プログラム

水中運動は、K市内の25m屋内プール（水温30.5±1.0℃、気温30.0±1.0℃、水深1.0～1.2m）で3年間実施した。また対照群においてもM市内のほぼ同様の25m屋内プール（水温30.5±1.0℃、気温30.0±1.0℃、水深1.1～1.3m）を用いた。

水中運動プログラムは、継続群において週2回約70分間の運動を実施した。対照群は週2回約90分間の運動を実施した。運動内容は両群ともに、安静時の血圧測定の後、陸上における準備運動、水中歩行、水中ストレッチ、水泳、クールダウンを行った。運動は、水位が剣状突起前後になる位置で、強度は被験者に時々心拍計（ハートレートモニター：Polar S610）を用い、HR90bpm～120bpmになるよう監視し、RPE（Rating of Perceived Exertion：Borg, 1973）が11～13になるよう指導した。また、動作は運動の目的と意図が理解できるよう指導者が細かく指導し、内容は回数を重ねるごとにバリエーションを増やし容易な動作から複雑化させた。

3. 測定方法

血圧の測定方法は、水中運動開始前に十分な安静を保ち、毎回上腕部において自動血圧計（OMRON社製）を用いて各自で測定した。「対照群」は、教室終了後（7ヶ月～3年の期間）にその後の運動継続の有無に関するアンケート調査と血圧測定を実施した。

4. 統計処理

血圧値は全て平均値±標準誤差（SE）で示し、水中運動開始時と継続期間との比較において一元配置分散分析法（Fisherの最小有意差法）を用いた。有意水準は全て5%とした。

III. 結果

1. 「継続群」における3年間の血圧変化

水中運動開始時から3年間運動継続中の血圧値を表2及び図1に示した。運動開始時にはSBPが132.8±4.7mmHg、DBPが79.2±1.9mmHgであったのに対し、8週間後にそれぞれ129.0±3.6mmHg/77.9±2.0mmHgとなり、降圧傾向がみられた。また、7ヶ月後には、126.9±4.0mmHg/77.6±2.0mmHgとなり、運動開始時に比較しSBPが約6mmHg有意に低下した（ $p<0.05$ ）。また、1年後には、127.3±4.5mmHg/77.9±2.0mmHgと有意な低下を維持し（ $p<0.05$ ）、さらに3年後においても128.2±4.4mmHg/78.3±1.9mmHgを示し、SBPの降圧状態を維持した（ $p<0.05$ ）。しかしなが

表 2. 継続群及び対照群における経過期間と血圧値

	N	運動開始時	8 週後	7 ヶ月後	1 年後	2 年後	3 年後	
継続群	SBP	132.8±4.7	129.0±3.6	126.9±4.0 *	127.3±4.5 *	128.1±4.9 *	128.2±4.4 *	
	DBP	79.2±1.9	77.9±2.0	77.6±2.0	77.9±2.0	79.2±1.9	78.3±1.9	
対照群		50	136.6±4.6	133.3±4.0 *	————	————	————	————
		13	133.8±4.6	————	127.5±3.2	————	————	————
	SBP	12	134.8±4.9	————	————	130.7±3.5 *	————	————
		8	129.7±4.9	————	————	————	132±2.8	————
	DBP	11	130.6±4.3	————	————	————	————	132.5±6.1
		50	80.9±1.8	76±1.0 *	————	————	————	————
		13	77.7±2.4	————	76.8±3.2	————	————	————
	DBP	12	78.8±3.3	————	————	76.9±3.7	————	————
		8	76.8±3.1	————	————	————	81.3±4.3	————
		11	73.2±2.4	————	————	————	————	75.5±3.0

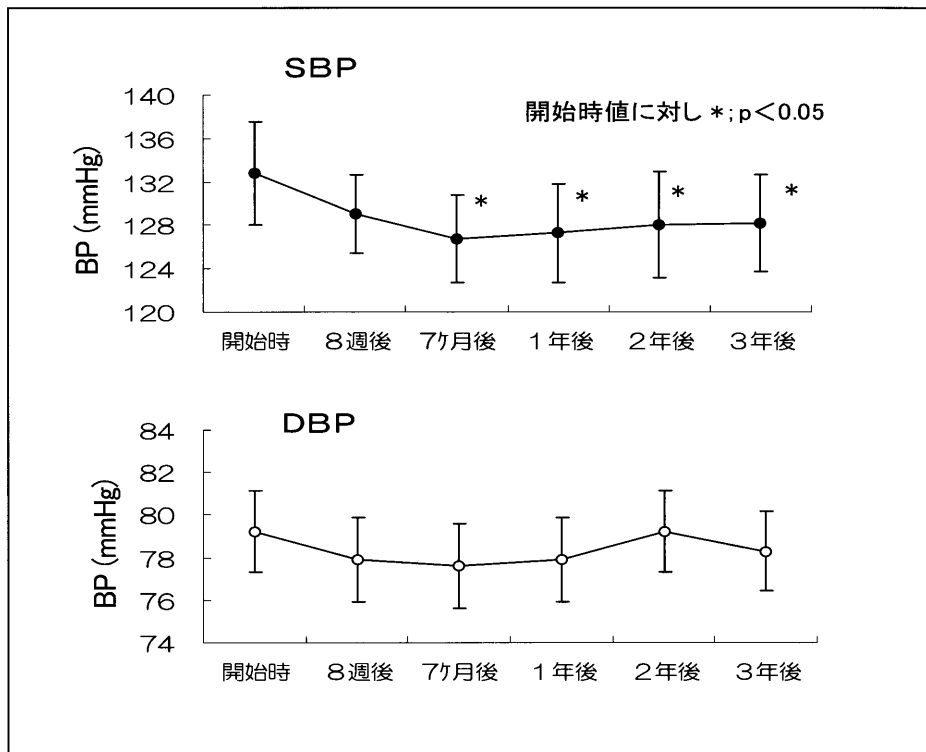


図 1. 継続群における経過日数と血圧値の変化 (n=30)

ら、DBPは、運動開始時よりも1～2 mmHg前後の降圧効果がみられたが、有意な変化は示さなかった。

2. 「対照群」における血圧変化

水中運動開始時から8週間後（2ヶ月の水中運動プログラム終了後）及び水中運動中止後より7ヶ月後から3年後の血圧値を表2及び図2に示した。水中運動プログラム終了後（8週間後）の調査対象者は50名で、運動開始時にSBPは136.6±4.6mmHg、DBPは80.9±1.8mmHgであったのに対し、133.3±4.0mmHg/76.0±1.0mmHgとSBPが約3 mmHg、DBPが約6 mmHgそれぞれ有意な低下を示した（ $p<0.05$ ）。また、運動を中止した後7ヶ月後の調査対象者は50名中13名で、水中運動プログラム開始時に、SBPは133.8±4.6mmHg、DBPは77.7±2.4mmHgであったが、7ヶ月後に

はそれぞれ127.5±3.2mmHg/76.8±3.2mmHgであり、低下を維持する傾向にあった。運動を中止した後1年後の調査対象者は50名中12名で、運動開始時にSBPは134.8±4.9mmHg、DBPは78.8±3.3mmHgであったのに対し、1年後にはそれぞれ130.7±3.5mmHg/76.9±3.7mmHgとSBPにおいて有意な低下を維持し（ $p<0.05$ ）、DBPにおいても低下傾向を示した。運動を中止した後2年後の調査対象者は50名中8名で、水中運動プログラム開始時に、SBPは129.7±4.9mmHg、DBPは76.8±3.1mmHgであったが、2年後にはそれぞれ132.0±2.8mmHg/81.3±4.3mmHgであり、水中運動終了時の値を上回り、運動開始時よりも高くなっている傾向がみられた。またさらに、運動を中止した後3年後の調査対象者50名中11名は、水中運動プログラム開始時に、SBPが130.6±4.3mmHg、DBPが73.2±2.4mmHgであったが、3年後には

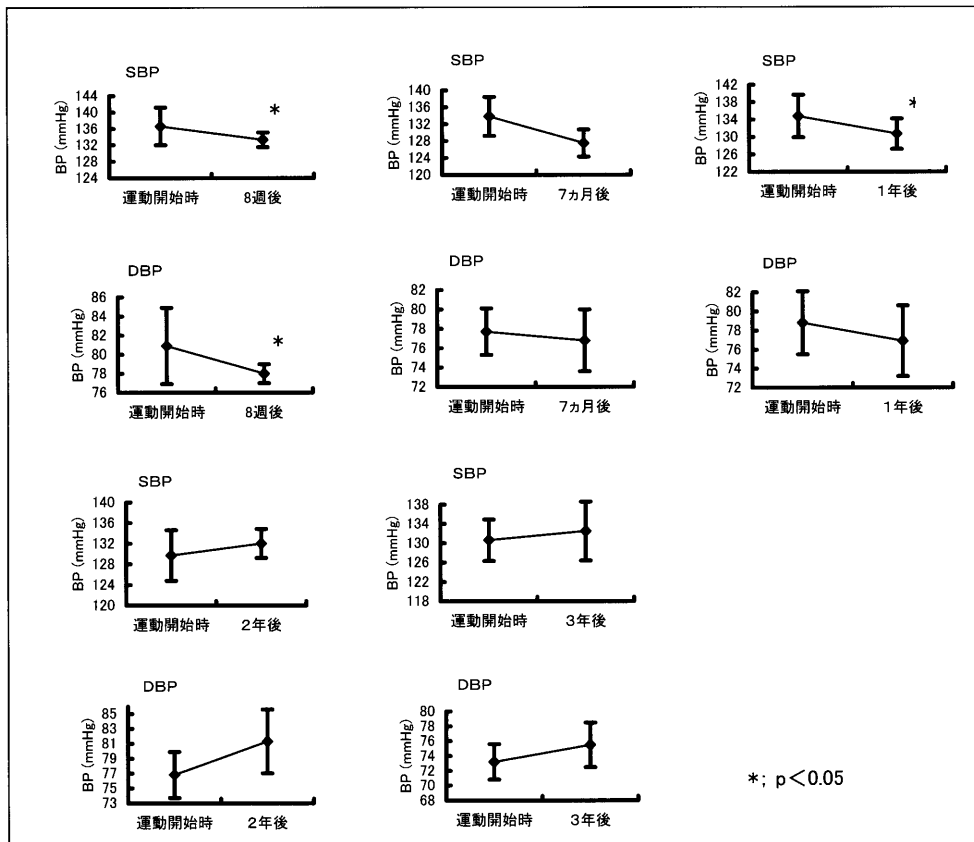


図2. 対照群における8週間から3年後の血圧比較

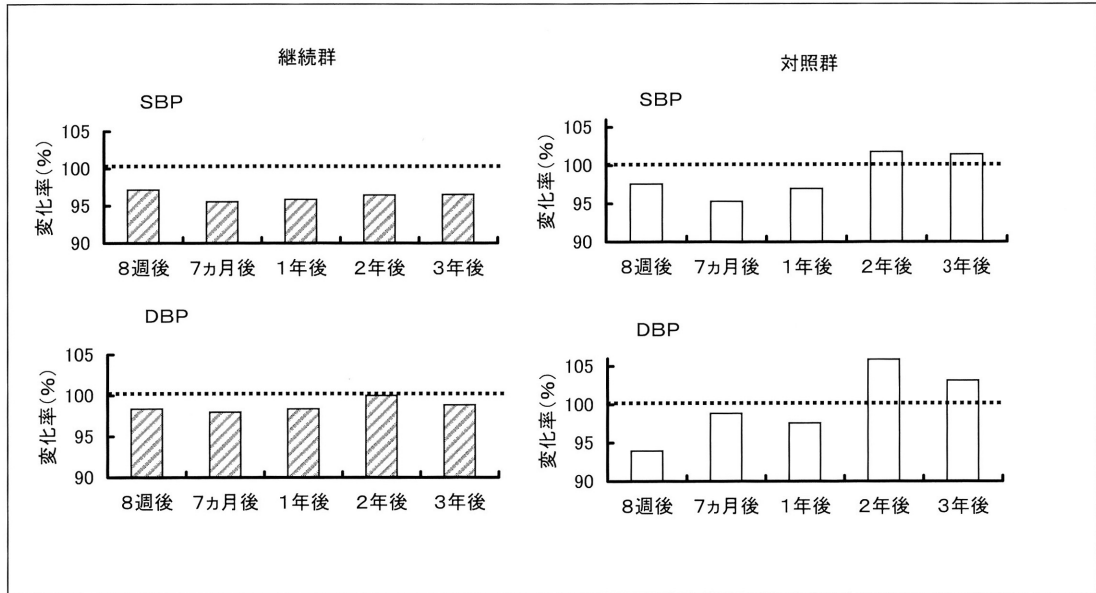


図3. 継続群及び対照群の運動開始時に対する経過期間における血圧の変化率の比較

それぞれ $132.5 \pm 6.1\text{mmHg} / 75.5 \pm 3.0\text{mmHg}$ を示し、SBP、DBPともに運動開始時まで再上昇しているか、さらに上昇している傾向にあった。

3. 「継続群」と「対照群」における3年間の血圧比較

3年間の血圧変化について、水中運動プログラム開始時を100とした場合の変化率を図3に示した。継続群は、水中運動開始時に対し、運動を継続している3年間でSBPが95.6～97.1%の範囲で維持されている傾向がみられた。また、DBPにおいても運動開始時に対し98.0～100%の範囲を示し、低下や維持の傾向を示した。一方対照群は、水中運動開始時に対し、運動を中止した直後である8週間後及び7ヶ月後、1年後においては、SBPが95.3～97.6%、DBPが93.9～98.8%の範囲で降圧維持が見られたが、2年後には、SBPが101.8%、DBPが105.9%、3年後には、SBPが101.5%、DBPが103.1%を示し、継続群に比べ2年後以降に上昇している傾向にあることが示された。

IV. 考 察

継続群においては、水中運動の実施により約8週間後からSBP及びDBPの低下傾向がみられ、7ヶ月後にはSBPの有意な低下が見られた(図1)。水中運動による降圧効果は、個人差や運動条件によって差異があるとされているが、陸上運動による降圧効果が見られ始める期間がSBPで3週間から5週間、DBPで5週間から10週間前後、つまり1ヶ月から2ヶ月であるという報告⁶⁾と一致し、過去の陸上運動における縦断的研究の報告と近い結果となった。降圧効果の要因は、末梢血管抵抗の低下や心血管系の弾力性の増大、血漿ノルエピネフリン濃度の低下、心拍数の低下、交感神経緊張の低下²⁾などが考えられる。これに加え水中運動では、物理的な特性が働き、静脈還流の促進やカテコラミンやアンギオテンシン作用に拮抗して⁴⁾、血圧を低く調節していると考えられる。これらのはたきは、副交感神経系の促進による心理的リラックス感を与える¹⁴⁾ことや血管の収縮・

拡張作用に寄与すると考えられ、このような作用が相互的に身体に影響を与え降圧効果がもたらされていると考えられる。

対照群は、水中運動開始時に比べ、2ヶ月の運動期間終了直後にSBP、DBPともに有意に低下し、運動中止7ヶ月後から1年後においてもその血圧値を維持、または低下を示した(図2)。一般に運動の効果は、運動を中止するとなくなるとされ、運動療法は3ヶ月の中止で血圧に対する降圧効果がなくなることが報告されている¹⁰⁾。本研究において運動中止後、1年間血圧値が維持されたのは、2ヶ月の運動期間の経験によって、健康に対する意識の向上による自主的な運動参加による効果であることが筆者らの研究¹⁾で示された。しかしながら運動中止後2年経過すると、運動開始時の値あるいはそれ以上にまで血圧値は上昇している傾向がみられた。これは運動中止後の健康に対するモチベーション維持の低下が起きていることが考えられた。また、日本人の本態性高血圧症の割合が加齢とともに増加していることから⁵⁾、加齢による血圧上昇が起きていると考えられた。

一方、継続群はSBP、DBPともに運動開始時の値に比べ、2年以上経過しても降圧効果の維持や低下が見られ、少なくとも上昇している者はみられなかった。特にSBPにおいては有意な低下が維持された。これまでに、降圧の維持に際して1年間の運動の継続について効果が示されてきた¹⁷⁾。しかし本研究では3年間の定期的な運動が血圧の降圧維持をもたらすことが示唆された(図3)。このようなことから、水中運動の継続は、加齢に伴う血圧値の上昇を3年間は抑制できると考えられた。

V. まとめ

本研究は、中高齢者を対象とした水中運動プログラムを実施し、中高齢者に対する水中運動プログラムの継続期間が降圧効果に与える影響を事例調査することを目的とした。

週2回約70分の水中運動では約8週間後から血圧の低下傾向が見られ、約7ヶ月後にはSBPにおいて有意に低下を示した。また、低下した血圧は、運動継続している3年間において維持し、上昇はみられなかった。一方、運動を2ヶ月で中止した者においては、運動開始時に比べ、運動中止1年後までの期間で血圧値の低下や維持が観察されたが、運動中止2年後には、加齢や運動習慣の減衰によって有意な上昇がみられた。このようなことから、水中運動の中止は、降圧効果に1年間は寄与する可能性があるが、水中運動の定期的な継続は、少なくとも3年間は加齢に伴う血圧上昇を抑制できることが示唆された。

引用・参考文献

- 1) 青葉貴明、松本高明、菅野篤子、野村武男：水中運動教室実施が中高齢者の降圧効果に与える影響、国士舘大学体育研究所報、第20巻、99-104、2001。
- 2) Duncan, J. J. et al.: The effect of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension. *JAMA.*, 258, 2609-2613, 1985.
- 3) Greenleaf, I. E., Moresse, J. T., Barnes, P. R., Silver, J., Keil, L. C. : Hypervolemia and plasma vasopressin response during water immersion in man, *J/ Apple. Physiol.*, 55, 1688-1693, 1983.
- 4) 井川幸雄、鈴木政登、塩田正俊：カテコールアミン、レニン、アンジオテンシンおよびcAMP反応に及ぼす運動負荷強度の影響、*体育科学*、12、201-212、1994。
- 5) 厚生省大臣官房統計情報部：国民生活基礎調査、(財)厚生統計協会、東京、1999。
- 6) 前田浩和、荒川規矩男：高血圧と運動指導、*臨床スポーツ医学*、14、8、835-840、1997。
- 7) Miwa, C., Sugiyama, Y., Mano, T., Iwase, S., Matsukawa, T.: Spectral characteristics of heart rate and blood pressure variabilities during head-out water immersion, *Environmental Medicine*, 40, 91-94, 1996.
- 8) Ogihara, M. et al. : Significant increase in immunoreactive atrial natriuretic polypeptide concentration during head-out water immersion, *life Sci.*, 38, 2413-2418, 1986.
- 9) 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.
- 10) Roman, O.: Physical training program in arterial hypertension. A long-term prospective follow up. *Cardiology*, 67, 230-243, 1981.
- 11) Sheldahi, L. M. et al. : Fluid-regulating hormones during exercise when central blood volume is increased by water immersion, *Am. J. Physiol.*, 262, R779-R785, 1992.
- 12) Sholander, P. F.: Circulation adjustment in pearl divers. *J. Appl. Physiol.*, 17, 184-190, 1962.
- 13) 菅野篤子, 野村武男: 中高年における腰痛者を対象とした短期的な水中運動の身体的および心理的効果, *いばらき健康・スポーツ科学*, 16, 19-26, 1998.
- 14) 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.
- 15) Town, G. P., Bradley, S. S.: Maximal metabolic response of deep and shallow water running in trained runners, *Med. Sci. and Sports Exe.*, 23, 238-241, 1991.
- 16) Urata, H., Tanabe, Y., Kiyonaga, A., Ikeda, M., Tanaka, H., Shindo, M. and Arakawa, K.: Antihypertensive and volume depleting effects of mind exercise on essential hypertension. *Hypertension*, 9, 245-252, 1987.
- 17) 葭川明義: 軽症高血圧患者の運動療法における降圧機序と運動処方決定に関する研究、*体力科学*, 77, 169-176, 1991.