

長期航海実習における学生の健康管理に関する研究 1. : 活動量と体組成および循環動態

著者	村松 園江, 伊勢田 涼子, 高須 康介, 栗田 嘉宥, 原田 三紀夫, 林 敏史, 萩田 隆一, 峰 雄二, 野田 明, 春日 功
雑誌名	東京水産大学研究報告
巻	86
号	1
ページ	1-9
発行年	1999-03-29
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000201/

長期航海実習における学生の健康管理に関する研究*

1. 活動量と体組成および循環動態

村松園江^{*1}・伊勢田涼子^{*2}・高須康介^{*3}・栗田嘉宥^{*3}・原田三紀夫^{*3}
林 敏史^{*3}・萩田隆一^{*3}・峰 雄二^{*4}・野田 明^{*4}・春日 功^{*5}

A STUDY ON HEALTH CONTROL FOR CADETS IN SEA TRAINING 1. BODY COMPOSITION AND BLOOD CIRCULATION AMONG CADETS IN SEA TRAINING

Sonoe Muramatsu^{*1}, Ryoko Iseda^{*2}, Yasusuke Takasu^{*3}, Yoshihiro Kurita^{*3},
Mikio Harada^{*3}, Toshifumi Hayashi^{*3}, Ryuichi Hagita^{*3},
Yuji Mine^{*4}, Akira Noda^{*4} and Isao Kasuga^{*5}

We have investigated the effects of 50 days' sea training on cadets of the 40th cruise of Shinyo Maru. The participants of this study were 10 male and 10 female cadets aged 22.6 year-old in average. We have measured their body weight, skinfold thickness, blood pressure and accelerated plethysmography (AGP) just before and after their cruise. The cadets had reported their pedometer readings per day for 20 days before the departure and during their cruise. The results are as follows;

- (1) The mean of the pedometer records of 20 cadets before the departure was nearly the same as that during the cruise. Though the records of 7 cadets during the cruise showed increase in comparison with those before the cruise (increase group), the records of 13 cadets showed decrease (decrease group).
- (2) The body weight, skinfold thickness and % Fat of 20 cadets decreased significantly, as they also did in both increase and decrease groups.
- (3) There was no significant change in their blood pressure, but we could observe that the blood pressure in the increase group showed improvement.
- (4) There was also no significant change in their AGP, but there was a general decline in peripheral circulation.

Key words: Health of cadets, Sea training, Walking activity, Body weight, Skinfold thickness, Accelerated plethysmography

* Received October 2, 1998.

*¹ Laboratory of Ocean System Engineering, Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan (東京水産大学海洋システム工学講座).

*² Laboratory of Ecology and Economics of Fisheries Resources, Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan (東京水産大学水産資源経営講座).

*³ Research and Training Vessel Umitaka Maru, Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan (東京水産大学練習船海鷹丸).

*⁴ Research and Training Vessel Seiyo Maru, Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan (東京水産大学練習船青鷹丸).

*⁵ Honorary Professor of Tokyo University of Fisheries (東京水産大学名誉教授).

1. はじめに

乗船実習は陸上の教育では体得できない内容を船上で有効に教育することができる、本学の特色ある教育の一つといえる。特に水産専攻科での70日間の遠洋航海と海洋生産学科4年次で行われる50日間の長期航海は、陸上での教育や短期の船上実習を総括する意味をもつ。これら長期の航海中の学生は、4時間当直の後8時間休憩を取る当直交替制という特殊なリズムで生活する。また、船内という限られた空間に居住することで運動不足と相対的な栄養過多に陥ることが予想される。このような特殊な生活環境のもとで長期にわたって実習を続けることは、学生にとって心理的、身体的に大きな負担となる。船員の健康状態の不調には労働時間と労働状態が大きく関係していること¹⁾や、船員の疾病率や死亡率は一般集団と比較して高いこと²⁾が報告されている。実習中の学生の安全を保ち、かつ教育効果を高めるために長期の航海が実習生に与えるさまざまな健康影響を把握することは必須であるが、学生を対象とした研究例はごく少数である³⁾。そこで著者らは平成9年度の東京水産大学「第70次遠洋航海」と「第40次長期航海」に参加した本学実習生を対象とした健康調査を実施した。今回は、マグロ延縄漁業実習を含む第40次長期航海が実習生の体組成および血液循環動態に及ぼす影響について検討し、若干の知見を得たので報告する。

2. 調査方法

(1) 調査対象

調査対象は神鷹丸第40次航海で行われた長期航海実習に参加した本学4年次生24名のうち資料が不完全な者を除く男子10名、女子10名の合計20名であり、平均年齢は22.6歳であった(22~24歳)。

(2) 調査時期および調査項目

対象とした長期航海の日程はTable 1に示すように平成10年1月20日から3月10日までの東京→シンガポール→漁場→ペナン→東京の50日間である。なお、乗船した神鷹丸の要目はTable 2に示す。

調査項目は体重、皮下脂肪厚、血圧、加速度脈波および歩行数である。体重、皮下脂肪厚、血圧、加速度脈波については、航海実習の直前と終了日の2回測定した。歩行数については実習生に出航日の2週間前から実習終了日まで毎日測定させ、航海中は船内に歩行数記録表を掲示して

Table 1. Cruise itineraries.

(20. 1. 1998~10. 3. 1998)

Port	Distance (Miles)	Total	Arrival	Departure	Notes
Tokyo				Jan. 20	starting on a voyage
	3,150				
Singapore		3,150	Jan. 31	Feb. 5	
	1,200				
(Fishery)		4,350	Feb. 9	Feb. 17	training of longline fishing
	1,700				
Penang		6,050	Feb. 21	Feb. 25	
	3,550				
Tokyo		9,600	Mar. 10		

記録させた。出航日前日までの2週間の値を日常の歩行数，出航日から実習終了日までの値を航海中の歩行数とした。

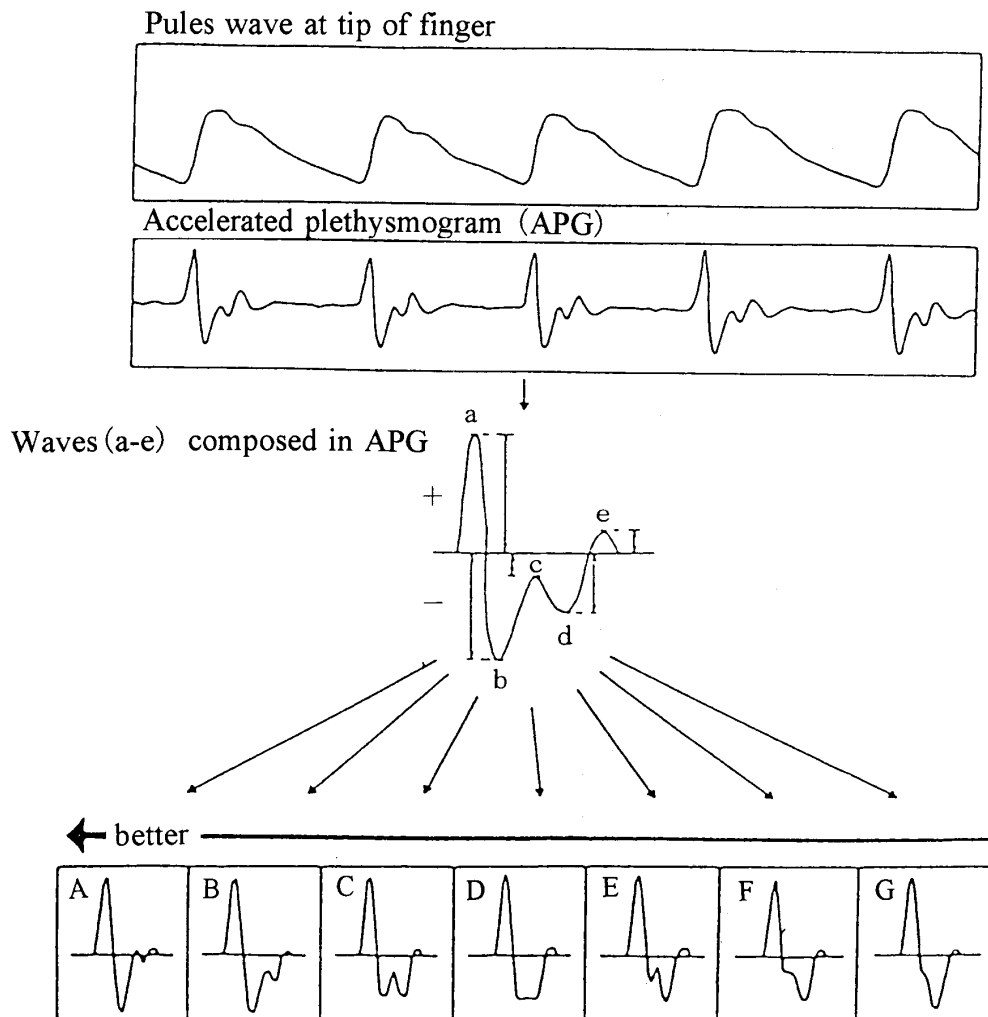
皮下脂肪厚の測定は Lange Skinfold Caliper (Beta Technology 社製) を用いて上腕背部および肩甲骨下部の2カ所を全て同一人が計測し，二つの値の合計値から Brozek の式を用いて体脂肪率 (% Fat) を算出した。血圧および加速度脈波の測定は被測定者を座位で安静にさせた後に行った。血圧測定には自動血圧計 (オムロン社製 HEM-707) を，加速度脈波測定には加速度脈波計 (ミサワホーム社製プリケア 200) を用いた。

(3) 加速度脈波

非観血的にしかも比較的簡単に末梢の循環動態を捉える方法の一つとして指尖容積脈波があ

Table 2. Particulars of Shinyo Maru.

Gross Tonnage	649 tons
Length (P. P)	53.0 meters
Breadth	10.6 meters
Depth	6.8 meters
Cruising Speed	13 knots
Main Engine	2,100 p.s. × 1 Diesel engine × 1



Patterns of accelerated plethysmogram

Fig. 1. Typical patterns of accelerated plethysmogram.

る。これは発光ダイオードによる光を指尖に照射し、その光は指尖の血液を通過し散乱した後にその一部が体外に放出され、放出された光を受光素子によって経時的に捉えることで測定される。放出される光は指尖組織中の血液の吸収を受けており、この組織中の血液の増減によって光量が増減する。このため受光素子は「脈波」と呼ばれる信号となって出力され血液循環の機能を示す情報となる。しかし、この指尖容積脈波は基線の動揺が大きい上に波形の頂点の起伏も乏しくその解析や解釈が困難であった。加速度脈波 (Accelerated plethysmography; APG) は Fig.1 に示すように「脈波」を2回微分したものであり、波形のパターン認識や解析が容易にできる。

加速度脈波には Fig. 1 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 波の高さの様相によって A~G の7つにパターン化されており、A に近づくほど循環動態が良いと評価される^{4,5)}。また波形を定量化して評価する方法として、b/a 比, c/a 比, d/a 比および加速度脈波の総合的な指標の意味を持つ加速度脈波係数: $APG\ Index = ((-b+c+d)/a) \times 100$ の4項目があり、b/a 比は小さい程, c/a 比, d/a 比 および APG Index は大きい程良いとされる。今回、実習生の加速度脈波の評価には定量化する方法を用いた。

(4) 分析方法

実習生の日常生活と航海中のそれぞれの活動量の目安となる航海前および航海中の歩行数を比較し、50日の航海で活動量が増加した群と減少した群の2群に分け、体重、皮下脂肪厚、血圧、および加速度脈波に相違が見られるか否かを比較した (*t* 検定)。

3. 結 果

(1) 歩行数

Fig. 2 は航海前および航海中の1日あたりの歩行数の分布を示す。航海前では9,001~11,000歩が最も多く、11,000歩以上の者は少なかった。航海中の歩行数を見ると7,001~9,000歩が最も多かったが、9,001~11,000歩の者も多くこの二つの範囲に実習生の大半が入っている。Table 3 に

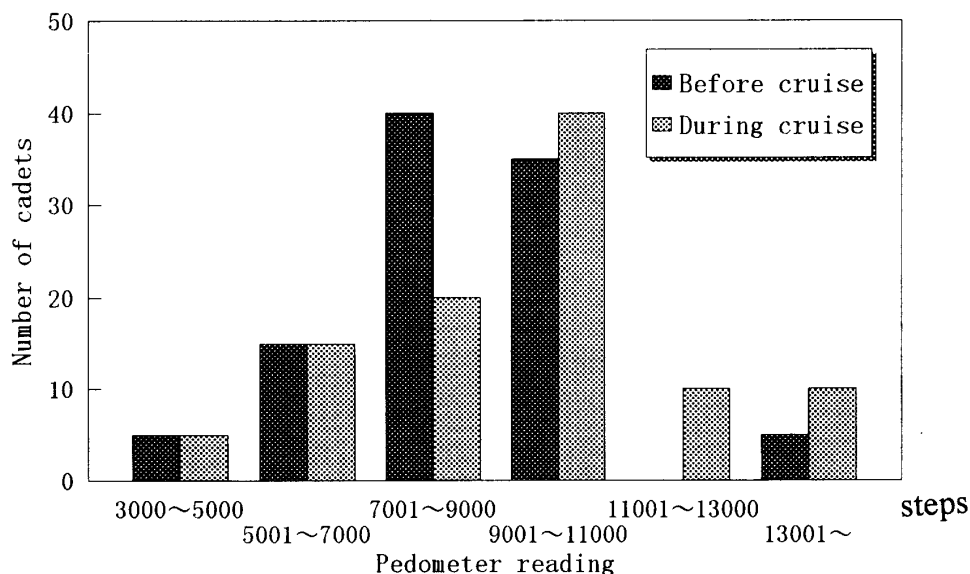


Fig. 2. Histogram of pedometer reading before and during cruise.

Table 3. Mean and standard deviation of measurements.

(N=20)

	Before the cruise	After the cruise	Significance
Pedometer reading	9,437.1 (2655.8)	8468.6 (1972.8)*	
Body weight (kg)	64.3 (11.6)	63.0 (12.1)	0.008
Skinfold thickness (mm)	34.7 (11.0)	31.9 (10.6)	0.002
% Fat (%)	22.5 (7.0)	21.0 (6.6)	0.002
Systolic pressure (mmHg)	116.3 (9.3)	117.6 (10.9)	
Diastolic pressure (mmHg)	71.0 (5.1)	70.5 (6.8)	
APG b/a	77.1 (14.8)	76.5 (9.8)	
APG c/a	11.4 (34.2)	0.0 (13.0)	
APG d/a	-12.6 (11.9)	-11.9 (11.0)	
APG Index	76.0 (43.5)	64.7 (20.8)	

(*; pedometer reading during cruise)

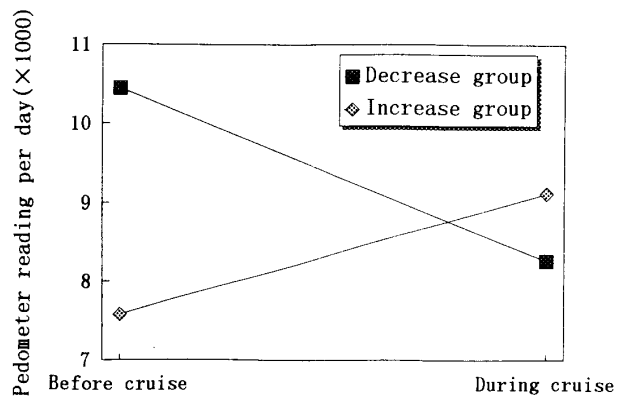


Fig. 3. Pedometer reading before and during cruise.

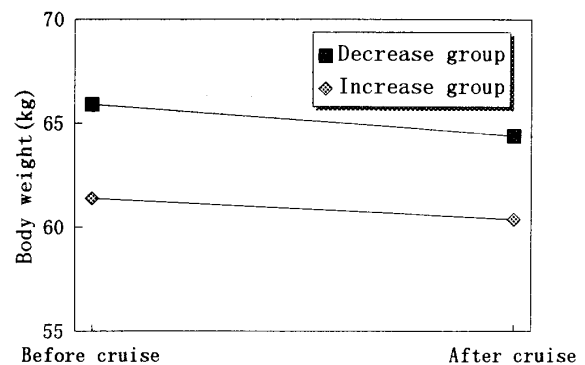


Fig. 4. Body weight before and during cruise.

見るように、航海前と航海中の歩行数の平均は航海前が 9,437.1 ($\pm 2,655.8$) 歩、航海中が 8,468.6 ($\pm 1,972.8$) 歩と、航海中の方が若干少なかったが有意な差はなかった。対象者 20 名の中で航海前よりも航海中の方が増加した者（以下、増加群）は 7 名であり、逆に減少した者（以下、減少群）は 13 名であった。Fig. 3 は両群の航海前、航海中の歩数を示しており、増加群の航海前および航海中の歩行数は 7,575.0 歩、9,119.1 歩、減少群についてはそれぞれ 1,0439.7 歩、8,262.2 歩であった。

(2) 体重

Table 3 に見るように実習生の体重は航海前の 64.3 kg から航海後の 63.0 kg に減少した ($p < 0.01$)。Fig. 4 は歩数の増加群と減少群の体重の変化を示しており、減少群、増加群ともに体重が減少しているが、とくに減少群の体重は 65.9 kg から 64.4 kg に減少しており統計的に有意であった ($p < 0.05$)。

(3) 皮下脂肪厚

Table 3 に示すように実習生の脂肪厚（上腕背部+肩甲骨下）は航海前では 34.7 mm であったが、航海後には 31.9 mm に減少した ($p < 0.01$)。Fig. 5 は歩数の増加群と減少群の脂肪厚の変化を示しており、両群ともに航海前と航海後ではそれぞれ 38.6 mm から 35.3 mm へ、32.5 mm から 30.1 mm へといずれも有意な減少を示した ($p < 0.05$)。

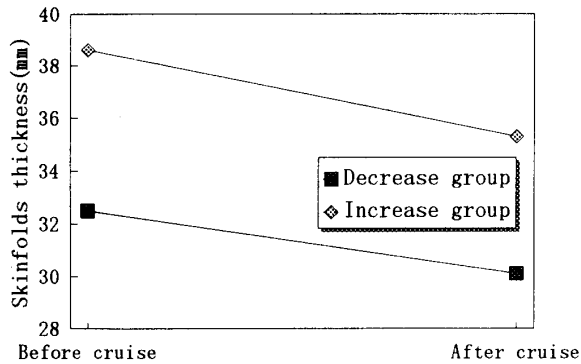


Fig. 5. Skinfolds thickness before and during cruise.

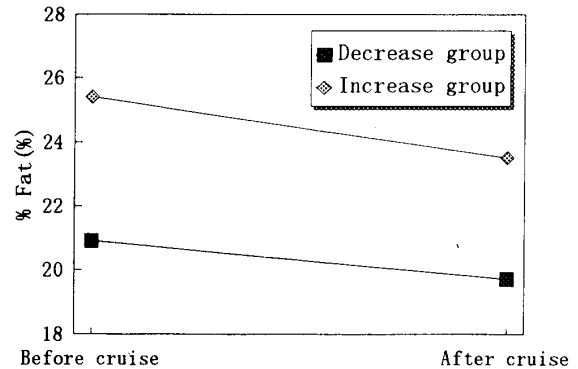


Fig. 6. % Fat before and during cruise.

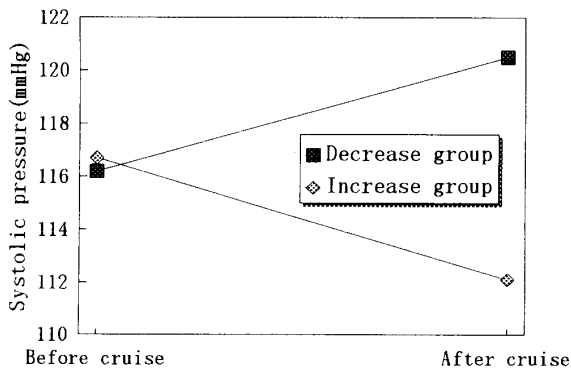


Fig. 7. Systolic pressure before and during cruise.

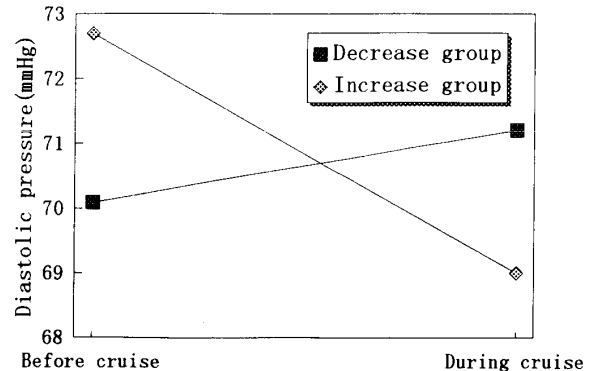


Fig. 8. Diastolic pressure before and during cruise.

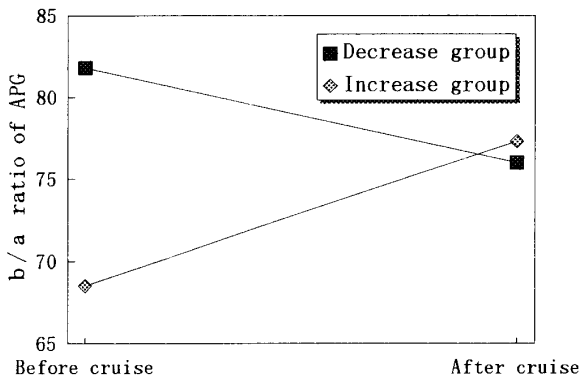


Fig. 9. b/a ratio of APG before and during cruise.

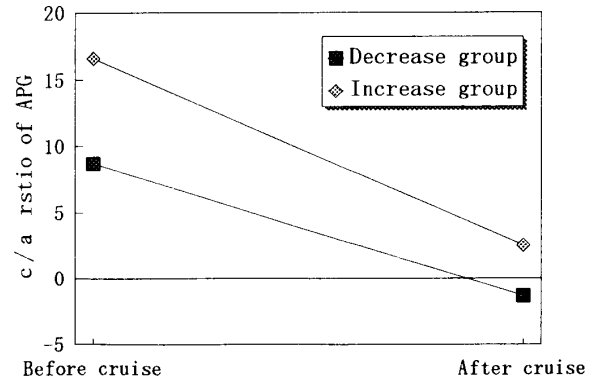


Fig. 10. c/a ratio of APG before and during cruise.

(4) 体脂肪率

Table 3 に示すように実習生の体脂肪率は航海前では 22.5% であったが、航海後には 21.0% へと減少した ($p < 0.01$)。Fig. 6 は歩行数の増加群と減少群の体脂肪率の変化を示しており、両群ともに航海前と航海後ではそれぞれ 25.4% から 23.5% へ、20.9% から 19.7% へといずれも有意な減少を示した ($p < 0.05$)。

(5) 血圧

Table 3 に示すように実習生全体では収縮期血圧および拡張期血圧ともに航海前と航海後とは変化が認められなかった。歩行数の増加群と減少群別に収縮期血圧および拡張期血圧の変化を

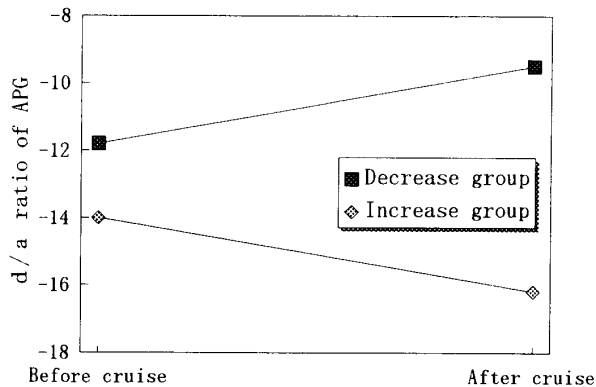


Fig. 11. d/a ratio of APG before and during cruise.

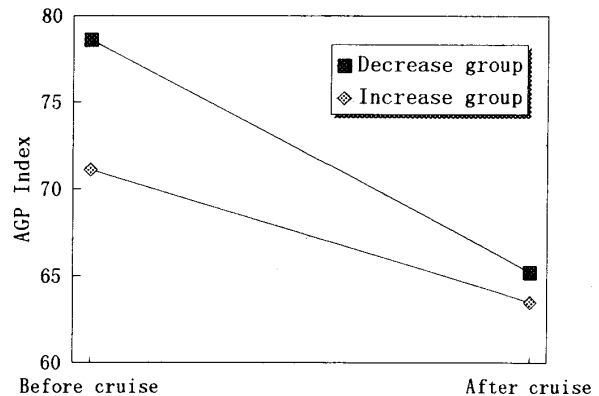


Fig. 12. APG Index before and during cruise.

示したものが Fig. 7, Fig. 8 である。まず Fig. 7 の収縮期血圧を見ると航海前は増加群, 減少群それぞれ 116.4 mmHg, 116.2 mmHg と両群ほぼ同様の値を示したが, 航海後の値は歩行数増加群が 112.1 mmHg と収縮期血圧は減少傾向を示し, 逆に歩行数減少群は 120.5 mmHg と増加傾向を示したが, 両群ともに有意の差ではなかった。

Fig. 8 は拡張期血圧の変化を示す。歩行数増加群は航海前には 72.7 mmHg であったのが航海後には 69.0 mmHg に, 歩行数減少群では 70.1 mmHg から 71.2 mmHg に変化しているが, ともに有意の差がある変化ではなかった。

(6) 加速度脈波

Figs. 9~12 は航海前後の加速度脈波の変化を示したものである。Fig. 9 の b/a 比は両群ともに有意な変化は見られなかったが, 増加群は増加傾向を減少群は減少傾向を示していた。Fig. 10 の c/a 比は両群とも有意な変化はなかったが, 減少傾向を示していた。Fig. 11 の d/a 比も有意な変化は見られなかったが, 減少群は増加傾向を増加群は減少傾向を示していた。Fig. 12 の APG Index も有意な差ではなかったが両群とも減少傾向を示していた。

Table 4. Timetable during cruise.

06:30	Get up
06:40	Gymnastic
	Deck wash
	Cleaning
07:30	Breakfast
09:00	Work
11:30	Lunch
13:00	Work
17:00	Dinner
19:30	Cleaning
20:10	Meeting and roll call

4. 考 察

乗組員を対象とした船上での歩行数の調査^{6,7)}では, 航海日数, 海域, 午前午後, および職務内容によって異なることが報告されている。本研究の対象は実習生であるため, 職務内容についても全員がほぼ同様の条件であったと考えてよい。50 日間の乗船実習での実習生の歩数は日常生活とほぼ変わらないことが分かった。田村ら³⁾は海技士免許取得のための乗船実習に参加した学生を調査し, 日常生活では 9,818 歩であった歩数が船上生活では 7,283 歩と有意に減少していることを報告している。今回の日常生活の歩数は 9,437 歩であり, 田村らの調査と同様な値であったが, 乗船中の平均歩数は今回の調査は 8,562 歩であり, 田村らと比べて減少の程度が小さい。乗船する船の大きさによっても歩数は変化することが予想されるが, 今回調査した 50 日

の実習では8日間のマグロの延縄漁が実施されており、その前後の漁具整備、漁具収納などの作業での活動量も加わっている。このことが船上という限られた空間ではあるが、今回の実習の活動量は陸上の日常生活と比べて特に制限されたとはいえない結果となったのであろう。本調査と同時期に行った90日間の遠洋航海での調査でもマグロ延縄漁の実習を行っているが、23名の実習生のうち歩行数の記録が不十分であった者を除く10名の結果を見ると、日常の歩行数と船上での歩行数では13,777歩から12,654歩へと有意に($p < 0.05$)減少している。乗船日数の違いによるとも考えられるが、詳細は今後分析対象者を増やして検討する必要がある。

歩行数の変化は認められなかったが、航海後の体重、皮下脂肪厚、体脂肪率はいずれも航海前よりも有意な減少を示し、歩行数の増加群と減少群の両群ともに同様の変化が見られた。これは田村ら³⁾や他の報告⁸⁾に見られるような皮下脂肪厚や体脂肪率の上昇とは異なった結果となった。航海中の栄養摂取量や消費エネルギーの調査など、詳細は今後の分析を待たなければならないが、対象者の航海中の生活はTable 4に示すように、当直日を除く毎日が起床から就寝まで規則的に決められており、飲食についても多少の嗜好品の持参が許されているものの、三度の食事も司厨部によって作られたものを、毎日決まった時間に摂っている。このような規則正しい生活が、歩数は日常の生活とは変わらなかったにもかかわらず、体脂肪の減少による体重の下降につながったのであろう。

血圧の変化については、全体では収縮期、拡張期ともに変化は見られなかった。歩行数の増加群、減少群の別でみても同様に有意な変化は見られなかったが、増加群では収縮期、拡張期ともに下降傾向が、減少群では上昇傾向が見られ、この点については今後、より長い航海、あるいは対象者数を増やして観察する必要があると考える。

長南ら⁸⁾は1カ月の長期航海の当直群(航海士、機関当直士、通信士)は作業群(甲板・機関作業および司厨部作業に従事する者)に比較して血圧の変化は見られないが、末梢循環動態は悪化する傾向にあると報告している。今回の対象者の加速度脈波はb/a比、c/a比、d/a比およびAGP Indexともに有意な変化を示さなかったが、c/a比とAGP Indexは悪化の傾向がうかがえる。また、歩行数の増加群と減少群とで比較すると、減少群のb/a比とd/a比を除くと総じて悪化傾向であり、末梢循環動態の悪化がうかがえる。身体トレーニングによって血圧や加速度脈波などの循環動態が改善されることが報告されており^{9,10)}、実際に船上で定期的な運動をしていた長期航海の乗組員が他の乗組員と比べて末梢循環の改善傾向を示した報告¹¹⁾もある。今回の航海では末梢循環に目立った悪化は来していないが、実習生の乗船中の身体状況を良好に維持するためには何らかの定期的な運動が重要であると考えられる。

今後さらに船酔いとも関連させて実習生の健康状態を経時的に観察し、実習期間を通しての調査を継続したい。また、乗船中の摂取エネルギーと消費エネルギーの詳細な調査も必要と考える。

5. ま と め

マグロ延縄漁実習を含む50日間の長期航海が実習生の体組成および血液循環動態に及ぼす影響について調査した。分析対象は本学神鷹丸第40次航海に参加した本学4年次生のうち男子10名、女子10名の合計20名であり、平均年齢は22.6歳であった。以下に結果を示す。

- (1) 歩数は航海前と航海中とでは有意な増減は認められなかった。
- (2) 体重、皮下脂肪厚および体脂肪率はともに有意に減少し、歩数の増加群、減少群別で見

ても両群ともに有意な減少を示した。

(3) 血圧は有意な変化は認められなかったが、歩行数増加群に改善傾向がうかがわれた。

(4) 加速度脈波は有意な変化は認められなかったが、全体的には悪化傾向がうかがわれた。

文 献

- 1) Dolmierski, R. 1972. Environmental Factors Causing Neurosis in Seamen. Bull. Inst. Marit Trop Med. Gdynia, 23: 7-13.
- 2) 西部徹一. 1987. 海上労働科学のあゆみ. 労働の科学, 33: 58-62.
- 3) 田村祐司, 他. 1994. 1カ月の乗船実習が学生の体格・体力に及ぼす影響. 千葉体育学研究, 18: 25-32.
- 4) 佐野裕司, 他. 1985. 加速度脈波による血液循環の評価とその応用. 労働科学, 61: 129-143.
- 5) 佐野裕司, 他. 1988. 加速度脈波による血液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: 17-25.
- 6) 前田 弘, 他. 1997. 2,000 GT 型漁業練習船乗組員にみられる歩行活動の多様性. 水産工学, 34: 9-14.
- 7) 前田 弘, 他. 1997. 2,000 GT 型漁業練習船乗組員の歩行活動に及ぼす航海日数と海面状況の影響, 水産工学, 34: 163-173.
- 8) 長南賢司, 他. 1995. 長期航海が船員の体組成・血圧及び加速度脈波に及ぼす影響. 日本航海学会論文集, 92: 131-137.
- 9) 井川幸雄, 他. 1987. 境界域高血圧者の運動療法—水泳トレーニングによる降圧効果について—. 体育科学, 15: 173-182.
- 10) 佐野裕司, 他. 1993. 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.
- 11) 田村祐司, 他. 1995. 日本-ハワイ間往復航海が当直船員の体組成と循環機能に及ぼす影響. 日本航海学会論文集, 93: 117-123.

長期航海実習における学生の健康管理に関する研究

1. 活動量と体組成および循環動態

村松園江・伊勢田涼子・高須康介・栗田嘉宥・原田三紀夫
林 敏史・萩田隆一・峰 雄二・野田 明・春日 功

長期航海実習では実習生は特殊な環境下での長期生活を余儀なくされる。実習中の安全を保ち、かつ教育効果を高めるために長期航海が実習生に与えるさまざまな健康影響を把握することは必須である。今回、マゴロ延縄漁実習を含む50日間の長期航海が実習生の体組成および血液循環動態に及ぼす影響について調査した。分析対象は本学神鷹丸第40次航海に参加した本学4年次生のうち男子10名、女子10名の合計20名であり、平均年齢は22.6歳であった。

歩行数は航海前と航海中とは有意な増減は認められなかったが、体重、皮下脂肪厚および体脂肪率はともに有意に減少し、歩行数の増加群、減少群別でも両群ともに有意な減少を示した。血圧は有意な変化は認められなかったが、歩行数増加群に改善傾向がうかがわれた。加速度脈波は有意な変化は認められなかったが、全体的には末梢循環動態は悪化傾向がうかがわれた。

キーワード：実習生の健康、航海実習、歩行活動、体重、皮下脂肪厚、加速度脈波