

生活習慣病を有する高齢者の運動効果  
～水中運動と陸上運動の検討～

Effect on an exercise of the elderly who has lifestyle related diseases  
—The comparison with the aqua-exercise and the land-exercise—

須藤 明治\*, 宇佐美 彰朗\*\*, 角田 直也\*\*\*, 渡辺 剛\*\*\*\*

Akiharu SUDO \*, Akio Usami \*\*, Naoya TSUNODA \*\*\*  
and Tsuyoshi WATANABE \*\*\*\*

ABSTRACT

It has been known that improves that blood glucose and lipid metabolism which is the danger factor of the lifestyle related diseases well as for some regular aerobic exercise. The aim of this study was to investigate the effects of lifestyle related diseases prevention during the aqua-exercise being done at the swimming club . Seventy-seven aged subjects participated in this study, and an aqua exercise or a land exercise for 3 months. And it investigated about the change in the blood pressure, the blood chemical date and subjective pain of the lumbus, shoulder, knee. Frequency of exercise was made 2 times a week and 24 for 3 months of 8 times in a month.

- 1) Changes in BMI and body weight significantly decreased during the aqua-exercise and the land-exercise after three months.
- 2) Changes in the blood pressure significantly decreased during the aqua-exercise and the land-exercise after three months.
- 3) Changes in total cholesterol levels, triglyceride levels and urine acid levels significantly decreased during the aqua-exercise after one month. Changes in total cholesterol levels, urine acid levels significantly decreased during the land-exercise after three months.
- 4) The pain of the knee improved a change in the scale of the pain during the aqua-exercise after one month. And, the pain of the lumbus improved after two months.

In conclusion, the aqua-exercise programs were effective for the improvement of the blood chemical date and a decrease in body weight Furthermore, the reduction of the pain of the knee and the lumbus was admitted at the same time, too. The aqua-exercise programs being done at the swimming club were effective for the person who had the factor of the lifestyle related diseases, with the fat and the pain of the knee and the lumbus for the fat and elderly.

*Key words; Aqua-exercise, lifestyle related diseases, total cholesterol levels, pain*

\* 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 東海大学体育学部 (Faculty of Physical Education, University of Tokai)

\*\*\* 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Lab.of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\*\*\* 国士舘大学体育学部運動生理学教室 (Lab.of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

## はじめに

中高年者において、定期的な有酸素性運動は、呼吸循環系機能を向上させ、生活習慣病の危険因子である血中脂質などを改善することが多くの研究により報告されている<sup>14)</sup>。また、本態性高血圧者において週3回、2～3ヶ月程度の有酸素性運動を行うことで有意に血圧が下がることも知られている<sup>29)</sup>。特に、水中運動は、浮力の作用から筋と関節への荷重負荷の軽減、それに伴う疼痛の軽減、低負荷環境のトレーニングを行うことにより関節可動域の拡大に有効であることが知られている<sup>1, 15, 16, 17, 18, 19, 20)</sup>。そして、近年、高齢者の筋・機能向上を目的とした陸上での筋力トレーニングは、トレーナビリティを向上させ、つまずき・転倒予防に貢献していることが知られている<sup>12, 13, 14)</sup>。そこで、地域のスイミングクラブで実施されている生活習慣病対策の水中運動教室と陸上で持久性及び筋力トレーニングを中心に指導している教室において、その運動効果を比較検討するため、血液成分の変動と、肩・腰・膝における痛みの変動の調査を行い、それらの運動効果を検討した。

## 1. 方法

水中運動教室における被検者は、日常生活に支障がなく自立した生活を送っている中高年女性66名とした(平均年齢 $54.1 \pm 11.7$ 歳)。また、陸上運動教室における被検者も、日常生活に支障がなく自立した生活を送っている中高年女性11名とした(平均年齢 $63.3 \pm 8.9$ 歳)。各被検者には、十分なインフォームドコンセントを実施し、研究の意義、内容、危険性を十分に説明した上で、書面にて研究参加の承諾を得た。

水中運動の内容は、上肢・下肢の柔軟運動及びストレッチを行い、有酸素性運動として10～15分間の水中ウォーキングを行った。水中ウォーキングは主観的運動強度(PRE)で9～12の範囲であることを確認した。また、筋力トレーニングとし

てアームカールや膝関節の伸展・屈強運動などを行った。筋力トレーニングについては、最大筋力の20～30%相当の負荷で10回を2セット実施した。運動頻度は、週2回、月8回の3ヶ月間の24回とした。

陸上運動の内容は、上肢・下肢の柔軟運動及びストレッチを行い、有酸素性運動として20分間の自転車エルゴメーターを行った。自転車エルゴメーターではPREで9～12の範囲であることを確認した。筋力トレーニングについては、最大筋力の30%相当の負荷で10回を2セット実施した。運動頻度は、週2回、月8回の3ヶ月間の24回とした。また、陸上運動のみ、1回目から6回目をコンディショニング期とし上記の負荷で実施し、7回から14回目までをトレーニング期Ⅰとし、持久性トレーニングについては、PRE；11～12を30分間、筋力トレーニングについては10RM相当を10回2セットを実施した。最後に、15回から24回目までをトレーニング期Ⅱとし、持久性トレーニングについては、PRE；11～12を40分間、筋力トレーニングについては10RM相当を10回2セットを実施した。尚、収縮期血圧が160mmHgを超えていた者については、140mmHg以下になるまで持久性トレーニングのみとした。

血液生化学検査の採血は、DEMECAL血液検査キットを用い、12時間以上絶食した後、早朝空腹時に指先より自己採取した。これらの測定は、運動実施前、運動1ヶ月後、2ヶ月後、3ヶ月後とした。測定項目は、総蛋白(TP)、アルブミン(Alb)、GOT、GTP、 $\gamma$ GTP、総コレステロール(TC)、中性脂肪(TG)、HDLコレステロール(HDL)、尿酸(UA)、尿素窒素(BUN)、クレアチニン(CRNN)、血糖値(Gluc)であった。また、肩、腰、膝の現在の症状については、「1. 痛みはない」、「2. 僅かな痛み」、「3. 軽い痛み」、「4. 耐えられる痛み」、「5. 高度な痛み」、「6. 動けない痛み」の6スケールを設けチェックした。

## 2. 結 果

水中運動における被検者の体重及び%Fatの変化は、水中運動3ヶ月後に統計上有意な減少が認められた ( $p<0.01$ ) (table. 1)。収縮期血圧においては、運動前 $134.9 \pm 18.8$ mmHgが、水中運動3ヶ月後 $124.4 \pm 18.0$ mmHgに統計上有意な減少が認め

られた ( $p<0.01$ )。また、拡張期血圧においては、運動前 $81.9 \pm 14.3$ mmHgが、水中運動2ヶ月後 $77.6 \pm 11.0$ mmHgに統計上有意な減少が認められた ( $p<0.01$ ) (table. 2)。次に、血液生化学検査において、総蛋白は、1ヶ月後に統計上有意な減少を示した。アルブミンは、減少傾向にあるものの有意差はなかった。GOTは、1ヶ月後に統計上有意な減少を示した。

Table. 1 Changes in physical characteristics of the subjects for the aqua-exercise

(n=66)	PRE	After 1 month	After 2 month	After 3 month
Weight(kg)	61.9±11.0	61.0±10.4	60.9±10.1	60.6±10.1*
%Fat(%)	32.3±8.0	31.8±7.3	31.2±7.1	30.3±6.7**
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25.1±3.8	24.7±3.4	24.6±3.4	24.5±3.4*

Values are means and S.D. \*;  $p<0.05$ , \*\*;  $p<0.01$  vs. on the pre

Table. 2 Changes in blood pressure by the aqua-exercise

(n=66) (mmHg)	PRE	After 1 month	After 2 month	After 3 month
Systolic Blood pressure	134.9±18.8	130.2±18.4	127.9±18.6	124.4±18.0**
Diastolic blood pressure	82.0±14.3	78.6±12.8	77.6±11.0*	75.5±11.0**

Values are means and S.D. \*;  $p<0.05$ , \*\*;  $p<0.01$  vs. on the pre

Table. 3 Changes in blood parameters of subjects for the aqua-exercise

(n=66)	PRE	After 1 month	After 2 month	After 3 month
TP(g/dl)	7.2±0.7	7.1±0.5*	7.2±0.4	7.2±0.5
Alb(g/dl)	5.0±4.7	4.3±0.4	4.9±4.9	4.3±0.2
GOT(mU/ml)	25.4±9.8	23.5±7.1*	22.8±6.0**	23.4±7.6**
GPT(mU/ml)	19.9±10.5	18.6±10.5	19.1±9.9	18.5±9.2
γGPT(mg/dl)	24.9±22.0	27.9±35.0	26.6±31.3	24.7±24.4
TC(mg/dl)	205.6±0.7	191.1±37.1**	206.0±36.5	220.8±37.2
TG(mg/dl)	111.9±73.3	82.4±39.7**	92.3±41.3*	106.4±50.8
HDL <sub>1</sub> (mg/dl)	57.5±15.0	51.6±12.6**	56.0±9.1*	59.4±10.6
UA(mg/dl)	4.3±1.3	4.2±1.1**	4.6±1.3	4.9±1.2
BUN <sub>1</sub> (mg/dl)	13.5±3.6	13.1±2.9*	15.0±3.0	15.3±3.3
CRNN(mg/dl)	0.55±0.13	0.57±0.13	0.65±0.15**	0.71±0.13**
Gluc(mg/dl)	100.7±42.3	95.0±21.8**	97.7±24.0	101.3±23.4

Values are means and S.D. \*;  $p<0.05$ , \*\*;  $p<0.01$  vs. on the pre

GTP、γGTPは、減少傾向にあるものの有意差はなかった。総コレステロールは、1ヶ月後に統計上有意な減少を示した。中性脂肪もまた、1ヶ月後に統計上有意な減少を示した。しかし、1ヶ月後を底値とし2ヶ月後、3ヶ月後と増加傾向が見られた。HDLコレステロールは、1ヶ月後に低値を示したが、2ヶ月後、3ヶ月後と統計上有意に増加していた ( $p<0.01$ )。尿酸は、1ヶ月後に低値を示したが、2ヶ月後、3ヶ月後と統計上有意に増加していた ( $p<0.01$ )。血糖値は、1ヶ月後に統計上有意に減少したが、2ヶ月後、3ヶ月後と増加傾向となり運動実施前の値とほぼ同程度となっ

Table. 4 Changes in the evaluation of the subjective pain by the aqua-exercise

(n=66)	PRE	After 1 month	After 2 month	After 3 month
Knee	1.98±1.1	1.59±0.94**	1.67±1.0**	1.61±1.1**
Lumbus	2.16±1.1	1.82±1.0	1.72±1.1*	1.72±1.0*
Shoulder	1.88±1.3	1.72±1.1	1.61±1.0	1.69±1.1

Values are means and S.D. \*; p<0.05, \*\*; p<0.01 vs. on the pre

Table. 5 Changes in physical characteristics of the subjects for the land-exercise

(n=11)	PRE	After 3 month
Weight(kg)	56.8±8.2	54.7±6.1**
%Fat(%)	30.2±5.0	29.8±3.7
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25.6±4.3	22.0±6.4*

Values are means and S.D. \*; p<0.05, \*\*; p<0.01 vs. on the pre

Table. 6 Changes in blood pressure by the land-exercise

(n=11) (mmHg)	PRE	After 3 month
Systolic Blood pressure	140.6±23.2	125.7±12.1**
Diastolic blood pressure	80.0±17.1	72.3±9.8*

Values are means and S.D. \*; p<0.05, \*\*; p<0.01 vs. on the pre

Table. 7 Changes in blood parameters of subjects for the land-exercise

(n=11)	PRE	After 3 month
TC(mg/dl)	247.9±29.2	230.3±37.4*
TG(mg/dl)	122.1±68.8	107.5±52.2
HDL <sub>L</sub> (mg/dl)	64.1±16.4	63.6±18.4
UA(mg/dl)	5.1±1.3	4.9±1.4*
Gluc(mg/dl)	98.9±12.3	96.3±13.6

Values are means and S.D. \*; p<0.05, \*\*; p<0.01 vs. on the pre

た (table. 3)。痛みのスケールにおいて、膝は運動実施前が2.0ポイントから1ヶ月後に1.6ポイントに統計上有意に低下した (p<0.01)。また、腰は運動実施前が2.2ポイントから2ヶ月後に1.7ポイントと統計上有意に低下した (p<0.05)。肩については統計上有意な変化は無かったもののポイントは低下傾向を示した (table. 4)。

陸上運動おける被検者の体重及び%Fatの変化は、陸上運動3ヶ月後に統計上有意な減少が認められた (p<0.01) (table.

5)。収縮期血圧においては、運動前140.6±23.2mmHgが、陸上運動3ヶ月後125.7±12.1mmHgに統計上有意な減少が認められた (p<0.01)。また、拡張期血圧においては、運動前80.0±17.1mmHgが、陸上運動3ヶ月後72.3±9.80mmHgに統計上有意な減少が認められた (p<0.05) (table. 6)。次に、血液生化学検査において、総コレステロール値は、陸上運動3ヶ月後に統計上有意な減少を示した (p<0.05)。また、中性脂肪は、陸上運動3ヶ月後に減少傾向を示した。そして、尿酸値は、陸上運動3ヶ月後に統計上有意な減少を示した (p<0.05) (table. 7)。

### 3. 考 察

持久力の向上を目的としたトレー

ニングを行うと、リポ蛋白リパーゼ活性を高め、脂質代謝を改善させることが知られている<sup>6, 12, 14, 19)</sup>。更に、一定負荷強度に対する心拍応答の効率化をもたらし、等強度の負荷刺激に対して $\beta$ 2アドレナリン受容体の密度が高まり、血中カテコールアミン濃度が低くなり、その結果、末梢血管抵抗が減少することも知られている<sup>22, 27)</sup>。そして、多くの研究から、自発的な運動を3ヶ月程度継続することにより、血圧が低下したという報告が知られている<sup>12, 14)</sup>。本研究における水中運動及び陸上運動の血圧の変化は、持久力向上を目的としたトレーニングの成果であると考えられた。両者とも3ヶ月後には、収縮期血圧が140mmHg以下に、拡張期血圧は90mmHg以下の正常範囲に低下したことは、生活習慣病対策としては意義がある成果であったと思われる。血液生化学検査では、水中運動において、1ヶ月後に総コレステロール値や中性脂肪値が減少するが、2ヶ月後以降その数値が運動実施前の値に戻る傾向にあり、相対的な運動負荷の設定が課題となるのではないかと考えられた。しかし、水中運動における3ヶ月後の増加傾向は、正常範囲内の変動であったことから、このような増減を繰り返しながら運動効果が現れる傾向にあるのではないかと推察された。特に、陸上運動における被検者の総コレステロールや中性脂肪値などが水中運動における被検者より運動前の値が高いことから、両者の変動をそのまま比較することは困難であった。

また、一般的に、尿酸は肝臓で生成され、腎臓で排泄され、体の細胞が新陳代謝を行った最後に生ずる老廃物として知られている<sup>28, 30)</sup>。また、水中運動における腎機能への影響は、水圧の程度が下肢の血管にかかる壁内外圧差の負担を軽減し、静脈の帰還流の増加をもたらす、腎周囲の血流量が増加することが知られている<sup>26, 27, 29)</sup>。そして、レニン分泌の抑制及び強力な血管収縮作用を有するアンギオテンシンⅡや副腎皮質からのアルドステロンの分泌を抑制し、血管を拡張させ、血管の末梢抵抗が減少した結果、血圧が低値することが

考えられている<sup>22, 23, 24, 27)</sup>。それらのことから、水中運動における尿酸値の減少は、腎臓周囲の血流流量の増大による腎機能の亢進も貢献しているのではないかと思われた。また、陸上運動においても筋のトレナビリテーの向上を目的とした本研究の筋力トレーニングでは、筋ポンプ作用により静脈帰還流を増大させ、体幹部、特に腎血流の増大をもたらす、腎機能が亢進したことにより降圧に貢献し、更に尿酸値も減少したのではないかと推察された。特に、尿酸値は、肝及び腎機能の目安となることから、生活習慣病を有する者を対象とした筋力トレーニングを実施する場合には、尿酸値の変動を観察する必要があるのではないかと思われた。

また、膝及び腰の痛みの緩和には1カ月後からその効果があらわれ、特に肥満傾向で膝や腰などへの負担が大きい人の初期の運動形態としては有効であると考えられた。

#### 4. ま と め

地域のスイミングクラブで実施されている生活習慣病対策の水中運動教室と陸上で持久性及び筋力トレーニングを中心に指導している教室において、その運動効果を検討するため、血液成分の変動と、肩・腰・膝における痛みの変動の調査を行い、それらの運動効果を検討した。水中運動教室における被検者は、中高年女性66名（平均年齢 $54.1 \pm 11.7$ 歳）、陸上運動教室における被検者は、中高年女性11名であった（平均年齢 $63.3 \pm 8.9$ 歳）。水中運動及び陸上運動の内容は、上肢・下肢の柔軟運動及びストレッチを行い、有酸素性運動として10～30分間のウォーキングを行った。ウォーキングの負荷は、主観的運動強度（PRE）で9～12の範囲であることを確認した。また、筋力トレーニングとして上肢・下肢の伸展・屈強運動などを行った。筋力トレーニングについては、最大筋力の20～30%相当の負荷で10回を2セット実施した。運動頻度は、週2回、月8回の3ヶ月間

の24回とした。

1. 水中運動及び陸上運動における体重及びBMIの変化は、3ヶ月後に統計上有意な減少が認められた ( $p<0.01$ )。

2. 水中運動及び陸上運動における血圧の変化は、収縮期血圧において、統計上有意な減少が認められた ( $p<0.01$ )。また、拡張期血圧において、統計上有意な減少が認められた ( $p<0.01$ )。

3. 水中運動における血液生化学検査の変化は、1ヶ月後に総コレステロール、中性脂肪、尿酸値が統計上有意な減少を示した ( $p<0.01$ )。陸上運動における血液生化学検査の変化は、3ヶ月後に総コレステロール、尿酸値が統計上有意な減少を示した ( $p<0.05$ )。

4. 水中運動における痛みのスケールの変化は、膝が1ヶ月後に統計上有意な改善を示した。また、腰は2ヶ月後に統計上有意な改善を示した ( $p<0.05$ )。また、肩は統計上有意な変化は無かったものの痛みのスケールは改善傾向を示した。

以上の結果から、水中運動は、血液成分の改善、体重の減少、更に、膝や腰の痛みの軽減も同時に認められた。これらのことから、生活習慣病予防のための水中運動の効果として、血圧・総コレステロール・血糖値の減少と共に膝痛の改善に効果があり、現在実施されているスイミングクラブなどの水中運動プログラムは、生活習慣病予防に寄与する可能性を示した。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、被検者の確保及び測定準備に御協力していただいた(株)カワサキスポーツサービスの松本弘志様、有限会社ハイライフサポートの泉沢輝様に感謝いたします。本研究は、

国士舘大学体育学部附属体育研究所の2004年度研究助成によって実施した。

## 引用・参考文献

- 1) 赤嶺卓哉, 田口信教, 須藤明治, 酒匂 崇, 松永俊二; 「腰痛者水泳教室」における最近の知見と成績. 臨床スポーツ医学, 8, (4): 437-441, 1991.
- 2) Anderson, J. V., Millar, N. D., O'hare, J. P., Mackenzie, J. C., Corral, R. J. M. and Bloom, S. R.; Atrial natriuretic peptide: Physiological release associate with natruirensis during water immersion in man, Clin. Sci, 71, 319-322, (1986)
- 3) Arborelius, M. JR., Ballding, U.I., Lilja, B. and Lundgren, C.E.G.; Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water, Aerospace Med, 43, (6), 592-598, (1972)
- 4) Cohen, R., Bell, W.H., Saltzman, H.A. and Kylstra, J.A.; Alveolar arterial oxygen pressure difference in man immersed up to the neck in water, J. Appl. Physiol, 30, 720-723, (1971)
- 5) 福永哲夫, 金久博昭: 日本人の体肢組成, 筋量との関連でみた日本人の筋出力, 朝倉書店, 1989.
- 6) 樋口 満, 田畑 泉, 吉武 裕, 西牟田 守, 太田 壽城: 水泳運動が閉経後女性の有酸素性能力と中性脂質・リポ蛋白プロファイルに及ぼす影響, 50, 175-184, 2001.
- 7) Hong, S. K., Ceretelli, P., Cruz, J.C. and Rahn, H.; Mechanics of respiration during submersion in water, J. Appl. Physiol, 27, (4), 535-538, (1969)
- 8) 石井直方: レジスタンストレーニング, ブックハウスHD, 1999.
- 10) Krishna. G. G., Danovitch, G. M. and Sowers, J. R.; Catecholamine responses to central volume expansion produced by head-out water immersion and saline infusion., J. Clin. Endocrinol. Metab, 56, 998-1002, (1983)
- 9) Larsen, A. S., Johansen, L.B., Stadeager, C., Warberg, J., Christensen, N. J. and Norsk, P.; Volume-homeostatic mechanisms in humans during graded water immersion, J. Appl. Physiol, 77, 2832-2839, (1994)
- 10) L., B. Rowell; Human circulation-regulation during physical stress-, Oxford University press, New York, 137-173, (1986)
- 11) 松永俊二, 酒匂 崇, 赤嶺卓哉, 田口信教, 須藤明治: 腰痛患者に対する水泳運動療法の有効性について. リハビリテーション医学, 29, 2: 115-121, 1992.
- 12) 宮下充正: トレーニングの科学的基礎, ブックハウスHD, 1998.
- 13) Moritani, T.: Time course of adaptations during

- strength and power training, *Strength and power in sport.* (ed) Komi, PV., Blackwell scientific publications, 266-278, 1991.
- 14) 佐藤祐造, 長崎大, 島岡清, 徳留みずほ; 高齢者を中心とした身体能力の向上, *デサントスポーツ科学*, **25**, 3-10, (2003)
  - 15) 須藤明治, 赤嶺卓哉, 田口信教; 腰痛者のための水泳教室テキスト. 環境工学社, 東京, (1992)
  - 16) 須藤明治, 赤嶺卓哉, 田口信教; 関節痛者のための水泳教室テキスト. 環境工学社, 東京, (1994)
  - 17) 須藤明治, 赤嶺卓哉, 田口信教; リウマチ症者のための水中運動教室テキスト. 環境工学社, 東京, (1995)
  - 18) 須藤明治, 赤嶺卓哉, 田口信教, 酒匂 崇; 腰痛に対し水中運動療法の及ぼす効果— 一般腰痛者とスポーツ選手腰痛者における調査より—, *体力科学*, **41**, 386-392, (1992)
  - 19) 須藤明治; 水中運動処方 I, 文化書房博文社, 25-51, (1999)
  - 20) 須藤明治, 角田直也, 八木良訓; 高齢の腰痛患者に対する水中運動の効果, *柔道整復・接骨医学*, **9**, 13-18, (2000)
  - 21) 須藤明治, 角田直也; 立位体前屈と大腿屈曲群の筋硬度の関係, *国士舘大学体育研究所報*, **19**:13-18, (2000)
  - 22) 須藤明治, 角田直也, 田口信教; 水中環境下での脚筋力トレーニングは筋血流制限下のトレーニングと言えるのか, *デサントスポーツ科学*, **22**, 193-203, (2001)
  - 23) Akiharu Sudo, Naoya Tsunoda, ; Effects of muscle blod flow in water immersion, *6th European College of Sport Science*, 925, (2001).
  - 24) Akiharu Sudo, Naoya Tsunoda, Kosei Ijiri and Setsuro Komiya ; Effects of the underwater exercise of elderly with low-muscle strength, *7th European College of Sport Science*, 925, (2002).
  - 25) 須藤明治, 角田直也, 井尻成幸, 八木良訓; 高齢・低筋力者における水中運動の効果, *国士舘大学体育研究所*, **21**, 65-73, (2003)
  - 26) 須藤明治, 角田直也, 高里久三, 平良朝幸, 大道敦, 山木良訓; 久米島海洋深層水を用いた浸水時の筋・循環動態に及ぼす影響, *海洋深層水研究*, Vol.4, No.1, 11-18, (2003)
  - 27) 須藤明治, 角田直也, 田口信教, 小宮節郎, 井尻幸成; 高血圧者における水中浸漬時の水圧が筋組織血液動態に及ぼす影響について, *デサントスポーツ科学*, **24**, 193-203, (2003)
  - 28) Akiharu Sudo, Naoya Tsunoda, Kosei Ijiri ; Muscular blod flow of hypertensive patients in water immersion, *8th European College of Sport Science*, , (2003).
  - 29) 須藤明治, 赤崎房生, 八木良訓, 井尻幸成, 小宮節郎, 角田直也, 渡辺剛; 浸水時の血圧に及ぼす水圧の影響, *国士舘大学体育研究所*, **22**, 65-73, (2004)
  - 30) Akiharu Sudo, Naoya Tsunoda, Tsuyoshi Watanabe, and Yoshinori Yagi ; Changes in the blood pressure and the intramuscular oxygen hemodynamics when the body is immersed in Kume Island deep ocean water, *9th European College of Sport Science*, , (2004).