

## 水中運動教室実施が中高齢者の降圧効果に与える影響

### The effects of enforcement water exercise class on hypotensive to blood pressure at elderly subjects

青 葉 貴 明\*, 松 本 高 明\*\*, 菅 野 篤 子\*\*\*, 野 村 武 男\*\*\*

Takaaki AOBA \*, Takaaki MATSUMOTO \*\*, Atsuko SUGANO \*\*\*  
and Takeo NOMURA \*\*\*

#### ABSTRACT

The purpose of present study was to examine the effect of 8 weeks of water exercise on blood pressure at 133 elderly subjects. Blood pressure was measured each time at rest period before starting water exercise. Blood pressure value was compared 8 weeks of beginning of the class and after the end of the class. Another investigation was performed and it was examined longitudinally. In elderly subjects, significant improvement of SBP or DBP were shown among the subjects in elder group and high blood pressure level. However, the the obesity subjects showed no significant change. The present study suggested that blood pressure value would improve with water exercise and recognition of health was for elderly subjects who participated the water exercise program.

*Key words; Water exercise, Blood pressure, Elderly subjects*

#### は じ め に

運動療法による降圧効果は、薬物療法と異なり疾患をもとから是正の方向にはたらきかける作用がある<sup>12)</sup>。その機序として末梢血管抵抗の低下、心血管系の弾力性の増大、安静時の交感神経緊張の低下、血漿ノルエピネフリン濃度の低下、心拍数の低下、精神的リラクセーションなどがあげられる<sup>2)</sup>。水中では物理特性（浮力、水圧、水温、抵抗など）が作用し、静脈還流の促進、血管壁の弾性増大、各種昇圧性ホルモンの分泌抑制、副交感神経系の促進による心理的リラクセス感を与え

る<sup>4) 7) 9) 11)</sup>。こうした水中運動特有の効果は、より多くの中高齢者の血圧を改善・維持させると考えられる。

水中運動を用いた中高齢者の血圧に対する降圧効果の研究は、水中運動を実践指導していく現場へフィードバックし、安全かつ継続的な水中運動実施に役立てる必要である。本研究では、中高齢者に対する水中運動プログラムに伴う血圧の動向を観察し、水中運動による降圧効果と健康維持・増進について水中運動の指導的な立場から検討することを目的とする。

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

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

\*\*\* 筑波大学体育科学系 (Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba)

## 方 法

式自動電子血圧計（松下製EW284）を用いた。

### 1. 対象者

#### 1) 水中運動実施群

水中運動教室参加者は133名（男性33名、女性100名）であるが、参加率70%以上で最終回まで継続し、薬物を服用していない者100名（男性29名、女性71名）を水中運動実施群とした、平均年齢は59.1±10.0歳であった。高血圧者や有疾患者に対しては医師による参加の許可を得た。

#### 2) 対照群

日常運動習慣のない中高齢者30名（男性17名、女性13名）で、平均年齢57.0±12.5歳であった。

本研究の対象者の分類と安静時血圧血を表1に表した。

### 2. 測定・調査方法

運動前と運動後に十分安静にした状態で測定した。測定は各自で行うため簡易性を重視し、手首

### 3. 水中運動プログラムの内容

水中運動は25m屋内プール（気温30.0±1.0℃、水温30.0±1.0℃）で8週間実施した。頻度は週2回で1回約90分間のプログラムを実施した（図1）。

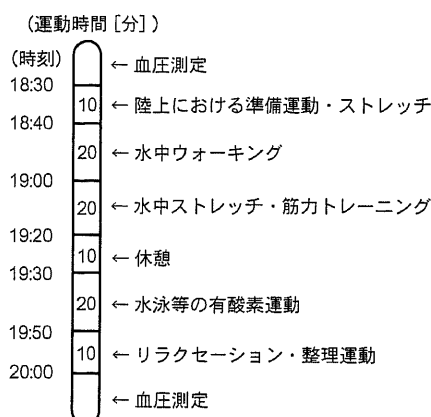


図1 水中運動プログラムの時間と内容

表1 対象者の分類と教室初期および終期の安静時血圧値

検討項目	群	n	(M/F)	平均年齢	BMI	BP(教室初期)		BP(教室終期)	
						SBP	DBP	SBP	DBP
水中	全体	100	(29/71)	59.1±10.0	24.7±2.6	142.0±1.6	80.9±0.9	133.3±1.6	78.0±1.0
運動群	性別								
	男性	29		63.3±10.9	24.8±2.2	138.3±2.4	81.9±1.8	132.9±2.5	77.9±1.9
	女性	71		56.3±8.1	24.7±3.1	138.8±2.0	80.2±1.0	133.4±2.0	78.2±1.1
	年齢								
	30・40歳代	18	(3/15)		24.4±3.2	131.5±2.9	78.9±1.9	127.2±3.6	74.9±2.0
	50歳代	24	(6/18)		24.4±3.1	137.2±2.4*	81.5±1.5*	133.9±2.4	78.9±1.4
	60歳代	36	(10/26)		25.0±2.7	143.3±3.0***	81.1±1.6**	137.8±2.4	81.1±1.7
	70・80歳代	12	(5/7)		25.1±2.2	139.8±3.8**	79.9±2.0	126.7±3.7	71.5±2.5
	(不明)	10							
						[30・40歳代群]に対する比較(*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001)			
BMI(肥満)	肥満者	39	(11/28)	59.3±8.1		142.4±2.6	83.0±1.4**	139.5±2.5*	81.3±1.6**
	非肥満者	57	(14/43)	57.2±10.3		136.5±2.0	79.4±1.1	129.8±2.1	76.3±1.1
						[非肥満者群]に対する比較(*p<0.05, **p<0.01)			
血圧分類	正常血圧者	31	(8/22)	53.8±9.3	24.0±2.4	122.8±0.7	74.6±1.2	122.2±1.9	72.8±1.5
	正常高値者	30	(9/21)	60.1±10.6	24.5±3.3	134.9±0.5	79.3±0.9	131.2±2.0	77.3±1.5
	高血圧軽症者	28	(9/19)	60.0±7.6	25.2±2.8	148.0±1.2	85.4±1.6	140.6±2.6	82.3±1.9
	高血圧中等・重症者	11	(3/8)	62.0±8.1*	25.9±2.7	169.9±2.3	90.0±2.4	151.2±5.7	84.4±1.8
						[正常血圧者群]に対する比較(*p<0.05)			
反復参加者	1回目	31	(10/21)	60.4±9.0	24.7±2.2	147.9±2.4	84.1±1.2	139.5±2.4	78.9±1.6
	2回目				24.3±2.7	143.3±2.7	83.1±1.5	135.9±2.3	78.4±1.4
対照群	全体	30	(17/13)	57.0±12.5	24.1±3.6	132.7±2.6	80.0±1.8	131.5±2.9	79.8±2.1

プログラム構成は、陸上における準備運動、水中歩行、水中ストレッチ、水中筋力トレーニング、水泳などの有酸素運動、リラクセーションであった。水位は剣状突起の前後5cmとなる位置で、強度はRPE11~13（楽である～ややきつい）とし、動作や筋収縮についても参加者全員の理解が一致するよう指導した。

#### 4. 分析方法

血圧の分析は、水中運動開始前安静時の血圧値を用い、水中運動初回～第3回目の平均値を「教室初期（pre）」とし、水中運動第12回目～14回目の平均値を「教室終期（post）」とし、比較検討した。

血圧値は、平均値±標準誤差（SE）で示し、対応のあるt検定、一元配置分散分析法による多重比較により検討した。有意水準は5%とした。

#### 結果および考察

##### 1. 水中運動実施群と対照群

8週間の短期的な水中運動では、水中運動実施者の多くが教室初期から終期において、SBPは約8.7mmHg（ $p<0.001$ ）、DBPは約2.9mmHg（ $p<0.001$ ）有意な改善がみられた（図2）。一方、運動習慣のない対照群は8週間に血圧の変化がみられないことから、8週間の水中運動が血圧の降圧に影響を及ぼしたものと思われる。

##### 2. 血圧の変化と性別

対象者のうち男性は29名、女性は71名であった。水中運動教室初期における血圧値に性別の差はなかったが、教室終期において男性のSBPが約5.4mmHg（ $p<0.05$ ）、DBPが約3.0mmHg（ $p<0.05$ ）初期値より有意な改善が見られた。また女性においては、SBPが約5.4mmHg（ $p<0.001$ ）、DBPが約2.0mmHg（ $p<0.001$ ）それぞれ有意な改善を示した。運動療法において性別による効果に差はないと考えられてきているが、本研究においては特に

女性に対し効果が大きいことが示唆された（図3）。

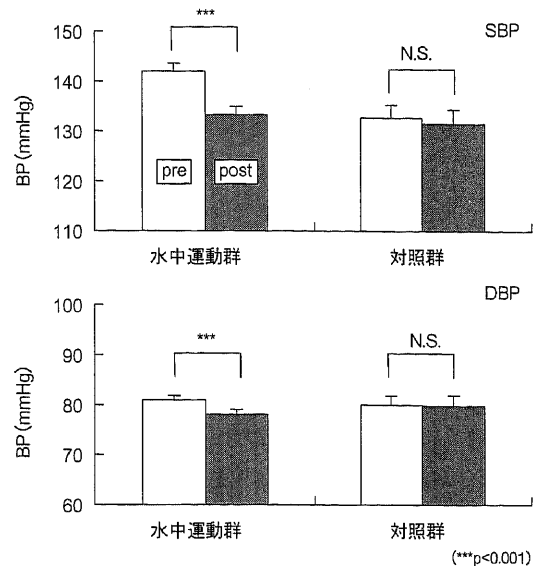


図2 水中運動群と対照群における水中運動教室初期から終期の血圧変化の比較（平均値±SE）

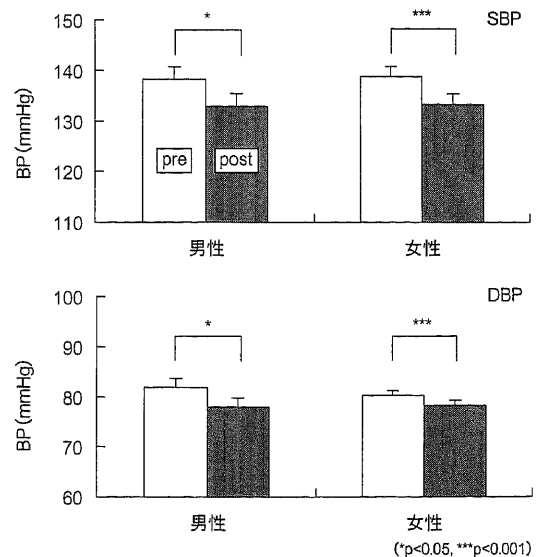


図3 性別による水中運動教室初期から終期の血圧変化の比較（平均値±SE）

### 3. 血圧の変化と年齢

水中運動実施群を年代ごとの4群(30歳代および40歳代、50歳代、60歳代、70歳以上)に分類した。年代が高くなるにつれて初期の血圧値が高い傾向がみられた。教室初期から終期の血圧値の変化は、30歳および40歳代のDBPが約4 mmHg ( $p<0.01$ )、50歳代の群のDBPが約2.6 mmHg ( $p<0.05$ )、60歳代の群のSBPが約5.5 mmHg ( $p<0.05$ )、70歳および80歳代の群のSBPが約13.1 mmHg ( $p<0.01$ )、DBPが約8.4 mmHg ( $p<0.001$ ) 有意に改善した(図4)。

中高齢者の多くにこのような血圧の改善がみられた理由は、血管の収縮拡張作用による静脈還流促進と血管壁の弾性促進、副交感神経活動の促進、BMIの減少などが考えられた。副交感神経系の促進は心理的リラックス感を与え<sup>11)</sup>、中高齢の腰痛者を対象とした水中運動の実施に伴い、疼痛や不安(Anxiety)のレベルが低下した報告もあり<sup>10)</sup>、水中運動では身体的効果だけでなく、心理的效果も働いた可能性が考えられた。

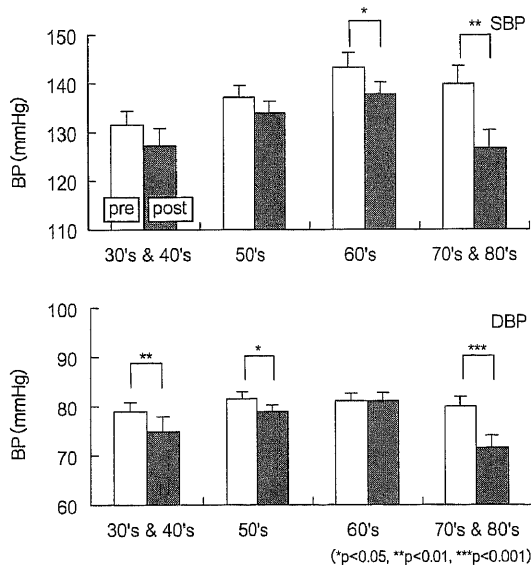


図4 年代別でみた水中運動初期から終期の安静時血圧の変化(平均値±SE)

### 4. 血圧の変化と血圧分類

WHO(世界保健機構)・ISH(国際高血圧学会)が1999年に示した分類に従い、本研究では、SBP130 mmHg未満/DBP85 mmHg未満を正常血圧群とし、SBP130~139/DBP85~89 mmHgを正常高値群、SBP140~159 mmHg/DBP90~99 mmHgを高血圧軽症群、SBP160 mmHg以上/DBP100 mmHg以上を高血圧中等・重症群と4群に分類した。

血圧分類のレベルが高いほど、年齢が高い傾向がみられた。水中運動教室初期から教室終期の血圧値の変化は、高血圧軽症者群において、SBPは約7.4 mmHg ( $p<0.01$ )、DBPは約3.1 mmHg ( $p<0.05$ ) 有意に改善し、高血圧中等・重症者群のSBPは約18.7 mmHg ( $p<0.01$ )、DBPは約5.6 mmHg ( $p<0.05$ ) 有意な改善を示した(図5)。本研究による高血圧中等・重症の対象者は、SBPのみ高血圧中等・重症の傾向にある収縮期高血圧症である。SBPの改善は水中運動の降圧機序として、有酸素的な運動による運動不足の解消や血管の収縮拡張、交感神経緊張の開放などが相互的に作用

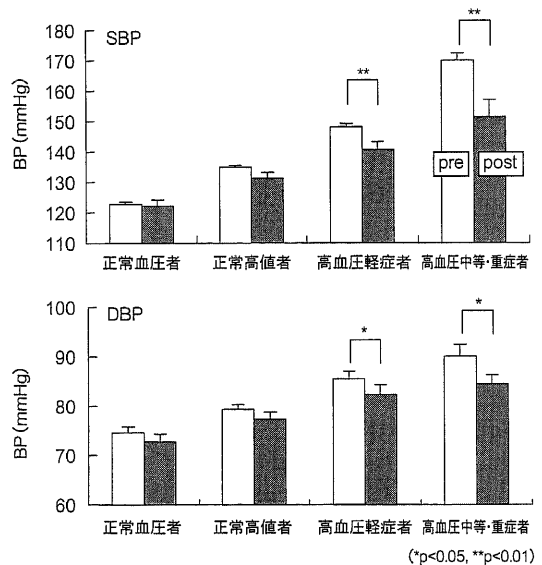


図5 血圧分類(WHO, ISH, 1999)でみた水中運動教室初期および終期の安静時血圧の変化(平均値±SE)

した可能性が示唆された。

## 5. 血圧の変化とBMI

日本肥満学会はBMI $25\text{kg}/\text{m}^2$ を「肥満」と定義している。本研究の肥満者 (n=39) はBMI $25\text{kg}/\text{m}^2$ 未満の非肥満者 (n=57) よりも水中運動教室初期の血圧値がSBP、DBPともに高く、特にDBPに有意な差がみられた ( $p<0.05$ 、表1)。肥満者は教室初期から終期にかけてBMIの低下傾向がみられたが、血圧値に変化はみられなかった。一方、非肥満者は教室初期から終期でSBP ( $p<0.001$ )、DBP ( $p<0.001$ ) の有意な改善を示した (図6)。肥満者は日常の活動水準が低い可能性が考えられ、合併症を有したり、血管の弾性が低下してきていることが降圧効果をもたらさないのかも知れない。

近年、肥満に伴う高血圧が増加し、肥満と高血圧の関係が認められる一方、都市部を中心に肥満傾向にない成人が高血圧を発症している<sup>8)</sup>。近代生活のストレス、食生活、運動不足などの要因が関与していると考えられ、非肥満者における高血

圧予防が求められるところである。本研究において水中運動は、肥満ではない成人の血圧値を改善させるのに有効であったため、改善に加えて高血圧予防としても効果が期待できると考えられる。

## 6. 反復参加者の血圧変化

本研究の水中運動教室は年1度8週間のみ実施している。本水中運動教室を2度以上参加している者 (反復参加者) は31名いた。1度目の水中運動教室終了時から2度目の開始時まではおおよそ10ヶ月の期間があり、今研究の反復参加者は、1度目の水中運動教室で有意な降圧効果をあげていたにもかかわらず、10ヶ月後である2度目の初期値は、1度目の初期値近くにまで有意に ( $p<0.05$ ) 戻っていることが示された (図7)。一般に運動療法は、運動を中止するとその効果がなくなると考えられる。Roman et al.<sup>6)</sup> は、運動療法を3ヶ月中止すると運動による降圧効果がなくなるとし、荻川<sup>14)</sup> は運動療法を1年間継続した後、ひき続き継続していた者は降圧効果が維持されたが、運動を中止した者は血圧が運動療法開始前まで再上昇

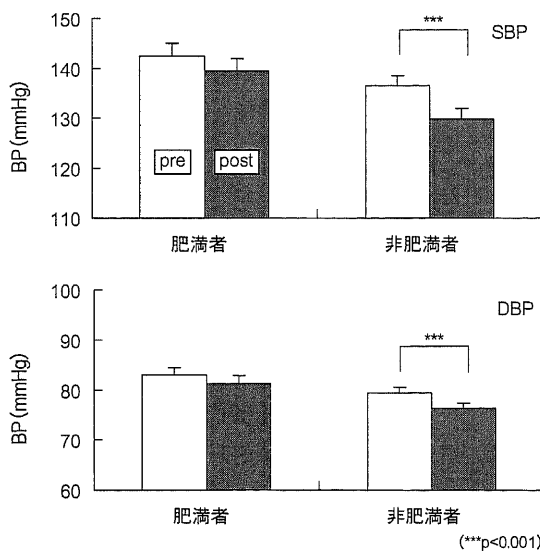


図6 BMI (肥満) でみた水中運動教室初期および終期の安静時血圧の変化 (平均値±SE)

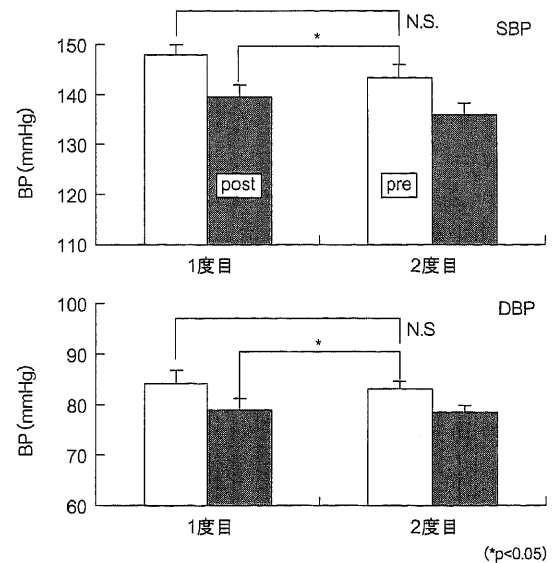


図7 水中運動教室反復参加者31名の10ヵ月後の安静時血圧値 (平均値±SE)

し、降圧の維持には運動の継続が重要であることを述べている。本水中運動教室に参加した者の多くは、日頃からの運動習慣がないことが考えられることから、ライフスタイルや加齢の影響などによって効果を維持することが難しいのだと考えられた。

## ま と め

中高齢者においては、週2回、8週間の水中運動の実施により、血圧の改善効果が認められた。水中運動教室による血圧変化は、年齢が高く、血圧分類レベルが高い者がSBP、DBPの有意な改善が示され、特に女性に対して効果が高かった。これらは主に水圧や水温による血管壁の収縮や拡張の促進、副交感神経活動促進、心理的リラックスといった水中運動独特の影響によって得られた効果であると考えられた。また、水中運動の効果は非肥満者に有効であったことから、多くの一般成人にとって肥満の予防と高血圧の予防の両面に効果的である可能性が示唆された。

さらに、水中運動の降圧効果を維持するには、継続した運動を実施する必要性が示唆された。こうした短期的な水中運動教室においては、参加者に継続して水中運動を実施する方向へと導くことで、更なる健康維持・増進が望まれると考えられた。

## 引用・参考文献

- 1) Blair, S. N., Kohi, H. W., Barlow, C. E., Paffenberger, R. S., Gibbons, L. W. and Macera, C. A. (1995) : Change in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *J. A. M. A.*, **273**.
- 2) Duncan, J. J. et al. (1985) : The effect of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension. *JAMA*, **258** : 2609-2613.
- 3) Gibbons, L. W., Blair, S. N., Cooper, K. H. and Smith, M. (1983) : Association between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation*, **67** : 977-983.
- 4) Ogihara, M. et al. (1986) : Significant increase in immunoreactive atrial natriuretic polypeptide concentration during head-out water immersion, *Life Sci.*, **38** : 2413-2418.
- 5) 盧 昊成 (2000) : 軽症高血圧女性に対する運動療法の有用性 : 観察期間中の運動療法VS. 運動療法, (財)厚生統計協会, 厚生指標, **47**.
- 6) Roman, O. (1981) : Physical training program in arterial hypertension. A long-term prospective follow up. *Cardiology*, **67** : 230-243.
- 7) Sheldahl, L. M. et al. (1992) : Fluid-regulating hormones during exercise when central blood volume is increased by water immersion, *Am. J. Physiol.*, **262** : R779-R785.
- 8) 嶋本 亨 (1991) : 日本人の日常の身体活動と動脈硬化性疾患, 現代医療, **24** : 529. 運動療法の有用性 : 観察期間中の運動療法VS. 運動療法, (財)厚生統計協会, 厚生指標, **47**.
- 9) Sholander, P. F. (1962) : Circulation adjustment in pearl divers. *J. Appl. Physiol.*, **17** : 184-190.
- 10) 菅野篤子, 野村武男 (1998) : 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.
- 11) 鈴木政登 (1995) : 運動と腎機能: そのメカニズムと役割, 体育学研究, **40** : 248-252.
- 12) Tipton, C. M. (1991) : Exercise, training and hypertension: an update. *Exercise and Sports Science Reviews*, American College of Sports Medicine Series, **19** : 477-505.
- 13) Urata, H., Tanabe, Y., Kiyonaga, A., Ikeda, M., Tanaka, H., Shindo, M. and Arakawa, K. (1987) : Antihypertensive and volume depleting effects of mind exercise on essential hypertension. *Hypertension*, **9** : 245-252.
- 14) 葭川明義 (1991) : 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.