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
唾液中コルチゾール濃度に及ぼす影響
— 慢性腰痛者を対象に —

菅 野 篤 子¹⁾ 野 村 武 男²⁾

INFLUENCES OF ACUTE WATER AND LAND EXERCISES ON PAIN, STATE
ANXIETY AND SALIVARY CORTISOL CONCENTRATION IN
CHRONIC LOW BACK PAIN PATIENTS

ATSUKO SUGANO and TAKEO NOMURA

Abstract

The aim of the present study was to investigate the influences of acute water and land exercises on pain, state anxiety and salivary cortisol concentration in chronic low back pain (LBP) patients. Ten myofascial LBP patients participated in the experiment. Their mean age was 60.2 (SD : 9.0) yrs, and their mean duration of pain was 5.6 (3.7) yrs. The water and the land exercise programs consisted of the same physical movements, and prescribed according to the intensity of ratings of perceived exertion (RPE) 11. The heart rate of the participants was measured during exercise to monitor exercise intensity. Results showed that the mean heart rate during exercises (except Warming up and Cooling down) were 88.1 ± 1.6 bpm for water exercise, and 97.0 ± 2.1 bpm for land exercise ($p < 0.01$). Significant decreases were found in pain score (visual analogue scale ; VAS, $p < 0.05$) and state anxiety ($p < 0.01$) after water exercise. Salivary cortisol concentration showed a significant increase after water exercise ($p < 0.05$). No significant changes were shown after land exercise in VAS, state anxiety and salivary cortisol concentration. From these results, we suggested that acute water exercise has the benefit in chronic LBP patients of decreasing pain and state anxiety compared with acute land exercise. In addition, salivary cortisol concentration might be much more influenced by exercise intensity than physical or psychological stress such as pain and anxiety.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2000, 49 : 581~588)

key word : water exercise, land exercise, salivary cortisol concentration, state anxiety, chronic low back pain

I. 緒 言

近年、健康増進や予防医学的な見地から、運動療法のひとつとして水中運動が注目を集めている。水中運動は、浮力や水圧、抵抗などの水の特性を利用して行う運動で、泳ぐことのみならず、水中歩行や水中ストレッチ、アクアビクスなど、水中で身体を動かす運動全般を指したものである¹⁾。水中では、浮力の影響により患部関節の負

担を軽減しながら運動を実施でき、抵抗により身体バランスを崩しても転倒しにくく、腰痛などの障害を持った者でも安心して運動に参加できるという特徴がある。このような理由から、水中運動は、腰痛症の改善や予防の運動手段としても積極的に処方されている。腰痛者に対する水中運動の効果は先行研究によっていくつか報告されており^{2~8)}、疼痛の緩和^{2~8)}、体脂肪率や Body Mass Index (BMI) の低下^{4,6)}、柔軟性や筋力の向

¹⁾ 筑波大学大学院体育科学研究科
〒305-8574 つくば市天王台1-1-1

²⁾ 筑波大学体育科学系
〒305-8574 つくば市天王台1-1-1

Doctoral Program of Health and Sport Science, Univ. of Tsukuba

Institute of Health and Sport Sciences, Univ. of Tsukuba

上⁴⁻⁶⁾など身体的および機能的な効果が認められている。腰痛の原因は様々だが、筋・筋膜性の腰痛症の場合、柔軟性や筋力の低下、筋バランスの不均衡、過体重などのほか、特に慢性腰痛者においては精神的なストレスが一因とも報告されている^{9,10)}。しかしながら、心理的な効果に関する報告はほとんどみられない⁵⁾。我々は過去の研究において、慢性腰痛者に対する水中運動の心理的効果に着目をして検討を重ねてきた⁶⁻⁸⁾。その結果、水中運動の継続によって疼痛の低下など身体的な改善だけでなく、リラックス感の向上や不安の低下などの心理的な効果が認められ^{6,7)}、一過性の水中運動の実施によっても、疼痛や不安の軽減が認められることを報告した⁸⁾。また、副腎皮質ホルモンであるコルチゾールは、ストレス時に分泌が促進されるため、ストレスの内分泌的指標として用いられているが¹¹⁻¹³⁾、水中運動の実施により疼痛や不安の軽減とともに、ストレスホルモンである唾液中コルチゾール濃度の低下も認められることも示した⁸⁾。今回は、運動強度を主観的運動強度^{14,15)}(以下、RPE)11に規定して、陸上運動との比較を行う。

本研究は、中高齢の慢性腰痛者を対象に、RPE 11における一過性の水中運動および陸上運動の実施に伴う疼痛、状態不安および唾液中コルチゾール濃度の変化を比較検討し、慢性腰痛者に対する水中運動の有用性を調べることを目的とした。

II. 方 法

A. 対 象

対象者は、医師より運動の実施を許可された中高齢者である慢性腰痛者10名(女性6名、男性4名)とした。高血圧症、糖尿病、高脂血症などの内科的な疾患を有していると診断されたものは対象者から除外した。対象者の平均年齢は 60.2 ± 9.0 (mean $\pm$ SD) 歳であった。腰痛の症状は筋・筋膜性腰痛症であり、平均腰痛年数は 5.6 ± 3.7 年間と慢性的に腰痛症を患っていた。対象者は平均で1日/週程度の軽運動(散歩やラジオ体操など)を行うことができる比較的軽度の腰痛者であった。腰

Table 1. Height and body weight of the participants.

Variable	Female	Male
Height (cm)	152.9 $\pm$ 7.4	165.7 $\pm$ 4.3
Body weight (kg)	62.9 $\pm$ 8.6	63.8 $\pm$ 4.0
BMI	26.9 $\pm$ 2.8	23.2 $\pm$ 1.2

Values are mean $\pm$ SD.

痛障害の程度は、日常的な活動は行うことができるが、腰部に慢性的な疼痛を感じており、特に長時間の座位や立位姿勢、荷重時に疼痛が強くなるレベルであった。対象者の泳力は初心者レベルで(泳距離 25 m 以内)、水に対して敬遠感や恐怖感などの特別な感情は持っていなかった。対象者には測定までの24時間以内におけるアルコールやカフェイン含有飲料等の刺激物の摂取や高強度の運動、および実験開始3時間前の食事摂取を禁じ、同意を得た。対象者の身体的特徴は Table 1 に示した。

B. 測定項目および測定方法

1. 疼痛の評価

疼痛の主観的評価の指標として Visual analogue scale (以下、VAS)¹⁶⁾を用いた。VASは、直線で10 cm幅を取り、「いままでで経験した最高の疼痛」、「疼痛がない」状態を両端に取り、現在の疼痛の位置を示すことによって対象者の主観的疼痛を数量化した主観的視覚表現スケールである。疼痛の評価に広く利用されており、McDowell & Newell¹⁷⁾は過去の研究報告から、VASは数多くの疼痛指標のなかでも信頼性、再現性に優れており、疼痛の指標として高く評価されていると報告している。

2. 不安の測定

不安の査定には、1970年に自己記入式不安測定質問紙調査 State-Trait Anxiety Inventory (以下、STAI) Form X¹⁸⁾の改訂版である Form-Yを用いた¹⁹⁾。Form Yは大平²⁰⁾によって日本版に標準化されており、その内の20項目から成る状態不安尺度を利用した。状態不安尺度の信頼性は Cronbach の α 係数が0.91と報告されている²⁰⁾。

3. 唾液中コルチゾール濃度の測定

ストレスの指標としてコルチゾール濃度の測定

は広く行われており、唾液中コルチゾール濃度測定の有用性も報告されている^{21,22)}。本研究では、心理テストを実施したため、対象者に極力負担をかけることを避け、また簡便性を重視して、唾液の採取によりコルチゾール濃度を測定した。唾液中コルチゾール濃度測定における同時再現性を示す CV 値は 4.85% 以下で、平均回収率は 97.9% (CV 値: 2.6%) であった。

唾液は、座位安静 15 分後に SARSTEDT 社製の Salivette (唾液採取用のプラスチックチューブ) の脱脂綿を舌裏に 3 分間含み、約 5 ml 集めた後、チューブを遠心分離器に設置して 2500 rpm で 5 分間回転させ、測定までドライアイスによって -80℃ で凍結保存した。測定は試験管固相法を利用した Radioimmunoassay (RIA) 法を用いた。また、コルチゾールの概日リズムを考慮して測定時間を統一し、18時30分および19時30分とした。

4. 心拍数(以下、HR)の測定

HR は、HR モニタ (Accurex Plus, POLAR) により無線式連続測定にて心拍数を 5 秒間隔で自動記憶させ、パーソナルコンピュータに転送して、解析ソフトウェア (Heart rate master plus software, Canon) にて分析した。予備心拍数 (%HR reserve) は $\%HR\ reserve = (\text{運動中心拍数} - \text{安静時 HR}) / (\text{予想最高 HR} - \text{安静時 HR}) \times 100$ の式を利用した。予測最高心拍数は、Miyashita et al.²³⁾ の式 (女性: $205 - \text{年齢} \times 0.75$, 男性: $209 - \text{年齢} \times 0.69$) により算出した。

C. 運動内容およびプロトコール

運動プログラムは、腰痛が運動動作の制限因子となり運動内容などに様々な制約があったため、歩行やラジオ体操など中高齢者に一般的に普及している運動を応用し実施した。運動プログラムの内容は水中と陸上で同一にして行い、準備体操 (以下、Warming up, 10分間)、歩行 (以下、Walking: 前後歩行や脚上げ歩行など, 15分間)、ラジオ体操第一を取り入れた部分・全身運動 (以下、Exercise: 腕、脚、胴、頭に対して屈曲、挙振、回旋、捻転などの運動方法を組み合わせた運動, 15分間)、クーリングダウン (以下、Cooling down: 腕、

脚、胴体、頭などの身体部位を対象としたストレッチ運動, 5 分間) で構成され、合計約 45 分程度であった。

運動強度は、RPE 11 (楽である) のレベルで陸上と水中で運動を実施するように対象者に説明を行い了解を得た。各対象者は運動中、HR モニタを装着し HR の測定を行った。

測定の手順は、座位安静 15 分後、対象者は全員同時に唾液の採取を行い、続けて各自に配付された状態不安尺度と VAS に対する回答を行った。その後、陸上運動、もしくは水中運動プログラムを実施した。運動実施直後は、RPE 11 のレベルで運動を実施できたか確認を取った後再び座位安静を取り、10分後に唾液の採取を行い、状態不安尺度と VAS の回答を行った。

実験の手順として、10名を 5 名ずつの 2 群に分け、陸上運動を最初に実施する群と、水中運動を最初に実施する群に分類した。1 週間後、前週に陸上運動を行った 5 名は水中運動を行い、水中運動を行った 5 名は陸上運動を行った。

水中運動を行ったプールおよび陸上運動を行った体育館における室温は平均 27℃ で、水温は平均 30℃ であった。スイミングプールの水深は、約 110 cm であった。

D. 統計的手法

運動実施前後の VAS、状態不安、唾液中コルチゾール濃度の比較の有意差検定には、Wilcoxon signed-ranks test を用いた。有意水準は危険率 5% とした。

III. 結 果

A. 運動強度

対象者の運動内容別の平均心拍数および %HR reserve の平均値と標準誤差を Fig. 1-1 と Fig. 1-2 に示した。Warming up 中の運動強度は水中では 79.5 ± 1.3 bpm (20.5 ± 1.2 %HR reserve)、陸上では 79.2 ± 2.5 bpm (20.4 ± 2.7 %HR reserve)、Walking 中はそれぞれ 89.6 ± 1.7 bpm (30.6 ± 1.7 %HR reserve) と 92.7 ± 1.6 bpm (33.5 ± 2.0 %HR reserve)、Exercise 中は 86.5

Fig. 1-1. The recorded HR during water and land exercise sessions in participants.

Values are mean $\pm$ SE. ** $p < 0.01$.

●; water exercise, and ○; land exercise.

Fig. 1-2. The %HR reserve during water and land exercise sessions in participants.

Values are mean $\pm$ SE. ** $p < 0.01$.

●; water exercise, and ○; land exercise.

± 2.7 bpm (27.3 ± 2.7 % HR reserve) と 101.4 ± 3.5 bpm (42.4 ± 3.3 % HR reserve), Cooling down においては 77.0 ± 3.7 bpm (18.2 ± 3.3 % HR reserve) と 83.1 ± 2.9 bpm (24.5 ± 2.9 % HR reserve) であった。Exercise 時において、水中と陸上運動中の HR との間に有意差が認められた ($p < 0.01$)。Warming up と Cooling down を除いた運動中の平均心拍数は、水中で 88.1 ± 1.6 bpm (29.0 ± 1.6 % HR reserve), 陸上で 97.0 ± 2.1 bpm (37.9 ± 2.1 % HR reserve) であった ($p < 0.01$)。また、運動実施後に得られた RPE は、水中運動直後において、 11.3 ± 0.2 , 陸上運動直後において 11.2 ± 0.1 であった (N.S.)。

B. 疼痛, 状態不安, 唾液中コルチゾール濃度

疼痛の指標である VAS は、水中運動前後において 19.8 ± 7.8 mm から 12.4 ± 7.3 mm に有意に減少した ($p < 0.05$, Fig. 2)。一方、陸上運動実施前後の VAS の平均値は減少する傾向にはあったが有意な変化は認められなかった (21.9 ± 7.2 mm から 16.6 ± 6.8 mm, N.S., Fig. 2)。運動実施に伴う状態不安の変化においては、水中運動実施前と実施後において 39.4 ± 5.0 点から 25.2 ± 1.1 点に有意に減少した ($p < 0.01$)。陸上運動実施前と実施後においても VAS と同様に平均値が減少する傾向にはあったが、有意な変化は認められなかった (40.9 ± 5.8 点から 35.2 ± 4.4 点, Fig. 3)。また、運動実施後の値を比較すると、運動前には有意差が認められなかったものの、水中運動実施後と陸上運動実施後においては状態不安のスコア

Fig. 2. Changes of VAS pre- to post-exercises.

Values are mean $\pm$ SE. * $p < 0.05$.

Fig. 3. Changes of state anxiety pre- to post-exercises.

Values are mean $\pm$ SE. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Fig. 4. Changes of salivary cortisol concentration pre- to post-exercises.

Values are mean $\pm$ SE. * $p < 0.05$.

に有意な差が認められた($p < 0.05$, Fig. 3).

唾液コルチゾール濃度の変化においては、水中運動実施前後において $2.6 \pm 0.4 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ から $3.4 \pm 0.5 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ に値が有意に増加した($p < 0.05$, Fig. 4). 陸上運動実施前後でも増加する傾向にあったが有意な変化は認められなかった($2.7 \pm 0.4 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ から $3.0 \pm 0.4 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$, $p < 0.08$, Fig. 4).

VI. 考 察

本研究は、主観的運動強度11における一過性の水中運動および陸上運動の実施が、慢性腰痛者の疼痛、状態不安、唾液中コルチゾール濃度に及ぼす影響を比較検討し、水中運動の有用性を調べることを目的とした。

水中で運動する際には、水の抵抗や浮力、水圧などの影響によって運動強度を設定することが難しいが、過去の研究では、陸上運動と同様にRPEが運動強度の指標として有効であり、体力水準の低い者に関しては、RPE 13以下での運動が妥当であると報告されている¹⁴⁾。本研究では、中高齢の慢性腰痛者を対象としたため、運動強度をRPE 11(楽である)に規定し運動を実施した。その結果、水中運動の実施に伴い、疼痛と状態不安は有意な低下を示し、唾液中コルチゾール濃度は有意な増加を示した。一方で、陸上運動後には、疼痛と状態不安の低下や唾液中コルチゾール濃度が増加する傾向は見られたものの有意な変化は認

められなかった。また、予備実験として、これらの指標に対する概日リズムの影響を検討するため、中高齢の慢性腰痛者を対象に、非運動日(座位安静時)における同時間帯(18時30分および19時30分)での疼痛、状態不安および唾液中コルチゾール濃度の変化の検討を行ったが、その結果、これらの指標において有意な変化は認められていない。

我々は過去に、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、唾液中コルチゾール濃度の低下を報告した⁸⁾。本研究の結果では、10名中9名が水中運動の実施に伴い、疼痛と状態不安の両指標が改善しており(1名は変化なし)、一過性の水中運動の実施において、陸上運動時には認められなかった不安レベルの低下や疼痛の改善が示された。また、水中運動後は、陸上運動後と比較して有意に低いレベルの状態不安が認められた($p < 0.05$)。そのほか、後日行った運動に対する口頭質問に対しては、陸上運動を実施した翌日に身体の痛みを訴える者が多かった。このように、これら慢性腰痛者にとって、水中運動の実施は陸上運動と比較して、疼痛や不安の低下に有効であることが示唆され、負担も少ないと思われる。一過性の水中運動が陸上運動と比較して、疼痛、および状態不安の緩和に効果をもたらしたひとつの理由として、水中で働く浮力の影響が考えられる。水浸することにより、浮力の影響を受けて抗重力筋は弛緩し、また本研究のプールの水深の場合、水位が対象者の臍部から剣上突起部にあたることから荷重負荷も体重の25~50%に減少する²⁴⁾。この状況では患部にかかる負荷は軽減された状態で運動が可能のため、心理的にも腰痛に対する不安は低下すると思われる。このように水浸して運動したことが、対象者の心身的な負担を緩和し、疼痛や状態不安の低下に影響を及ぼしたと考えられる。過去の研究では、不安などのネガティブな感情の経験はコルチゾールの増加を促し^{25,26)}、運動の実施に伴う心理的改善によりコルチゾール濃度は低下すると報告されている^{25,27)}。本研究では疼痛が軽減され、不安が低下したことにより、身体的ストレスや心理的

ストレスの低下が示唆されたが、唾液中コルチゾール濃度は水中運動を実施した後、全員が増加を示した。前回の我々の研究では、一過性の水中運動に伴い、唾液中コルチゾール濃度の低下が認められた。そして、その際の RPE は10以下に相当するもので今回の運動強度よりもやや低めであった。コルチゾール濃度は、心理的なストレスに影響を受けるが²⁵⁻²⁷⁾、その他にも運動強度や運動時間にも影響を受けるとされ¹¹⁻¹³⁾、運動強度や運動時間に比例してコルチゾール濃度は増加すると報告されている^{11-13, 28)}。コルチゾールを始めとするストレスホルモンが増加し始める運動強度は、乳酸性作業閾値(LT)とほぼ一致するといわれ、その際の RPE は11-13に相当すると報告されている²⁹⁾。本研究では、RPE を11に設定しており、コルチゾール濃度が増加し始めるあたりの運動強度レベルであると考えられた。また、本研究で得られた運動中の平均心拍数(Warming up と Cooling down を除く)は、陸上運動時と比較して、水中運動時の方が有意に低かった(88.1 ± 1.6 bpm vs. 97.0 ± 2.1 bpm, $p < 0.01$)。水中環境下では、静脈還流量の増加に基づく一回拍出量の増加によって除脈が起こり、その結果、安静時だけでなく運動時においても除脈が起き、水中運動中の HR は、同一酸素摂取量時の陸上運動よりも低いことが報告されている^{30, 31)}。また、陸上運動時と水中運動時の心拍応答の差は、水中運動の方が $12 \sim 19$ bpm³¹⁾ または $13 \sim 20$ bpm ほど低い⁵⁾ことが報告されているが、本研究の結果を運動プログラムの内容別でみると、陸上と水中の Walking 時の平均心拍数の差は約 6.2 ± 2.8 bpm (N.S.)、Exercise 時の平均心拍数の差は 14.9 ± 3.4 bpm ($p < 0.01$)であった。Exercise 時の HR の差は過去の報告とほぼ一致しているが^{5, 31)}、Walking 時の水中運動の心拍応答は、陸上運動時と約 6 bpm の差で高めであった。今回我々が用いた Walking の内容は主に前歩行、後ろ歩行、そしてその応用の動作で構成されており、前後移動運動が中心であった。小野寺ら³²⁾は、中高齢者を対象とした水中運動動作時の HR は、上下運動(83.8 ± 8.7 bpm)、左右移動運動(83.2 ± 12.2

bpm)、前後移動運動(86.5 ± 8.8 bpm)の順で増加し、エネルギー代謝も同様の順番で増加したと報告している。このように、水中歩行中の動作は水の抵抗の影響を受け、HR やエネルギー代謝にも影響を及ぼすと思われ、陸上と水中で同一の RPE に設定はしたものの、歩行時の HR は水中運動時の方が上昇する傾向にあった。つまり、水中運動の Walking 時の HR が陸上運動時のそれと比較して高めであったことが、同一 RPE で運動を実施したにもかかわらず、水中運動後のみの有意なコルチゾール濃度の増加に影響したものと思われる。このように、水中運動の実施に伴う唾液コルチゾール濃度の変化は RPE 11 前後で異なってくる考えられ、こうした変化が疼痛や不安とどのような関係にあるかについては、今後、更に対象者を増やして検討していく予定である。

V. 要 約

本研究は、慢性腰痛者を対象とし、主観的運動強度11における一過性の水中運動および陸上運動の実施が、疼痛、状態不安、唾液中コルチゾール濃度に及ぼす影響を比較検討し、慢性腰痛者に対する水中運動の有用性を調べることを目的とした。その結果、水中運動の実施に伴い、唾液中コルチゾール濃度は増加を示したが、有意な疼痛の改善、状態不安の低下が認められた。陸上運動の実施においては、いずれの指標においても有意な変化は認められなかった。以上より、主観的運動強度11程度の運動強度における一過性の水中運動の実施は、慢性腰痛者の疼痛や状態不安を低下させる効果があることが認められた。また、唾液中コルチゾール濃度は疼痛や状態不安などのストレスの影響よりも運動強度の方に大きな影響を受ける可能性が示唆された。

(受理日 平成12年7月18日)

VI. 参 考 文 献

- 1) 野村武男. 水泳とポジティブ・ヘルス, Health Sciences, (1986), 2, 36-43.
Nomura T. Swimming exercise and positive health, Health Sciences. (1986), 2, 36-43 (in Japanese)
- 2) 鞆田幸徳, 野村武男. 水中運動が腰痛症の機能回

- 復に及ぼす影響について、健康のための水泳運動の体力医学的研究、昭和57年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書(56380013), (1982), 50-57.
- 3) Langridge, J. C. and Phillips, D. Group hydrotherapy exercises for chronic back pain sufferers. *Physiotherapy*, (1988), **74**, 269-273.
 - 4) 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*, (1992), **41**, 386-392.
Sudou A., Akamine T., Taguchi N. and Sakou T. Effects of underwater exercise for lumbago patients—Research for both ordinary adults lumbago patients and athletes with lumbago—, *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* (1992), **41**, 386-392 (in Japanese)
 - 5) LeFort, S. M. and Hannah, T. E. Return to work following an aquafitness and muscle strengthening program for the low back injured. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, (1994), **75**, 1247-55.
 - 6) 菅野篤子, 野村武男. 中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, (1998), **16**, 19-26.
Sugano A. and Nomura T. Physical and psychological effects of short term water exercise for low back pain in elderly patients. *Ibaraki J. Health Sports Sci.*, (1998), **16**, 19-26 (in Japanese)
 - 7) Sugano, A., Nomura T. and Kerr, J. H. Psychological benefits of water exercise for low back pain patients. In: Keskinen K. L., Komi P. V. & Hollander A. P., *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, Gummerus Printing, Jyväskylä, (1999), 515-520.
 - 8) Sugano, A. and Nomura, T. Influence of water exercise and land stretching on salivary cortisol concentrations and anxiety in chronic low back pain patients. *J. Physiol. Anthropol.*, (2000), **9**, 175-180.
 - 9) Adams, N., Raver, J. and Bell, J. Review of personality characteristics in chronic back pain patients. *Physiotherapy*, (1994), **80**, 511-13, 518-19.
 - 10) Feuerstein, M., Carter, R. L. and Papciak, A. S. A prospective analysis of stress and fatigue in recurrent low back pain. *Pain*, (1987), **31**, 333-344.
 - 11) Kindermann, W., Schnabel, A., Schmitt, W. M., Biro, G., Cassens, J. and Weber, F. Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1982), **49**, 389-99.
 - 12) Tabata, I., Atomi, Y., Mutoh, Y. and Miyashita, M. Effect of physical training on the responses of serum adrenocorticotrophic hormone during prolonged exhausting exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1990), **61**, 188-92.
 - 13) Kirwan, J. P., Costill, D. L., Flynn, M. G., Mitchell, J. B., Fink, W. J., Neufer, P. D. and Houmard, J. A. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, (1988), **20**, 255-9.
 - 14) 竹島伸生, 成田 誠, 松井 健, 岡田暁宣, 早野順一郎, 松原充隆, 山田忠樹, 山本高司. 主観的運動強度設定に基づく高齢者の水中運動療法の有効性について, *臨床スポーツ医学*, (1999), **16**, 1469-1473.
 - 15) Borg, G. Perceived exertion: Psychological bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, (1973), **14**, 377-381.
 - 16) Huskisson, E. C. Measurement of pain. *Lancet*, (1974), **2**, 1127-31.
 - 17) McDowell, L. and Newell, C. Pain measurements. In: *Measuring health: A guide to rating scales and questionnaire*. Oxford University Press, New York, (1987), 229-239.
 - 18) Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L. and Lushene, R. E. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologist Press, Palo Alto, (1970).
 - 19) Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R. E., Vagg, P. R. and Jacobs, G. A. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y)*. Consulting Psychologist Press, Palo Alto, (1983).
 - 20) 大平典明. State Trait Anxiety Inventory (Form Y) の日本語版作成の試み. 静岡大学教育学部研究報告(人文・社会科学編), (1987), **38**, 141-151.
 - 21) O'Connor, P. J. and Corrigan, D. L. Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels. *Med. Sci. Sports*, (1987), **19**, 224-228.
 - 22) Vining, R. F., McGinley, R. A., Maksvytis, J. J. and Ho, K. Y. Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. *Ann. Clin. Biochem.*, (1983), **20**, 329-335.
 - 23) Miyashita, M., Mutoh, Y., Yoshidoka, N. and Sada-moto, T. PWC75% HRmax: A measure of aerobic work capacity. *Sports Med.*, (1985), **2**, 159-164.
 - 24) Becker B. E. Aquatic Physics. In: Ruoti R. G., Morris D. M. and Cole A. J., *Aquatic Rehabilitation* Lippincott, Philadelphia, (1997), 15-23.
 - 25) Jin, P. Efficacy of Tai Chi, brisk walking, meditation, and reading in reducing mental and emotional stress. *J. Psychosom. Res.*, (1992), **36**, 361-370.
 - 26) Lader, M. Anxiety and depression. In: Gale A. and Edwards J. A., *Physiological correlates of human behavior III: Individual differences and Psychopathology*. Academic Press, London, (1983), 155-167.
 - 27) Rudolph, D. L. and McAuley, E. Self-efficacy and salivary cortisol responses to acute exercise in physically active and less active adults. *J. Sport Exerc. psychol.*, (1995), **17**, 206-213.
 - 28) Rudolph, D. L. and McAuley, E. Cortisol and affective responses to exercise. *J. Sports Sci.*, (1998), **16**, 121-128.
 - 29) 征矢英昭(1996)最新運動生理学, 初版, 運動とホルモン, 新興交易医書出版, 東京, 297-321.

- 30) McArdle, W. D., Magel, H. R., Lesmes, G. R. and Pechar, G. S. Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25, and 33°C. *J. Appl. Physiol.*, (1976), **40**, 85-90.
- 31) 右田孝志, 堀田 昇, 大柿哲朗, 金谷庄蔵, 藤島和孝, 増田卓二. 長時間の水中および陸上歩行時の生態反応の比較, *体育学研究*, (1996), **40**, 316-323.
Migita T., Hotta N., Ogaki T., Kanaya S., Fujishima K. and Masuda T. Comparison of the physiological responses to treadmill prolonged walking in water and on land. *Japan J. Phys. Educ.* (1996), **40**, 316-323 (in Japanese)
- 32) 小野寺 昇, 星島葉子, 鳥越康江, 山口英峰, 山元健太, 西村正広, 斉藤 剛, 宮地元彦. 中高齢者の水中運動における動作が心拍数と酸素摂取量におよぼす影響, *体力科学*, (1998), **47**, 738.