
長期航海における運動実践が船員の体組成および 循環機能におよぼす影響

田村祐司¹ 堀安高綾¹ 佐野裕司¹ 小林敏生¹ 磯崎道利² 久門明人² 長南賢司²
小須田敏² 森田良和² 片岡幸雄³ 村松成司³

¹東京商船大学 ²運輸省航海訓練所 ³千葉大学

Effect of exercise program by cycle ergometer throughout long-term voyage on body composition and circulatory function in watchkeepers

Yuji TAMURA ¹, Takaaya HORIYASU ¹, Yuji SANO ¹, Toshio KOBAYASHI ¹, Michitoshi ISOZAKI ²,
Akihito KUMON ², Kenji CHONAN ², Satoshi KOSUDA ², Yoshikazu MORITA ²,
Yukio KATAOKA ³ and Shigeji MURAMATSU ³

¹ Tokyo University of Merchantile Marine, ² Institute for Sea training, Ministry of Transport
and ³ Chiba University

Abstract

To examine the effect of voluntary exercise program by cycle ergometer throughout voyages between Tokyo and western coast of America for two-months in watchkeepers, body composition and circulatory function (blood pressure and accelerated plethysmography:APG) were measured.

Twenty-one watchkeepers who boarded the Hokuto-Maru and Taisei-Maru served as the subjects. They were divided into three groups resulting from quantity of exercise program: group-A (exercised more than 60 min./week by cycle ergometer, group-B (exercised less than 60 min./week by cycle ergometer, but more than 60 min./week by both cycle ergometer and other exercise such as walking) and group-C (exercised less than 60 min./week by both cycle ergometer and other exercise program).

The results obtained are as follows;

1) There were no significant differences before and after the voyage in body weight, systolic pressure and diastolic pressure in all groups.

2) %Fat decreased significantly after the voyage in group-A, but there were no significant differences in group-B and C.

3) There were no significant differences before and after the voyage in peripheral circulatory function by APG, but an increase of APGindex in group-A were greater than in group-B and C.

4) These findings indicate some possibility of improving % fat, blood pressure, and peripheral circulatory function due to exercise program throughout the voyage because of running to fat, increasing in diastolic blood pressure and aggravating in peripheral circulatory function in watchkeepers following long-term voyage in previous studies.

1、はじめに

船員は航海中船内という限られた空間での職住同一の生活や4時間勤務の後8時間休憩をとり、さらに4時間勤務と8時間休憩を繰り返す交代制勤務の特性をもっている¹⁾。また、航海が長期にわたるにつれてその勤務形態や限られた船内での活動量減少等の影響により船員の健康状態に悪影響が生じることが考えられる。

これまで当直業務に従事する船員のエネルギー消費量は整備作業や司厨作業に従事する船員に比較して低いことが認められている^{1, 2, 4)}。また長期航海により当直船員の体型は肥満型に移行し、末梢循環機能は悪化する傾向も報告されている^{3, 5, 6, 7)}。特に、時差を伴う東方航海においては1日の総時間が24時間より短くなることなどから身体的、精神的な負担も高まり、健康状態への影響が一層高まる

ことが予想される。したがって長期の航海においては運動不足や相対的過食を防ぎ肥満や循環機能の悪化が起らないような対策が必要である。これまで定期的な身体トレーニングが循環機能の改善や肥満

予防に効果的であることが明らかにされている^{8, 12, 15, 16)}ことから、本研究は日本-アメリカ西海岸往復航海（東方および西方航海）において、航海中の船上での運動実践が当直船員の体組成と循環機能に与える影響について検討した。

能に与える影響について検討した。

2、研究方法

(1) 対象航海

航海は運輸省航海訓練所練習船大成丸（5875総トン）の平成7年7月10日から9月1日までの東京→ハワイ→バンクーバー→東京間往復航海（航海日数のべ31日間）と、同練習船北斗丸（5877総トン）の平成8年7月6日から8月30日までの東京→ハワイ→サンフランシスコ→東京間往復航海（航海日数のべ35日間）の2つの遠洋航海であった。両航海とも、ハワイ、バンクーバーおよびサンフランシスコにおいてのべ約20日間の停泊があった。また、両航海とも時差に伴って一日の長さが、往路は約23時間30分、復路は約24時間30分というパターン

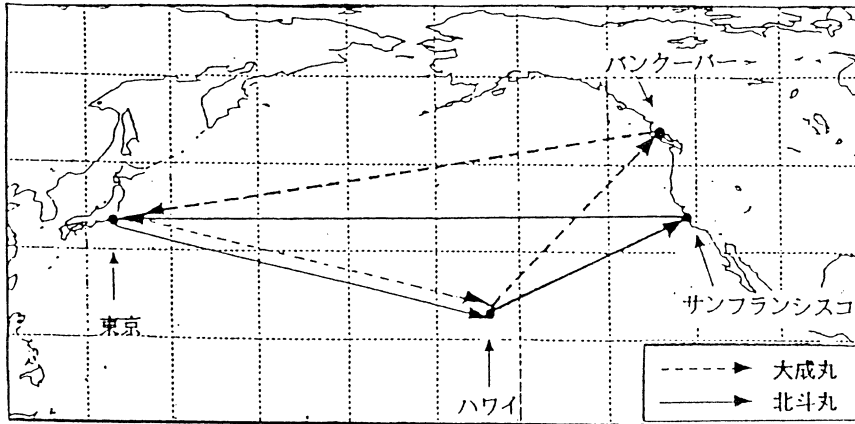


図1 航跡図

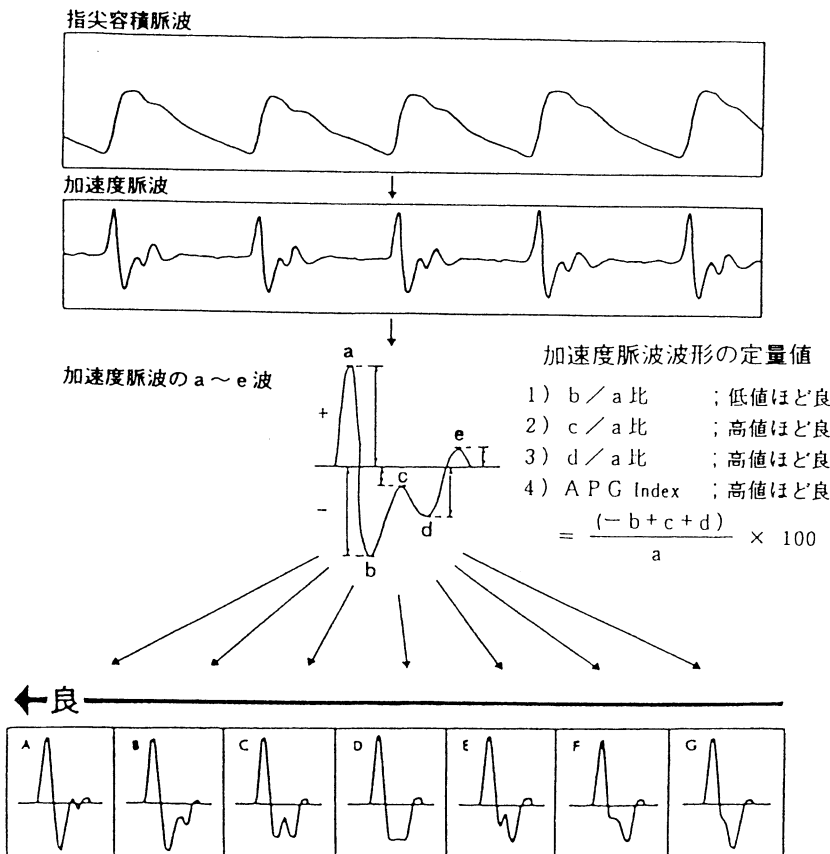


図2 加速度脈波波形の分析

が航海期間中連日続いた。両航海の航跡図を図1に示す。

(2) 被験者および運動内容

被験者は大成丸および北斗丸の当直勤務に従事する船員(職員)合計21名(27~48歳、平均年齢33.8±6.5歳)であった。航海中、被験者は両船の運動室にある自転車エルゴメーター(キャットアイ社製EC-1600)で運動を行った。

トレーニングのための運動負荷はACSM(アメリカスポーツ医学会)が体力維持改善のため推奨している運動条件(最大酸素摂取量またはHRmaxReserveの50~85%のエアロビク運動を1日20~60分、週3~5回程度実施)を提示した¹⁷⁾。その実施内容については被験者の自由意志に基づき実施させた。その際、実施時間、実施回数、運動中の心拍数、負荷量(ワット)をトレーニング管理ノートに記録させた。併せて自転車エルゴメーター運動以外の運動実施状況も毎日記録させた。この記録から各被験者ごとに、往復全航海における自転車エルゴメーター運動による1日あたり平均運動時間(分/日)、1週間あたり平均運動頻度(日/週)、1回あたり平均心拍数(拍/分)および1週間あたり平均運動量(分/週)を算出した。なお停泊中は、自転車エルゴメーター運動を実施する者はほとんどいなかった。

強度の設定についてはKarvonen氏法(HRmaxReserve法)の公式「(年齢別最大心拍数-安静心拍数)×(0.5~0.85)+安静心拍数」を用いて年代別負荷強度別心拍数の一覧表を作り被験者のその日の体調に応じて運動強度や運動時間を自由に選択させた。年齢別最大心拍数は(220-年齢)とした。なお実施されたエルゴメーター運動中の心拍数と負荷量(ワット)はエルゴメーターのプログラムによって経時的に自動記録された。

(3) 測定項目

測定項目は体重、皮下脂肪厚(腕、背)、収縮期血圧、拡張期血圧および末梢循環機能評価としての加速度脈波(b/a比、c/a比、d/a比およびAPG Index)である。各項目は遠洋航海前(東京発直後)と航海後(東京着直前)に各一回測定した。体重は、船内備え付けのヘルスマーターを用い食事前に実施し

た。

皮下脂肪厚は栄研式皮下脂肪厚計を用いてそれぞれの航海別に同一検者により被験者の右上腕部および右肩甲骨下部を測定しその合計値からBrozekの公式を用いて%Fatを算出した。血圧測定は自動電子血圧計(オムロン社製HEM-705CP)を用いて右上腕部で測定し、収縮期血圧および拡張期血圧を測定した。加速度脈波は加速度脈波計(ミサワホーム社製APG200)を用い、指の高さを心臓位とし左手3指の指尖部で測定した。血圧および加速度脈波の測定は食後三十分以上経過後の安静時に座位にて同時に実施した。

加速度脈波(Accelerated plethysmography; APG)とは1指尖容積脈波の二次微分波である。図2に示すようにa、b、c、d、e波があり、基線から上部はプラス(+),下部はマイナス(-)と定められている。その波形はa波の高さに対するb、c、d波の様相によって、A~Gの7種類のタイプにパターン化されている。また、波形のa、b、c、dの値からb/a比(b/a×100)、c/a比(c/a×100)、d/a比(d/a×100)および総合的な指標としての加速度脈波指数{APG Index=100×(-b+c+d)/a}の定量化が行われている。そして、パターンではAに近づくほど、定量値ではb/a比は低値ほど、c/a比、d/a比およびAPG Indexでは高値ほど良好とされている^{13,14)}。

(4) 分析方法

実施時期、期間および航海コースが類似しているため両航海の被験者21名を母集団とした。図3は全被験者の1週間あたりの自転車エルゴメーター運動量(以下エルゴメーター運動量とする)および総運動量(エルゴメーター運動とそれ以外の運動を合わせた総実施時間)と年齢を示したものである。

ところで、片岡ら¹⁰⁾は高血圧者のトレーニングによる血圧改善のための最小運動条件として、1週間60分以上の運動を推奨している。そこで、被験者21名を1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分以上の者をA群(n=9:被験者番号1~9)、1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分未満であるが1週間あたりの総運動量が60分以上である者をB群(n=7:被験者番号10~16)、1週間あたりのエル

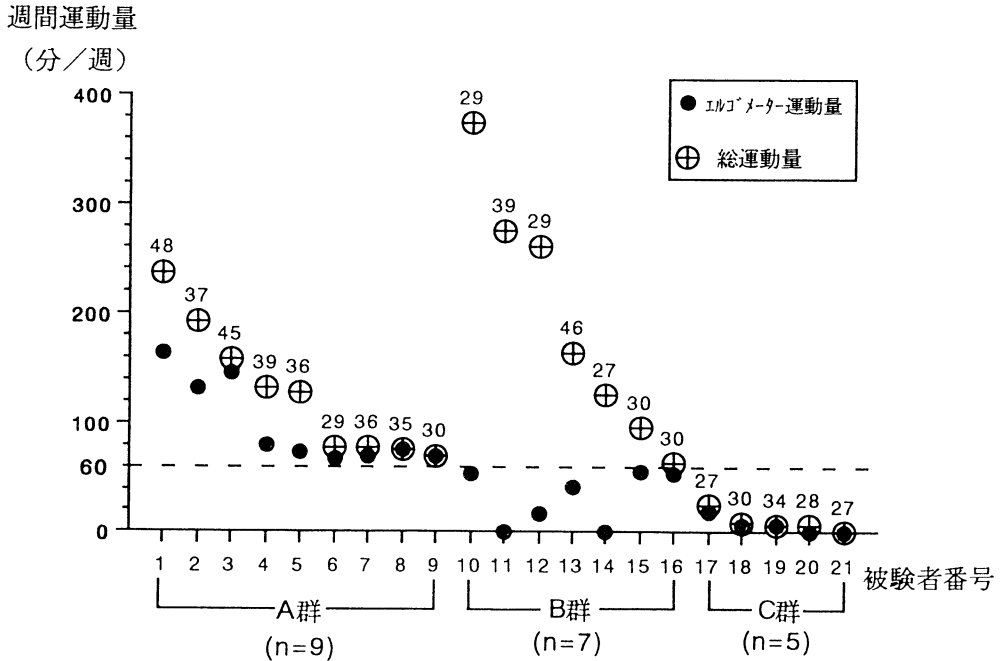


図3 被験者の週間運動量と年齢

- ・総運動量とはエルゴメーター運動とそれ以外の運動（ウォーキング、エアロビクス体操など）を合わせた総運動実施時間のことである。
- ・総運動量座標上の数字は、被験者の年齢を示す。

ゴメーター運動量が60分未満であり、かつ1週間あたりの総運動量も60分未満の者をC群 (n=5: 被験者番号17~21) の3群に分類した。

全航海における船上での運動状況を下記の項目に関して分析し、それぞれ平均値と標準偏差を求めた。すなわち安静時心拍数（安静HRとする）、エルゴメーター運動時平均心拍数（エルゴHRとする）、HRmax Reserve法によるエルゴメーター運動時平均運動強度（エルゴ%HRとする）、1日あたりのエルゴメーター運動量（エルゴ1日運動量とする）、1週間あたりのエルゴメーター運動実施日数（エルゴ運動頻度とする）、1週間あたりのエルゴメーター運動量（週間エルゴ運動量とする）、1週間あたりの総運動量（週間総運動量とする）とした。

上記の各項目値の3群間の比較には、一元配置分散分析および平均値の多重比較（ライアン法）を行った。各測定項目における航海前と航海後の変化に関しては、全被験者および各群ごとにpaired t検定を行った。また、各測定項目の変化量（航海後値－航海前値）における3群間の比較には、一元配置分

散分析および平均値の多重比較（ライアン法）を行った。

3. 結果

表1に全被験者および各群の年齢と全航海における船上での運動状況項目（安静HR、エルゴHR、エルゴ%HR、エルゴ1日運動量、エルゴ運動頻度、週間エルゴ運動量、週間総運動量）の平均値および標準偏差を示した。

年齢はA群が平均37.2歳と最も高く、ついでB群の32.8歳、C群の29.2歳であったが3群間には有意差は認められなかった。安静HR、エルゴHRおよびエルゴ%HRにおいても3群間には有意差が認められず、全被験者の平均はそれぞれ61.9拍/分、140.2拍/分、63.2%であった。エルゴ1日運動量はA群が平均22.8分/日と最も長く、ついでB群の14.1分/日、C群の13.8分/日であったが、3群間には有意差は認められなかった。エルゴ運動頻度はA群が平均4.2日/週、B群が1.5日/週、C群が0.3日/週であり、A群がB群、C群に比し有意に大きかった。

表1、各群における船上での運動状況

	全体 (n=21)	A群 (n=9)	B群 (n=7)	C群 (n=5)	p-level
年齢 (歳)	33.8±6.5	37.2±6.2	32.8±6.9	29.2±2.9	ns
安静HR(拍/分)	61.9±7.5	62.3±6.0	63.1±6.3	59.6±11.9	ns
エルゴHR (拍/分)	140.2±9.7	139.7±8.8	137.6±7.5	146.0±16.3	ns
エルゴ%HR(%)	63.2±7.3	64.3±6.8	59.8±6.3	66.0±11.0	ns
エルゴ1日運動量 (分/日)	17.8±9.8	22.8±3.1	14.1±9.8	13.8±14.6	ns
エルゴ運動頻度 (日/週)	2.4±2.0	4.2±1.4	1.5±1.2	0.3±0.4	*** 1)
週間エルゴ運動量 (分/週)	53.7±48.6	97.2±38.3	31.5±25.2	6.6±7.7	*** 2)
週間総運動量(分/週)	121.5±100.9	127.2±59.4	194.1±112.0	9.6±9.2	** 3)

・ 数値は、平均±標準偏差で示す。

・ p-level : ** p < 0.01, *** p < 0.001, ns 有意差なし

・ 1) A群>B群, A群>C群、2) A群>B群, A群>C群、3) A群>C群, B群>C群

・ 総運動量とは、エルゴメータ運動とそれ以外の運動 (ウォーキング、エアロビクス体操など) を合わせた総運動実施時間のことである。

表2 各測定項目の変化量 (航海後値-航海前値)

	A群 (n=9)	B群 (n=7)	C群 (n=5)	p-level
体重 (kg)	0.4±1.3	0.8±2.5	0.1±1.4	ns
体脂肪率(%)	-2.8±3.0	-0.4±1.3	-2.7±2.3	ns
収縮期血圧(mmHg)	1.6±8.7	3.8±5.4	1.6±10.8	ns
拡張期血圧(mmHg)	2.2±5.5	3.1±6.0	-2.0±11.1	ns
b/a比 (point)	-8.5±12.8	1.4±13.7	-6.8±11.6	ns
c/a比 (point)	1.3±7.8	3.8±14.0	-3.4±7.7	ns
d/a比 (point)	2.2±9.8	2.4±7.4	-2.0±9.0	ns
APGindex(point)	12.1±23.7	4.8±23.3	1.0±18.7	ns

・ 数値は平均±標準偏差で示す。 ・ p-level : ns 有意差なし

週間エルゴ運動量はA群は97.2分/週、B群が31.5分/週、C群が6.6分/週であり、A群がB群、C群に比し有意に大きかった。週間総運動量はA群は127.2分/週、B群が194.1分/週、C群が9.6分/週であり、A群とB群がC群に比し有意に大きかった。

図4、5に航海前後における体重、体脂肪率、収縮期血圧、拡張期血圧および加速度脈波関連の指標の変化を、全被験者 (以下全体とする) と各群別に示した。また、表2に各測定項目における航海前後の変化量を各群別に示した。

体重は全体および各群において有意な変化は認められなかった。体脂肪率は全体とA群では航海後に有意な減少を示したが、B群とC群では有意な減少を

示さなかった。収縮期血圧、拡張期血圧および加速度脈波関連のすべての指標は全体および各群において有意な変化は認められなかった。しかしb/a比の変化量はB群に比しA群とC群の減少量が有意ではないが大きかった (改善傾向)。c/a比およびd/a比の変化量はA群とB群の増加 (改善) 傾向に対して、C群は減少 (悪化) 傾向にあった。APGindexの変化量は全体では航海後に増加 (改善) の傾向を示したが、A群 (12.1 point) ではB群 (4.8 point) およびC群 (1.0 point) に比し有意ではないが大きかった。航海前後における血圧および加速度脈波測定時の心拍数 (HR) は各群とも有意な差は認められなかった (表3)。

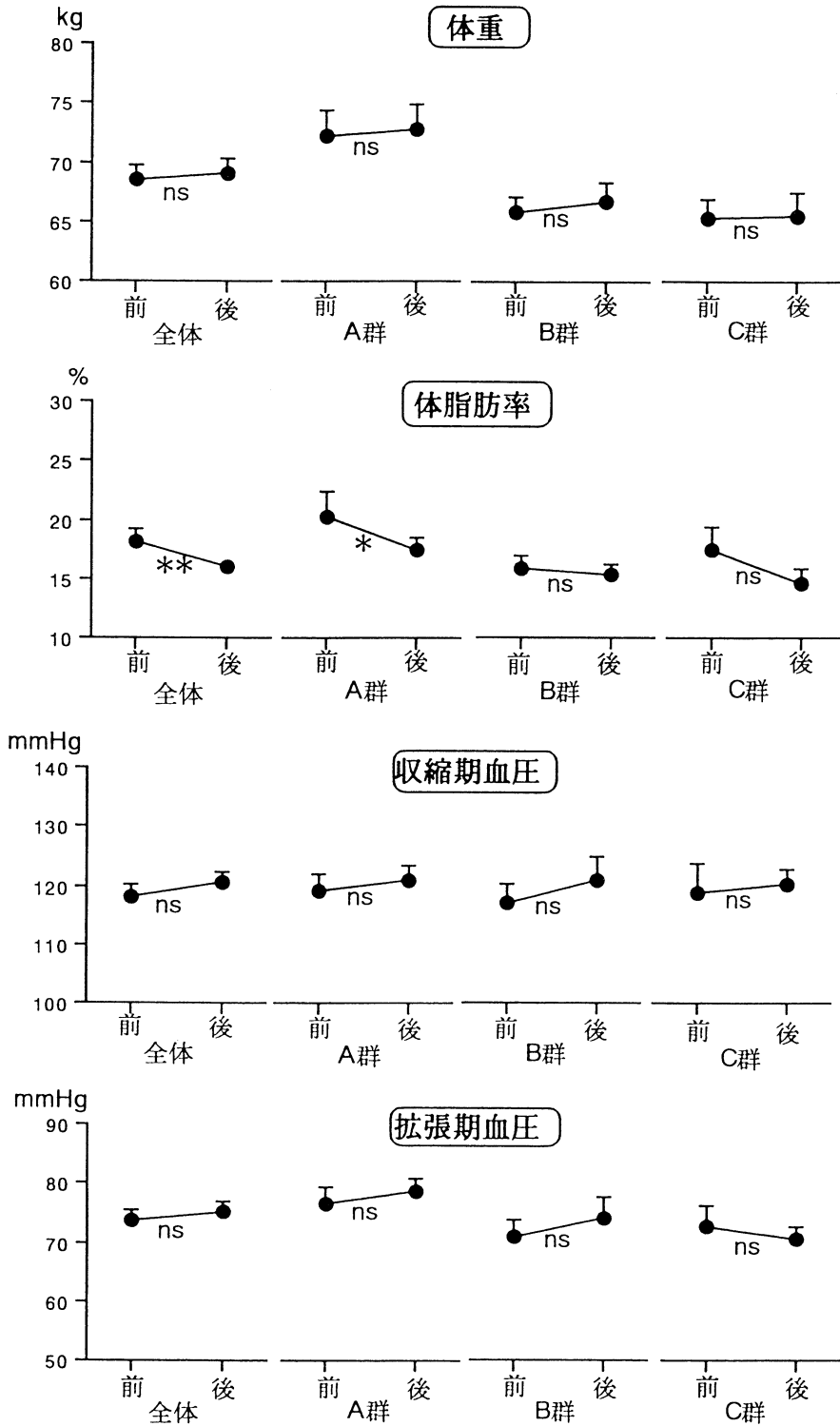


図4 体重、体脂肪率、収縮期血圧および拡張期血圧の変化
 ・数値は平均±標準誤差で示す。 ・ns 有意差なし ・*: $p<0.05$ ・**: $P<0.01$

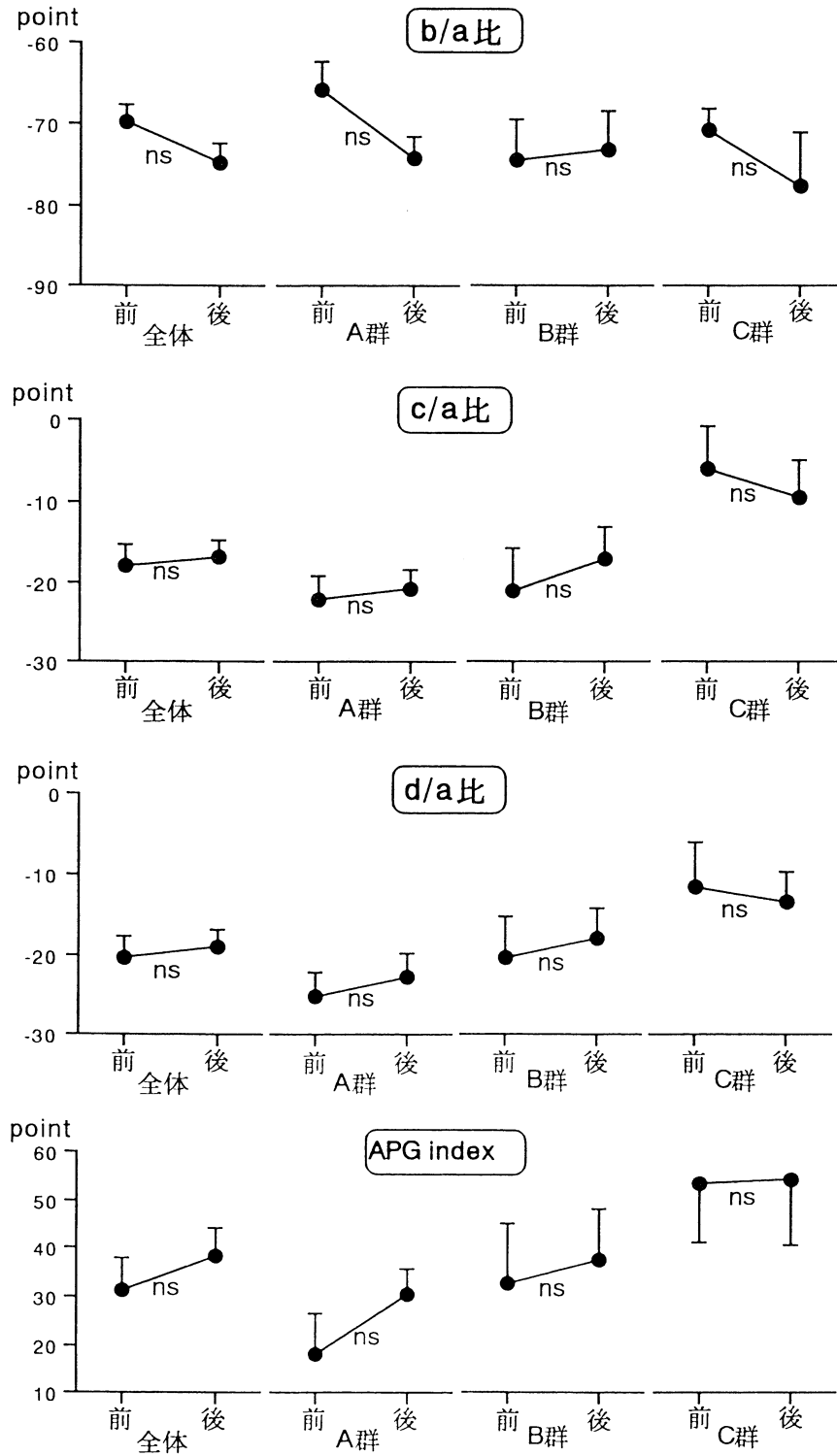


図5 加速度脈波関連指標の変化

・数値は平均±標準誤差で示す。・ns 有意差なし

表3 血圧および加速度脈波測定時のHR (拍/分)

	航海前	航海後	p-level
全体	74.3±1.7	71.4±2.2	ns
A群	74.2±2.4	70.2±4.0	ns
B群	78.7±2.2	73.4±2.6	ns
C群	68.6±3.9	71.0±5.5	ns

・数値は平均±標準誤差で示す。

・p-level:ns 有意差なし

4、考察

先行研究^{5, 6, 7)}から、定期的な運動習慣のない監視作業が主である当直船員は長期航海において体型は肥満化し、加速度脈波からみた末梢循環が悪化することが報告されている。その原因として当直船員の運動不足とそれによる相対的過剰栄養が指摘されている。本研究は長期航海中の当直船員の健康・体力の維持を目的として自転車エルゴメーター運動を主とした自由意思に基づく運動を実施させ、航海前後の体組成および末梢循環について検討した。

体組成に関して先行研究^{6, 7)}によると、長期航海において運動習慣をほとんど有しない当直船員は体重の変化は認められないが、体脂肪率は増加する傾向にあった。しかし、本研究ではすべての群で体重の有意な変化は認められなかったが、体脂肪率はエルゴ運動を最も多く実施したA群では有意に減少した。この結果は長期航海に伴って起こる肥満化の傾向と異なったものであり、航海中の定期的な運動の効果として脂肪沈着を抑制したものと理解される。つまり継続的な一定の条件以上の運動の実施によって航海中に起こる肥満化に伴う筋肉量の減少が抑制された可能性が示されたといえる。しかしながら体脂肪量については運動量の面だけでなく食事面を含めた相対的関連からの検討が必要である。本研究では食事面では一定の管理下にあったという前提ではあるものの今後食事管理の面も含めた船員の健康づくりの検討が必要になる。

循環機能に関して先行研究^{5, 6, 7)}では、運動習慣を有しない航海中の当直船員では収縮期血圧は顕著な変化はないが、拡張期血圧は有意に上昇した。加速度脈波は、c/a比やd/a比が中高年者のパターン方向に移行していた。本研究では各群とも収縮期

血圧、拡張期血圧のいずれも有意な変化は認められなかった。このことは、これまで継続的な運動の実践が血圧の改善に有効であるとする報告が多くみられることから^{8-11, 15, 16)}、航海中における定期的な運動の実践の結果と考えられる。運動条件の面からみると、改善に必要な運動条件に合致しているA群のみならず、運動条件に満たないB群やC群においても歩行運動やエルゴ運動が拡張期血圧の上昇を抑制するために貢献した可能性が考えられる。しかしB群やC群の運動量とその影響については今後さらに検討が必要である。

加速度脈波はすべての群で航海前後で有意な変化は認められなかった。このことはこれまでに報告^{5, 6, 7)}されている末梢循環の悪化の傾向が認められなかったということの意味している。とくにエルゴ運動が最も多かったA群のAPGindexは先行研究とは異なって若年者のパターン方向に移行し、その増加量はエルゴ運動の少なかった他群に比較し最も大きかった。このことはA群における運動量がACSM¹⁷⁾の体力維持向上の運動条件や高血圧症の改善の運動条件¹⁰⁾に合致していること、また被験者の平均年齢が37.2歳と全被験者の中では最も高く、航海前のAPGindexは他群に比較し得点が低く末梢循環が悪い傾向にあったこと等が運動の効果は他群に比して顕著に現われた原因と考えられる。これまで一過性の運動や走行運動などのトレーニングによって加速度脈波が改善されることが報告されている^{12, 13)}。しかしながらその効果は運動の条件によって異なってくることも事実である。その意味では1週間あたりの総運動量が60分以上であるが1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分未満であったB群の末梢循環はA群に比較し改善傾向が顕著には認められなかった。これは、歩行等を含めた総運動量がある程度確保されたとしても、60%強度のエルゴ運動時間が少なく歩行の運動強度が弱かったためと考えられる。また、運動量が最も少なく年齢も若く、APGindexも最も高く、元来良好な末梢循環を有するC群は航海後では先行研究とは異なって航海前とほとんど変化しなかった。このことは末梢循環が良好な若年船員においても、また量的には十分ではないと考え

られる自主的運動であっても、ある程度末梢循環機能の維持に貢献したものと考えられる。元来加速度脈波は年齢と高い相関関係があり加齢に伴って得点が低下する¹⁴⁾ので年齢が異なった集団では単純に比較できないが、全体でみると末梢循環は改善の傾向にあったものの、これは年齢が高く末梢循環が悪かったA群の結果に依存したものであった。しかしながら全体としては航海中の自主的な運動の実践が末梢循環の維持に有効であったことを示したと考えられる。

有効な改善のためにどの程度の運動量が必要であるかについては、いくつかの視点で考えられる。これまで、高血圧者に対する持続的な身体トレーニングが安静時血圧の降下に貢献することが知られている^{8, 15, 16)}。そして、血圧の降下程度は運動の強度、運動の時間、運動の頻度などの運動条件によって効果が異なることが報告されている¹⁰⁾。片岡ら¹⁰⁾は、走行運動では運動強度は運動直後の心拍数が125~150拍/分(%HRmaxの50~70%)、週2~3回以上、1回あたり15~20分以上、1週間あたりの運動時間では50~60分以上の条件を高血圧者の運動による血圧降下の最小条件として推奨している。そして、それらの運動時間や運動頻度の条件を増加させることで一層の効果が期待できること、また1週間あたり200分程度のランニング運動(1日あたり30分のランニングを毎日実施)が高血圧症改善には最も効果的だと指摘している。さらに、運動実施期間をも考慮に入れた総運動時間で検討すると、約1700分の総運動時間が血圧改善の目安となることを報告している。また、アメリカスポーツ医学会(ACSM)の体力の維持向上のための運動条件¹⁷⁾では運動様式は有酸素運動であり、運動時間は一回あたり20~60分、運動頻度は1週間あたり3~5回、運動強度はHRmax Reserve法で50~85%の運動条件を推奨している。

運動実施期間を除いてこれらのガイドラインからその条件に適合するのは本研究ではA群であることは明らかであり、航海後のA群の身体変化と一致するものであった。一方、B群やC群においては合致しない条件が多く効果の面において不明確な面があり、今後の課題となるであろう。

結論として、船員の長期航海中に主としてエルゴ運動を各自の自由意志で運動強度、時間、頻度を設定した結果、全体として肥満防止方向へ、血圧の安定化および末梢循環機能の改善の傾向が認められた。そのための運動量の問題については今後の一層の研究の成果に期待されるが、運動期間の条件を除いてACSMのガイドラインや高血圧症の改善のための運動条件に適合した集団では適合しない他の集団に比して明らかに効果の面で大きな改善を示した。このことは船員の長期航海中に意図的にある一定の運動条件の運動の実践が健康維持のために必要であることを示唆している。

5、まとめ

運輸省航海訓練所練習船大成丸および北斗丸の当直船員21名を対象として、2カ月間の日本-アメリカ西海岸往復航海において、自転車エルゴメーターを主とした自主的運動を実施させた。被験者を運動実施状況から、1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分以上の者をA群(HRmax Reserveの64.3%、1日22.8分、週4.2回、1週間あたり97.2分)、1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分未満で、かつ歩行等1週間あたりの総運動量が60分以上をB群(エルゴ条件:HRmax Reserveの59.8%、1日14.1分、週1.5回、1週間あたり31.5分)、1週間あたりのエルゴメーター運動量が60分未満で、かつ1週間あたりの総運動量が60分未満の者をC群(エルゴ条件:HRmax Reserveの66.0%、1日13.8分、週0.3回、1週間あたり6.6分)の3群に分類した。船上での運動が航海後の体組成、血圧および加速度脈波からみた末梢循環機能に与える影響について検討し、以下の結論を得た。

- (1) 体重、収縮期血圧および拡張期血圧は各群とも航海前後で有意な変化は認められなかった。
- (2) 体脂肪率はA群で航海後に有意な減少を示したが、B群とC群では有意な減少を示さなかった。
- (3) 加速度脈波からみる末梢循環は航海後にいずれも有意な変化は示さなかったが、A群はB群およびC群に比し改善率が大きかった。
- (4) 以上の結果は先行研究による長期航海中の船

員の身体変化とは逆の変化であり、一定の運動条件の運動実践が肥満化の抑制、血圧の安定化および末梢循環の改善に有効である可能性が示唆された。

稿を終わるにあたり、本調査において貴重なデータの採取にご協力いただいた練習船大成丸および北斗丸の乗組員の皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1)田村祐司、長南賢司、磯崎道利、矢吹英雄、猪澤和弘、片岡幸雄、村松成司、佐野裕司、小林敏生：船員の勤務形態と生体負担に関する研究、千葉体育学研究、17、11-18、1993
- 2)田村祐司、堀安高綾、村松成司、佐野裕司、片岡幸雄：船上生活における船員の作業強度に関する研究－本学練習船汐路丸での短期実験航海において－、千葉体育学研究、16、89-95、1993
- 3)田村祐司、堀安高綾、米原健一、長南賢司、佐野裕司、片岡幸雄：日本－ハワイ間往復航海が当直船員の体組成と循環動態に及ぼす影響、日本航海学会論文集、第93号、117-123、1995
- 4)長南賢司、磯崎道利、高井行雄：船員の健康と体力づくりに関する研究1、－練習船北斗丸・大成丸乗組員の生体負担に関する基礎的研究－、航海訓練所調査研究雑報、第109号、1-11、1993
- 5)長南賢司、黒田均、猪澤和弘、高井行雄、堀安高綾、田村祐司：2ヶ月間の遠洋航海が船員の血圧と加速度脈波に及ぼす影響、航海訓練所調査研究時報、第70号、59-70、1994
- 6)長南賢司、田村祐司、堀安高綾、佐野裕司、片岡幸雄：長期航海が船員の体組成・血圧および加速度脈波に及ぼす影響、日本航海学会論文集、第92号、131-137、1995
- 7)長南賢司、磯崎道利、廣富貫治、高井行雄：船員の健康と体力づくりに関する研究2、－練習船大成丸乗組員の当直勤務が体組成と循環動態に及ぼす影響－、航海訓練所調査研究雑報、第113号、1-11、1995
- 8)片岡幸雄、生山匡、和田光明、佐野裕司、小山内博：身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす

効果に関する研究、体力研究、36巻、52-66、1977
9)片岡幸雄、生山 匡、和田光明、佐野裕司、小山内博：身体トレーニングによる高血圧者の血圧変化と体重変化の関係、千葉大学教育学部紀要、43、65-74、1995。

10)片岡幸雄、生山 匡、和田光明、佐野裕司、今野廣隆、川村協平、小山内 博：身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究（第3報）－高血圧症改善のための運動条件の検討－、体力研究、55、41-54、1983

11)高岸陽子、佐野裕司、西田明子、角田真司、片岡幸雄：多摩スポーツ会館における健康体力づくり教室への参加が体重、皮下脂肪厚及び血圧に及ぼす効果、千葉体育学研究、15号、55-61、1992

12)佐野裕司、片岡幸雄、小山内博：身体トレーニングが加速度脈波に及ぼす影響（その2）－長期トレーニングの影響－、千葉体育学研究、16、47-53、1993

13)佐野裕司、片岡幸雄、生山 匡、和田光明、今野廣隆、川村協平、渡辺 剛、西田明子、小山内博：加速度脈波による血循環の評価とその応用、労働科学、61巻、3号、129-143、1985

14)佐野裕司、片岡幸雄、生山 匡、和田光明、今野廣隆、川村協平、渡辺 剛、西田明子、小山内博：加速度脈波による血循環の評価とその応用（第2報）－波形の定量化の試み－、体力研究、63号、17-25、1988

15)BOYER,L. AND KASCH,W: Exercise therapy in hypertensive men,J.A.M.A.,211(10),1668-1671,1970

16)鎌田哲朗、椎名 進、板垣晃之、漆原 彰、瀬山房江：軽症高血圧・糖尿病に対する運動療法の効果－企業における健康管理のこころみ－、日本医事新報、2815、27-32、1978

17)American College of Sports Medicine: Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio-respiratory and muscular fitness in healthy adults. Med. Sci. Sport Exerc., 22, 265-274, 1990

(平成9年10月15日受付)