

運動を用いたストレス対処に関する研究

— ストレス反応から見た効果 —

岡山大学 竹中晃二

(共同研究者) ボストン大学 Leonard D.
Zaichkowsky

大阪経済大学 福井孝明

Effects of Exercise in Coping with Stress

— Focusing on Reactivity to Stress —

by

Koji Takenaka

Okayama University

Leonard D. Zaichkowsky

Boston University

Takaaki Fukui

Osaka University of Economics

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine whether aerobic fitness training for a four week period can be a useful stress coping method in acculturative stress. To measure its efficacy, the stress profile procedure was applied to compare physiological reactivity (heart rate : HR, skin temperature : ST, skin conductance level : SCL, and trapezius electromyographic activity : EMG) to psychological stress task (arithmetic) between the pre- and post-training tests. Twenty four female Japanese students participated in each of the following three groups : aerobic exercise (AE), HR biofeedback assisted relaxation (BF), and control (C).

Results revealed that the AE and BF groups had significantly

smaller HR reactivity at some time points during the recovery period in the post-training test than did the C group. However, other physiological measures did not show differences between groups. After controlling for the length of residence, the AE group had significantly smaller HR and EMG reactivities in the post-training test compared to the C group.

The aerobic exercise training may not be a enough period to improve the reactivity to psychological stress in this study. A discussion followed about the coping effects of aerobic exercise on the type of stress symptom.

要 旨

本研究の目的は、異文化状況下で強いストレスを感じている日本人留学生を対象に、4週間の有酸素運動が有効なストレス対処の方策となり得るか否かを検討することであった。その効果を確かめる方法としてストレス・プロフィール手続きが用いられ、心理的ストレス課題（暗算課題）に対する生理反応（心拍数：HR，皮膚温：ST，皮膚コンダクタンス水準：SCL，筋電位活動：EMG）がストレス・マネジメント・プログラム前後に測定された。24名の米国内日本人女子留学生が、ストレス・マネジメント・プログラムの種類によって有酸素運動群（AE群），HR バイオフィードバック群（BF群），および統制群（C群）に振り分けられた。

その結果、HR 反応においては、訓練後ストレス・プロフィール・テストの回復期で、AE および BF 群が C 群より小さな値を示した。しかしながら、他の生理指標に群間差は見られなかった。滞在期間を統計的に処理して群間差を見ると、訓練後ストレス・プロフィール・テストにおいて AE 群が C 群と比べて有意に小さな HR および EMG 反応を示した。

これらの結果から、本研究の有酸素運動は、す

べての指標でストレス反応を改善するには十分な訓練期間ではなかったと考えられる。ストレス症状に応じたマネジメント技法が、有酸素運動と関連して議論された。

緒 言

ストレスは現代社会における重大な問題のひとつになってきた。その内容も、社会構造の変化とともにない、騒音、高温などの従来の物理的ストレスから、職場の人間関係などの社会心理的ストレス、加えて職場におけるコンピュータを中心とする OA 機器によるストレスなど、多岐にわたるストレスが存在するようになってきた。これらの状況下においては、とくに先進国に見られるように、心身症をはじめとするストレス性疾患が多発するようになってきており、近年ストレス・マネジメントの重要性が叫ばれるゆえんである。

運動はストレス・マネジメントの一手法と考えることができる。運動、とくにジョギングや水泳などの有酸素運動の心理的効果に関する研究は古くから行われてきた。これらの研究のほとんどは、質問紙を用いた内省報告や、何種類かの性格、不安テストなどを用いた運動実行者の主観的報告という形で調べられたものである。たとえば、Blumenthal ら¹⁾は、10週間に及ぶ規則的な運動

プログラム（ウォーキングおよびジョギング）が不安や緊張を顕著に取り除くことを、被験者の気分および不安の自己採点から確かめた。しかしながら、これらの研究方法は、運動の心理的効果を確かめる上で、いくらかの役割を果たしてきたものの、実験条件や実験デザインの不備、さらに客観性の欠如などのため、批判されてきたことも事実である（たとえば、Folkins & Sime⁶⁾）。それゆえ、運動の心理的効果を確かめるために、より客観的な検証が望まれていた。

最近、欧米を中心として、有酸素性作業能と、これら心理的ストレス負荷における生理反応（たとえば、血圧、心拍数、皮膚電気抵抗などの反応）の関係を実験室で確かめた研究が見受けられるようになってきた（Takenaka¹⁹⁾；竹中¹⁷⁾）。たとえば、有酸素性作業能の大きい人は、小さい人に比べ、心理的ストレスを与えた後の心拍数の回復が速いことが報告されている。これらの研究は、定期的な運動により、心理的ストレスに対する生理反応が変容することを報告しており、ストレス・マネジメントとしての運動の心理的効果を客観的に調べたものとしてきわめて興味深い。

有酸素運動が最大酸素摂取量、心拍出量の増強、安静時心拍数の低下などの生理学的恩恵をもたらすことは、従来の研究により確かめられてきた。Shulhanら¹³⁾によれば、有酸素性作業能の生理学的変化は、構造的、代謝的、調節レベルで、中枢および末梢メカニズムの複雑な組み合わせによって生じるとし、その結果交感神経系を抑制し、副交感神経系を増強すると考えられている。それゆえ、心理的ストレスに対する生理的反応の改善もまた、有酸素運動の一機能と考えられ、ストレス対処への応用として使用される。

本研究の目的は、異文化におけるストレスを強く感じている日本人留学生を被験者として、4週間にわたる有酸素運動が彼らのストレス対処法として有効か否かを確かめることであった。その方

法として、心理的ストレス課題遂行中の生理反応を、有酸素運動訓練の前後で比較を行った。また、他のストレス・マネジメント手法として、バイオフィードバック訓練を用いた。

1. 方法

1.1 被験者

まず、米国北東部大学の大学および大学院に正規留学している90名の日本人女子留学生を対象に、Takenaka and Zaichkowsky作成のストレス質問紙¹⁵⁾を行わせた。この質問紙による高得点者24名（年齢19～42歳、平均26.7歳）が被験者として選ばれた。その後、これらの被験者は、有酸素運動群（Aerobic Exercise：AE）、バイオフィードバック群（Biofeedback：BF）、統制群（Control：C）の各群にそれぞれ8名が無作為に割り当てられた。被験者の留学期間は0.5～3年で、各群の米国内滞在期間にかたよりは見られなかった。同様に、Cooperのエアロビック・ポイント³⁾も測定したが、群間に差は認められなかった。すべての被験者は、実験開始前のスクリーニングテストにより、健康上の問題がないことが確認されていた。

1.2 手続き

1.2.1 実験機器

実験は米国ボストン大学教育学部生理心理学実験室で行われた。被験者の生理反応は、Davicon社製MEDAC 2000 Physiological Profile Systemを使用して測定された。この機器は、末梢血流抵抗（Peripheral Vascular Resistance）、皮膚温（Skin Temperature：ST）、心拍数（Heart Rate：HR）、皮膚コンダクタンス水準（Skin Conductance Level：SCL）、筋電位活動（Electromyographic Activity：EMG）の測定が同時に可能である。本実験で用いた生理反応は、HR、ST、SCL、および僧帽筋（Trapezius）のEMGの4指標であった。

1.2.2 実験スケジュール

本実験は2回のストレス・プロフィール・テスト（訓練前および訓練後）と4週間にわたるストレス・マネジメント訓練（AE, BF, C）から構成された。最初のストレス・プロフィール・テストは、4週間の訓練期間が始まる前に行われ、2回目のストレス・プロフィール・テストは4週間の訓練期間が終了した後に行われた。

1.2.3 心理学的測定および準備

被験者は、訓練に先だってストレス・プロフィール・テストを行う際、実験室に到着するや否や実験内容に関する説明を受けた。その後、被験者は実験参加に関する承諾書に記入を行った。さらに、被験者は特性不安テスト（Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory : STAI⁴⁾）を行った。各生理指標の測定にあたっては、被験者はひじ掛け椅子に着席し、HR および ST の測定のため、フォトエレクトリック・プレティスモグラフィ・センサーが被験者の左手人差指に、さらに僧帽筋の EMG 活動 (Trapezius EMG) の測定のため、Davicon 社製ユーザーズ・ガイド (Davicon, Inc.⁴⁾) にしたがって、筋上約 10 mm の距離で Davicon 社製表面乾電極が装着された。

訓練終了後のストレス・プロフィール・テストにおいても特性不安テストは行われ、同様の手続きがなされた。

1.2.4 ストレス課題

2回のストレス・プロフィール・テストにおいては、認知的ストレス課題として暗算課題 (Arithmetic Task) が用いられた。使用した暗算課題は、394 の数字から随時 7 を引いていく課題で、被験者は2分間の間にできるだけ速く口頭で回答することが要求された。

本実験においては、ストレス課題にともなっ

ト・アップ期間に続き、20分間のベースライン測定を行った。その際、すべての被験者は彼ら自身の方法により全身を弛緩するように教示された。ベースライン測定に続いて、被験者は最初の2分間にストレス課題が与えられ、6分間の回復期がそれに続いた。

1.2.5 ストレス・マネジメント訓練

C群を除いて、2つの群（AE および BF 群）は、最初のストレス・プロフィール・テストの後4週間の訓練を行った。AE 群は、週3回、ストレッチングおよびジョギングを1回1時間（各30分）かけて行った。AE 群の運動強度を一定に保つため携帯用心拍数表示機器 (Uniq Heart Watch, CIC model) を使用し、ジョギング時の心拍数を 150 bpm 以上に上げることを指示した。

一方、BF 群の被験者は、心拍バイオフィードバック装置を用い、週3回、1回1時間のリラクセーション訓練を行った。この訓練においては、被験者は心拍数をできるだけ小さくするように教示され、報酬による目標基準にしたがって訓練を行った。実際に、彼らは訓練初日の安静時心拍数の 15% の減少が義務付けられ、その値を達成した者のみが報酬を受け取ることができると伝えられた。

1.2.6 データの整理および解析

ストレス・プロフィール・テストにおけるすべてのアナログ出力は、デジタル・コンバータによって処理された後、各データは30秒ごとの値として記憶された。統計処理にあたっては、その後1分間値に変換した。

本研究における生理反応の変化は、各ストレス課題（2分間）およびその回復期（6分間）からなる時間コースを通して観察された。それゆえ、ストレス課題の時間コースは、回復期も含めて、8分間から構成される。すなわち、0～1分間 (Stress 1 : S1), 1～2分間 (Stress 2 : S2), 2～3分間 (Recovery 1 : R1), 3～4

分間 (Recovery 2 : R2), 4~5分間 (Recovery 3 : R3), 5~6分間 (Recovery 4 : R4), 6~7分間 (Recovery 5 : R5), 7~8分間 (Recovery 6 : R6) の8つの時間コースである。

2. 結 果

本実験開始時には、24名の被験者が実験に参加したが、2回目のストレス・プロフィール・テストには、C群のうち1名が体調不良のため参加できなかった。それゆえ、この1名のデータは除外した。

2.1 生理指標測定の結果

訓練前と訓練後に測定したストレス・プロフィール・テストにおけるベースライン時の生理指標のうち、EMGを除いて、HR, ST, SCLのそれぞれに有意な差が認められた (HR : $t(22) = 3.51, p = .0034, 78.03 \text{ vs. } 76.42$, ST : $t(22) = 3.55, p = .0018, 94.90 \text{ vs. } 91.92$, SCL : $t(22) = 3.07, p = .0056, 0.843 \text{ vs. } 0.65$)。それゆえ、訓練前後のストレス・プロフィール・テストの成績を比較するために、それぞれの生理指標の値は訓練期前後で行ったストレス・プロフィール・テストのベースライン値で除し、その後100をかけた値を使用する。以後混乱を避けるため、それぞれの指標の値として議論する。

2.1.1 時間経過にともなう反応

時間経過にともなう各生理反応のデータには、4要因の繰り返し分散分析 (群 (3) × 訓練 (2) × 時間コース (8)) が最初に行われた。

まず、HR反応において、訓練 ($F(1/20) = 16.11, p = .0007$) および時間コース ($F(7/140) = 62.32, p = .0001$) の主効果が有意であった。さらに、訓練と群 ($F(2/20) = 3.45, p = .0515$)、時間コースと群 ($F(14/140) = 2.02, p = .0200$) において、有意な交互作用が認められた。それゆえ、各群別に訓練と時間コースによる

2要因分散分析を行った結果、すべての群が時間コースによって有意に値が異なることがわかった (AE : $F(7/49) = 26.51, p = .0001$, BF : $F(7/49) = 19.81, p = .0001$, C : $F(7/42) = 18.46, p = .0001$)。さらに、Tukey post hoc テストの結果、訓練後のストレス・プロフィール・テストにおいて、有意な群間差が認められた。

図1は、訓練後ストレス・プロフィール・テストにおける時間経過にともなうHR反応を示している。暗算課題中に群間差は認められなかったものの、回復期R1では、AEおよびBF群のHRがC群よりも有意に小さな値を示した。さらに、R5 (106.5 vs. 98.2), R6 (106.9 vs. 99.4) においても、AE群がC群と比べて有意に小さな値を示した。HR反応の結果を要約すると、訓練前ストレス・プロフィール・テストにおけるHR反応には時間経過にともなって群間差はみられなかったが、4週間の訓練後では回復期のいくつかの時間コースでAE群、またはBF群がC群より有意に小さな値を示した。

ST反応も同様の方法で分析を行った。まず、時間コースに有意な主効果が認められた ($F(7/140) = 4.62, p = .0001$)。さらに、訓練と時間コースに有意な交互作用が認められた ($F(7/140) = 5.27, p = .0001$)。この結果は、時間経過にともなうST反応が訓練前後のテストで異なることを意味している。それゆえ、各テストごとに

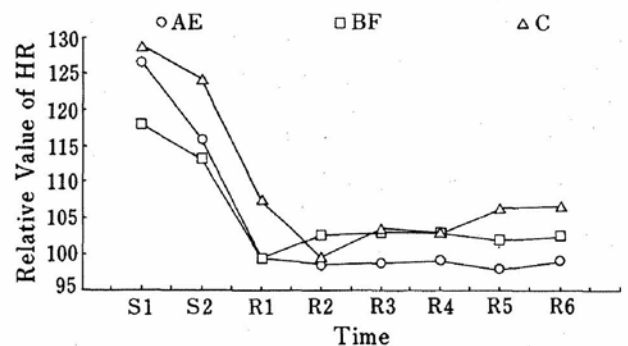


図1 訓練後ストレス・プロフィール・テストにおける時間経過にともなうHR反応

1 要因分散分析を行った。

図2は、すべての被験者について、2回のテスト結果を時間経過によって示している。Duncun post hoc テストにより、訓練前のテストでは、S1がR3、R1、R2よりも高いST反応を示した。一方、訓練後テストでは、S1がR3、R1、R2よりも高い値を示した。これらの結果は、訓練前テストでは訓練後テストと比べて、ST反応の回復が遅くなることを示している。

EMGの結果は図3に示している。2つのテストにおいて、時間コースの有意差だけが認められた ($F(7/140) = 6.22, p = .0001$)。EMG反応は暗算課題中は上昇し、その後回復期で減少を示した。SCL反応においては有意な結果は得られなかった。

2.1.2 滞在期間をコントロールした反応

表1は、被験者の米国滞在期間をコントロールしたHRとEMGの反応値である。滞在期間は月であらわし、訓練前後のストレス・プロフィール

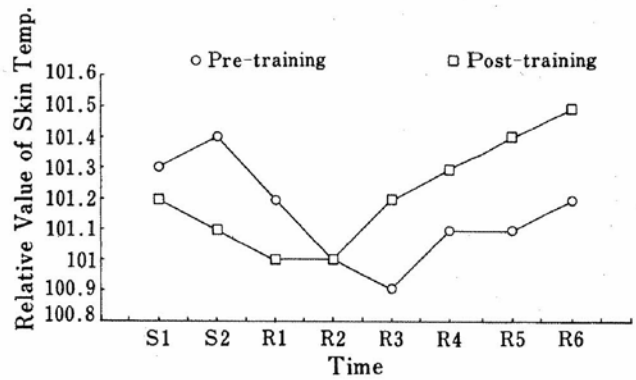


図2 訓練前後2回のストレス・プロフィール・テストにおける時間経過にともなうST反応

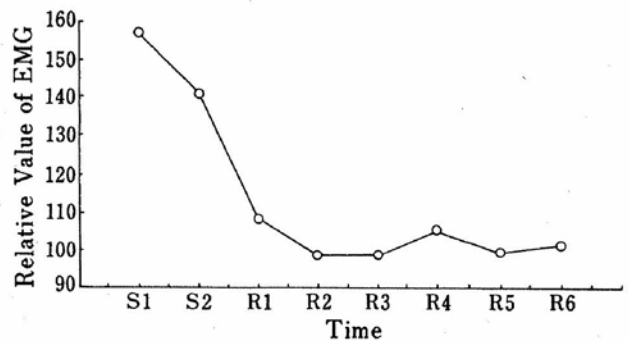


図3 ストレス・プロフィール・テストにおける時間経過にともなうEMG反応

表1 滞在期間をコントロールしたHRおよびEMG反応

		HR			EMG		
		AE	BF	C	AE	BF	C
Pre-test	S1	121.1	112.0	116.5	165.4	177.5	112.5
	S2	117.3	110.7	113.0	160.1	162.8	117.7
	R1	101.1	95.1	95.3	114.9	134.5	100.7
	R2	95.8	97.3	95.7	101.9	106.5	101.8
	R3	97.2	98.1	95.5	100.4	107.4	102.5
	R4	95.9	100.0	97.7	89.9	108.7	100.2
	R5	95.9	101.2	96.6	96.4	109.2	101.2
	R6	96.6	98.4	94.2	99.5	105.8	103.0
Post-test	S1	126.8	118.2	129.0	87.5	140.1	260.7
	S2	115.6	113.7	124.9	101.7	132.0	171.3
	R1	99.1	99.6	108.0*	78.6	119.7	103.0
	R2	98.6	102.8	100.6	70.7	110.7	98.1
	R3	98.8	103.3	104.0	68.2	104.7	109.8
	R4	98.9	103.3	103.5	62.0	98.2	172.2
	R5	98.0	102.3	106.7**	67.2	93.7	127.8**
	R6	99.3	102.6	107.0**	75.9	104.6	118.0*

*P<.05, **P<.01

ル・テストの結果について、共分散分析を用いた。表は最小自乗平均値 (Least-Squares Mean) を示している。HR 反応は、訓練前のテストすべての時間コースで差が見られないのに対して、訓練後のテストでは R1, R5, R6 において有意な群間差が認められた。暗算課題直後の R1 では、AE および BF 群が C 群より小さな値を示し、R5, R6 では AE 群が他の群より小さな値であった。

同様に、EMG 反応においても、訓練後のテストに有意な群間差が見られた。回復期の R5, R6 において、AE 群、BF 群、C 群の順で値が大きくなった。ここでも、AE 群が最も小さな値を示した。

2.2 心理的測定結果

訓練前後のストレス・プロフィール・テスト開始時に被験者が行った特性不安テストに関しては、2 要因の繰り返し分散分析 (群 (3) × 訓練 (2)) が適用された。しかしながら、群、訓練とも有意な主効果は見られなかった。

3. まとめ

心理的ストレスが自律神経系の反応に影響を与えることは、多くの研究によって証明されてきた (たとえば、Williams²⁰)。現代社会における種々のストレスが、心拍数や血圧の上昇、発汗活動など自律神経によって支配される生理反応に影響を与えていることは明白であり、これらの過度な反応は種々の疾患に発展する危険性を増加させる (Girdano & Everly⁷)。

一過性の心理的ストレスに対する生理心理学的アプローチは、Lacy and Lacy⁹ が報告して以来、ストレス・プロフィール手続きとして広く用いられてきた。これらの研究は、さまざまな心理的条件に関連して、心臓血管運動系の反応に集中して行われている。たとえば、最も頻繁に用いられている交感神経系の反応として、HR、最大・

最小血圧の上昇や、血管収縮運動の指標となる ST の減少に関して測定されている。

本研究は、異文化におけるストレスを強く感じている日本人留学生を被験者として、4 週間にわたる有酸素運動が彼らのストレス対処法として有効か否かをストレス・プロフィール手続きを用いて確かめることであった。竹中による一連の研究^{15,16,18} は、米国における日本人留学生を対象にストレス・プロフィール・テストを行わせ、生理反応を測定している。その結果、HR のみならず ST においても、異文化におけるストレス関連の問題を持つ留学生において過度な反応を示すことを報告している。本研究は、これらの報告をもとに、運動プログラムによるストレス・マネジメントの効果を生理反応の改善度から評価したものである。

その結果、訓練後のストレス・プロフィール・テストの回復期において、暗算課題直後では AE および BF 群が C 群と比べて小さな値を、また回復期後半でも AE 群が C 群よりも小さな値を示した。訓練前のストレス・プロフィール・テストに有意な HR 反応の群間差が見られなかったことから、この結果は有酸素運動またはバイオフィードバック訓練によって HR 反応が改善されたと考えられる。とくに AE 群は C 群と比較して、回復期後半でも HR 反応を抑制することができた。しかしながら、他の生理反応では有意な群間差を見つけることはできなかった。ST 反応では訓練の主効果が認められ、訓練前より後のストレス・プロフィール・テストの方が回復が速かった。また、EMG でも時間経過にともなう変化が見られただけで群間に差は認められなかった。

Takenaka¹⁹ は、過去における有酸素性作業能とストレス反応の研究を概観し、その実験デザインを、相関による研究、横断的研究、および縦断的研究の 3 つに分類している。本研究で用いられた実験デザインは、4 週間の有酸素運動の効果を

訓練前後のストレス・プロフィール・テストで比較したものであり、縦断的研究にあてはまる。過去におけるこの種の研究においては、たとえば Holmes and McGilley⁹⁾は13週間、Sinyorら¹²⁾は10週間の有酸素運動を被験者に行わせており、本研究で用いた4週間の訓練と比べるといずれも長い訓練期間を使用している。それゆえ、本研究の訓練期間はHR以外の生理反応に改善を認めるに十分な期間ではなかったと推測される。

異文化におけるストレスにおいては、滞在期間は大きな決定要因である（たとえば、Pedilla et al.¹⁰⁾）。それゆえ、本研究では、ストレス・プロフィール手続きで測定したデータに共分散分析を用いて統計的に滞在期間を考慮に入れた。その結果、HRおよびEMG反応において、訓練後テストの回復期で群間差が見られた。とくにAE群が最も小さな値を示し、滞在期間をコントロールすると有酸素運動によるストレス反応の効果があらわれたと思える。

Davidson and Schwartz⁵⁾は、不安を2つのタイプに分類している。1つは、認知不安 (Cognitive Anxiety) であり、その症状として心配、集中力の不足、不眠を挙げている。もう1つのタイプは体性不安 (Somatic Anxiety) であり、吐き気、頭痛、動悸が主な症状としている。Schwartzら¹¹⁾は、この2種のタイプの不安に基づいて、不安低減のための方策もまた変化させるべきであると提言している。彼らは認知不安には瞑想を、体性不安には運動を用いてそれぞれの不安低減効果を証明した。本研究の被験者は異文化下でストレスを感じており、そのストレスが認知タイプか体性タイプかは判定できない。今後個人のストレス症状のタイプによって有酸素運動の有効的応用が可能かも知れない。

今後の研究として、なぜストレス反応が有酸素運動によって改善されるのかを明確にする必要がある。Blumenthal and McCubbin²⁾はストレ

ス・マネジメントとしての運動に関して、2つのモデルを提出している。1つは、生理学的モデルであり、運動の抗不安および抗うつ特性が、ストレスに対する生理学的および生化学的反応を改善させると述べている。彼らは、それらの生理学的解釈として、ベータエンドルフィンの役割を示唆している。もう1つのモデルとしては、行動・認知過程に関するものである。認知的気晴らし、社会的強化、自己能力増加の感覚、不安に対する身体的なシグナルの変化を挙げている。しかしながら、このようなモデルのみで有酸素作業能とストレス反応の関係を説明することは困難であり、より詳細な理論的解釈が今後必要となろう。

文 献

- 1) Blumenthal, J. A., Williams, R. S., Wallace, A., Needels, T. L.; psychological changes accompany aerobic exercise in healthy middle-aged adults, *Psychosomatic Medicine*, **44**, 529-536 (1982)
- 2) Blumenthal, J. A., McCubbin, J. A.; physical exercise as stress management, In A. Baum & J. E. Singer (Eds.), *Handbook of psychology and health*. vol. V Stress, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NY, 303-331 (1987)
- 3) Cooper, K. H.; The aerobic program for total well being. New York: *Bantam Books* (1982)
- 4) Davicon, Inc.; Clinical series EMGs: user's guide, Davicon, Inc.; MA (1989)
- 5) Davidson, F. L., Schwartz, G. E.; The psychology of relaxation and related states: A multi-process theory. In D. I. Mostofsky (Ed.), *Behavior control and modification of physiological activity*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall (1976)
- 6) Folkens, C. H., Sime, W. E.; Physical fitness training and mental health, *American Psychologist*, **36**, 373-389 (1981)
- 7) Girdano, D. A., Everly, G. S.; Controlling stress and tension: a holistic approach, Prentice-Hall, Inc., NJ (1979)
- 8) Holmes, D. S., McGilley, B. M.; Influence of a brief aerobic training program on heart rate and subjective response to a psychologic

- stressor. *Psychosomatic Medicine*, **49**, 366-374 (1987)
- 9) Lacy, J. I., Lacy, B. C.; Verification and extension of the principle of autonomic response-stereotypy, *American Journal of Psychology*, **71**, 50-73 (1958)
 - 10) Pedilla, A. M., Wagatsuma, Y., Lindholm, K. J.; Acculturation and personality as predictors of stress in Japanese and Japanese-Americans, *Journal of Social Psychology*, **125**, 295-305 (1985)
 - 11) Schwartz, G. E., Davidson, R. J., Goleman, D. J.; Patterning of cognitive and somatic processes in the self-regulation of anxiety: Effects of meditation versus exercise, *Psychosomatic Medicine*, **40**, 321-328 (1978)
 - 12) Sinyor, D., Golden, M., Steinert, Y., Seraganian, P.; Experimental manipulation of aerobic fitness and the response to psychological stress: heart rate and self-report measures, *Psychosomatic Medicine*, **48**, 324-327 (1986)
 - 13) Shulhan, D., Scher, H., Furedy, J. J.; Phasic cardiac reactivity to psychological stress as a function of aerobic fitness level, *Psychophysiology*, **23**, 562-566 (1986)
 - 14) Spielberger, C. D., Gorsuch, R., Lushene, R.; STAI manual for the state-trait anxiety inventory, *Counseling psychologists Press*, CA, 1970.
 - 15) Takenaka, K., Zaichkowsky, L. D.; Physiological reactivity in acculturation: a study of female Japanese students, *Perceptual and Motor Skills*, **70**, 503-513 (1990)
 - 16) 竹中晃二, Zaichkowsky, L. D., 山田富美雄; 異文化受容ストレスに関する研究: ストレス反応, *体力科学*, **77**, 62-72 (1991)
 - 17) 竹中晃二; 運動を用いたストレス・マネジメント- ストレス反応から見た効果, *体育の科学*, **41**, 618-623 (1991)
 - 18) Takenaka, K., Makoro, S.; Physiological reactivity to stress in acculturation: comparison between Japanese and American, *教育医学*, **37**, 81-86 (1991)
 - 19) Takenaka, K.; Psychophysiological reactivity to stress and aerobic fitness, *体育学研究*, **37**, 229-242 (1992)
 - 20) Williams, R. B.; Patterns of reactivity and stress, In K. A. Matthews, S. M. Weiss, T. Detre, T. M. DeBroski, B. Falker, S. B. Manuck and R. B. Williams, Jr. (Eds.), *Handbook of stress, reactivity and cardiovascular disease*, John Wiley & Sons, NY (1986)