
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—

田村祐司¹ 堀安高綾¹ 村松成司² 佐野裕司³ 片岡幸雄²

¹東京商船大学 ²千葉大学 ³東京大学

A Study on the Intensity of Work of Sailors in a Ship's Life
--- in a Short-Term Experiment Navigation on Board the Shioji-Marui, a training ship
of Tokyo University of Mercantile Marine ---

Yuji TAMURA¹ Takaaya HORIYASU¹ Shigeji MURAMATSU²,
Yuji SANO³ Yukio KATAOKA²

¹Tokyo University of Mercantile Marine ²Chiba University ³University of Tokyo

Abstract

This time we joined a short-term(four days and three nights) navigation for the experiment on board our training-ship, Shioji-Marui to analyze the working condition of eight sailors in connection with the substance of duties, the amount of energy consumption and intake, and the heart rate. The results obtained are as follows:

- (1)The amount of energy consumption per day increased in the order of the chief steward, engineer, navigation officers, the chief engineer and the captain.
- (2)Two groups were formed with regard to the amount of energy intake per day. The group with larger intake(more than 2400kcal) showed the tendency to take excessive intake as compared with the amount of energy consumption, while one group with smaller intake(2000kcal) showed the tendency to take insufficient intake.
- (3)The average %HRmax with each operation on board the ship was 45~55% for navigation officers at the time of entering and departing from ports, during the watch by engineers and during the meal-preparation time of the chief steward, but it was around 40% during the watch by the captain, the chief engineer and navigation officers as well as in the sedentary whole of the captain.
- (4)There was significant correlation between the amount of energy consumption per minute per weight and the average %HRmax during operation on board the ship($r=0.898, p<0.01$).
- (5)There was significant correlation between the rate of energy consumption and intake on board the ship and the average %HRmax during operation on board the ship($r=-0.824, p<0.01$).

はじめに

船員の健康問題はこれまで疾病治療研究を中心に行なわれていたが、近年健康増進、体力づくりという面からのアプローチの必要性が各方面で指摘されるようになってきた。船上生活と陸上生活^{1) 2) 3)}の相違は前者が船内という限られた生活環境の中で一定期間、職住共通の日常生活をすることにある。この特殊な生活環境のため、船員は運動不足、過剰栄養摂取(特に飲酒)、生活リズムの変化、

船酔等による身体的および精神的ストレスを受け、健康レベルが低下しているのではないかと予想される。実際、陸上労働者に対して船員に肥満者が多い傾向が指摘されている。また、過去における本学学生の1カ月間の乗船実習においても、運動不足による体力低下や体重増加を指摘する学生が見受けられた。

船上生活における船員の健康問題は長期にわたる場合はその維持や改善に十分考慮する必要がある

り、運動、栄養、休養等の様々な角度から検討を加えることが望まれる。

そこで、筆者らは本学練習船汐路丸での3泊4日の短期実験航海に乗船して、船員の業務内容とその作業強度を把握し、将来の長期乗船中の健康、体力づくり対策の基礎資料とすることを目的とした。

研究方法

(1) 対象

今回対象とした船員は本学練習船汐路丸(449トン)の乗務員8名である。

乗務員は船長(被検者ID:A)、機関長(F)、航海士4名〔一等航海士(C)、二等航海士(D)、甲板員(E)、通信長(B)〕、機関士1名(G)、および司厨長(H)である。なお、本船は大型船ではないため、4名の航海士は上記のように身分上区別されてはいるが、業務内容はほとんど同じであったため、航海士としてまとめた。被検者の特性を表1に示した。

(2) 測定項目

1) 生活行動調査

調査は1日目の乗船時から4日目の下船時までの4日間毎日実施し、生活行動を分単位で生活行動記録表に被検者に記録させた。分析は同一動作ごとにその時間をまとめ、RMR法により集計しエネルギー消費量を算出した^{4),5)}。なお安静時代謝は被検者が成人のため山岡らの報告に基づき基礎代謝の1.25倍とし、睡眠時代謝は基礎代謝の0.9倍とした。基礎代謝量は日本人の基礎代謝基準値より求めた。

2) 食事調査

調査は生活行動調査と同様に、1日目の乗船時から4日目の下船時までの4日間毎日実施し、3食および間食の種類と量をできるだけ詳細に記入させた。そして、四訂食品成分組成表よりエネルギー摂取量を算出した。

3) 心拍数測定

測定は各被検者とも、4日間のうち1回、入浴後24時間を携帯用連続心拍数記憶装置(VINE社製, Mac memory VHMI-016: 105mm×69mm×20mm, 140g)を用いて、1分刻みで記憶した。心電信号の導出は、被検者の前胸部の電極装着部位を消毒用エタノールでよくふき、心電図モニタリング電極を装着した。さらに専用リード線を用いて心拍数記憶装置と電極とを接続し、電極を粘着テープ付き弾性包帯で固定し、胸部双極誘導法にて実施した。尚、24時間記憶した心拍数は、データ処理用インターフェイス(VINE社製, MACREADER II, VMS3-232)によってデータ処理し、1分ごとの心拍数の経時変化をデジタルとアナログ両面において出力した。

分析はエネルギー消費量算出時と同様に、同一動作ごとに時間をまとめ各動作ごとの平均心拍数を算出した。また各動作の心拍数を年齢別最大心拍数^{8),9)}を100として、平均%HRmax値を求めた。

結果と考察

(1) エネルギー消費量と摂取量及びエネルギー出納率について

図1は推定1日当りのエネルギー摂取量及びエネルギー消費量を示したものである。

エネルギー摂取量は船長が2670kcal、航海士Cが2665kcal、航海士Dが2440kcal、航海士Eが2492kcalと比較的多かったのに対して、航海士Bが1890kcal、機関長が2018kcal、機関士が1949kcal、司厨長が1994kcalと、2000kcal前後であった。これは日常の食生活習慣の相違によるものと考えられる。尚、他の職種¹⁰⁾と比較すると、前者は製造業者の値よりもやや多く、漁夫の値よりも少なかった。また、後者は一般事務員の値よりも少なかった。

表1. 被検者の身体特性

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	肥満度(%)
A: 船長	35	167.0	51.0	-15.4
B: 航海士	45	172.0	66.0	1.9
C: 航海士	40	173.0	69.0	5.0
D: 航海士	35	168.0	66.5	8.7
E: 航海士	25	170.0	64.0	1.6
F: 機関長	56	165.0	60.0	2.6
G: 機関士	31	161.0	56.0	2.0
H: 司厨長	35	165.5	60.0	1.8

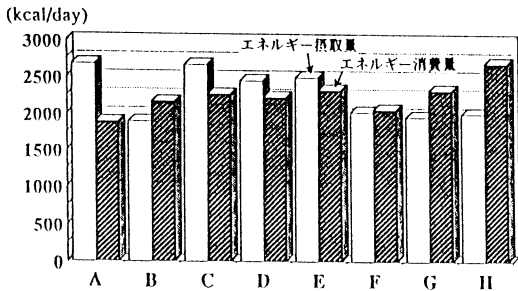


図1. 船上生活における1日当りのエネルギー摂取量と消費量

一方、エネルギー消費量は船長が1871kcalと最も少なく、次に機関長の2055kcalそして航海士、機関士が同レベルで2100kcal~2300kcalと続き、司厨長が最も多く2689kcalであった。沼尻の調査によると、航海士が2148kcal、甲板員が2374kcal、船舶機関員が2337kcalであり、本船の船長、機関長は沼尻による航海士、機関員の値よりも少なかったが、本船の航海士および機関士は沼尻の値とほぼ同じであった。また、陸上での他職種と比較すると、船長と機関長はデスクワーカーである会計事務員よりも少なかった。航海士と機関士は現場監督等の建設技術者とほぼ同じであったが、電

車運転手よりも少なかった。司厨長は漁夫や機械組立工などの肉体労働者よりも多かった。

エネルギー出納率は、エネルギー消費量に対して過剰摂取傾向を示した者は2400kcal以上を摂取したグループであり、特に船長は43%と最も高く、航海士C(18%)航海士D(10%)、航海士E(8%)と続いた。一方、マイナスの出納の者は2000kcal前後を摂取したグループであり、航海士Bが-12%、機関士が-16%、司厨長が-26%であった。尚、機関長は-2%とほとんど変化はなかった。このようにエネルギー消費量と摂取量のバランスは機関長が最もとれていたが、これは機関長が年齢も高く、エネルギー消費量、摂取量ともに少ないためだと考えられる。しかしエネルギー消費量が少なくなると身体の代謝が不活発になる可能性もあるので、消費量と摂取量ともにある程度の水準を確保することが重要であろう。

(2) 心拍水準について

図3は24時間中に測定された各資料(図2参照)から各動作の心拍数と平均%HRmaxを示したものである。

各動作の平均%HRmaxに関しては、睡眠時

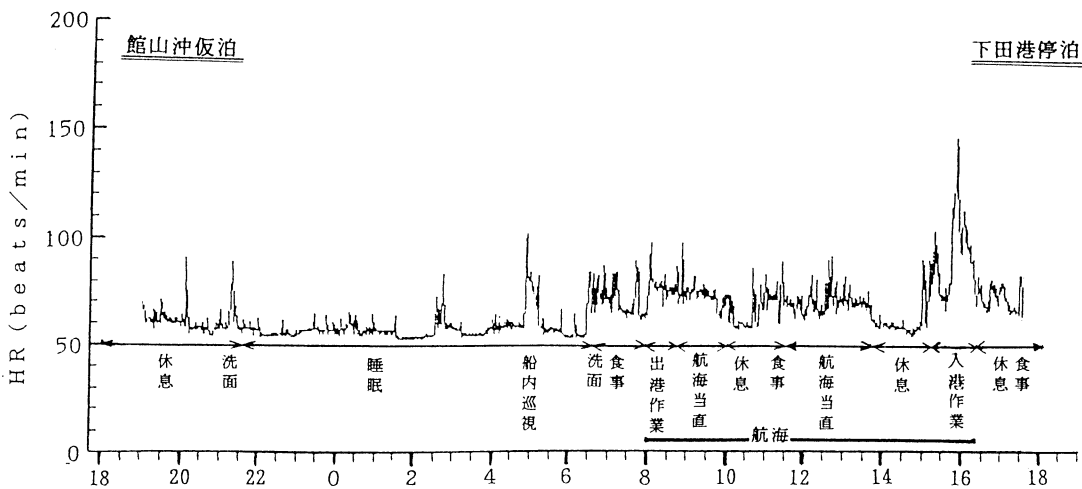


図2. 被検者B(航海士)における24時間の心拍数変動(症例)

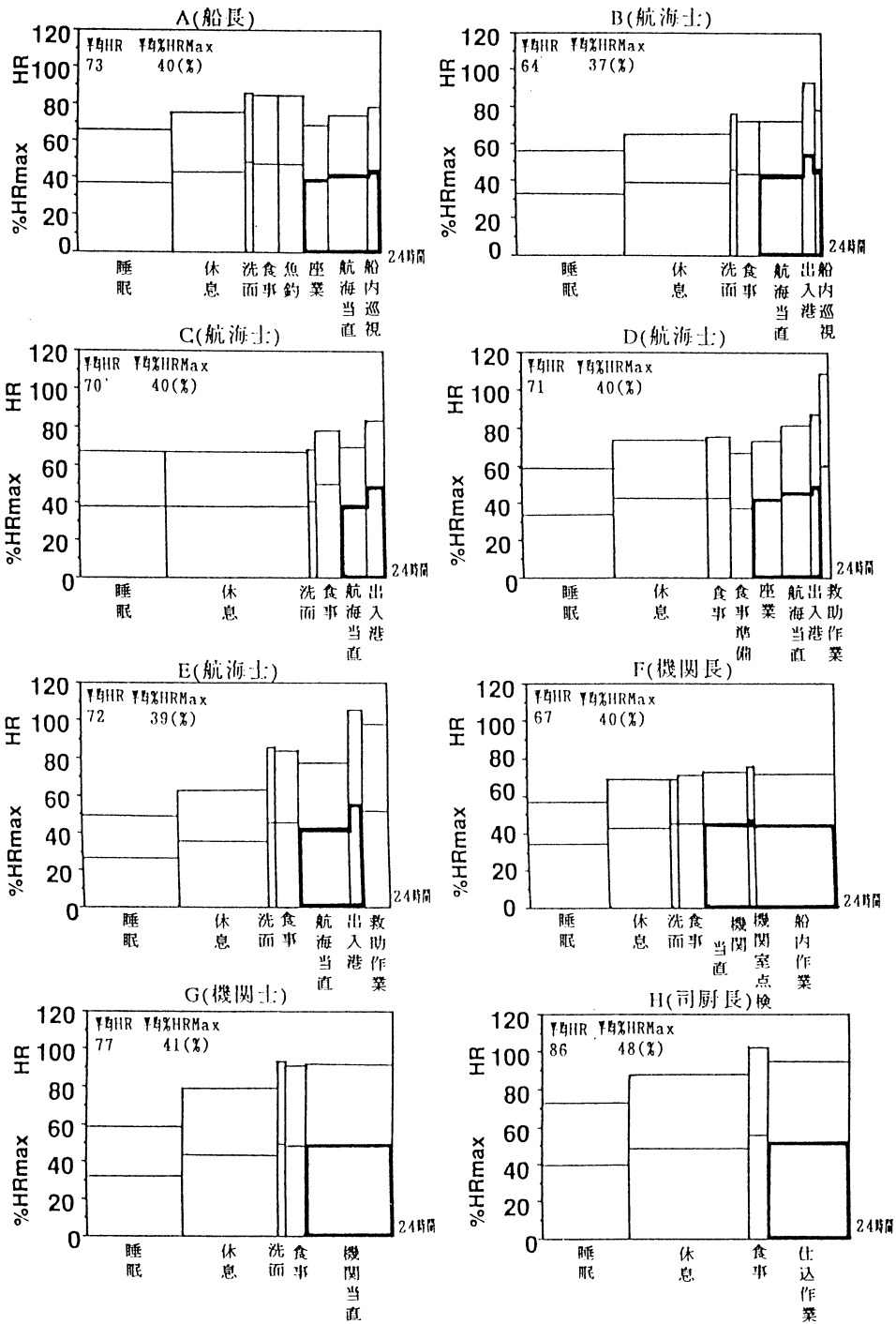


図3. 船上生活における各動作ごとのHRと%HRmax

- 注) ・縦軸上部は心拍数、下部は%HRmaxを示す。
- ・縦軸下部の太枠は業務時における%HRmaxを示す。
- ・横軸の時間スケールは 1 : 3時間とする。

では司厨長, 航海士Cが38~40%と比較的高かったが, 他は26~36%であった。休息時では司厨長が48%であり, 他は34~43%であった。洗面・食事時では司厨長, 機関士が50~56%と比較的高かったが, 他は40~45%程度であった。

業務中においては, 船橋で船舵をコントロールする船長や航海士4人の航海当直が38~40%で, 120分~230分を要した。航海士の船首や船尾での投錨・抜錨に関わる出入港作業では45~55%であり, 50分~90分と業務時間は他に比較して短かった。また, HR測定時に偶然, 転覆船を救助した時の航海士D, Eにおける救助作業はそれぞれ他の業務より高く, 60%と52%であった。機関当直では機関長が43%で, 200分を要していたが, 機関士は50%で, 400分を要していた。機関当直での機関長と機関士における平均%HRmaxの相違は前者がエンジンコントロール室での監視作業が主であったのに対して, 後者は室温の高いエンジンルームでの操機作業が主であったことによるものと思われる。さらに船長と航海士Dの座業は約40%で, 120分要していたのに対して, 同年令の司厨長の仕込作業は52%と高く, さらに390分を要して

いた。このように司厨長と機関士において, 比較的高い心拍水準が長い時間持続したことが, 両者のエネルギー消費量を増加させたものと考えられよう。しかし, 司厨長と機関士が他の者より心拍水準が高かったのは, 実際に身体活動水準が高いことに加えて, 厨房やエンジンルームといった外的環境温度が高かったこと, また司厨長では睡眠時の水準が高かったことなどが原因となっているように考えられる。今後心拍水準から身体活動レベルを推測するには, 温度, 湿度および気圧などの外的環境を同じ条件に校正してから心拍水準を比較することが重要なように思われた。

(3) 船上業務時での分時体重当りエネルギー消費量と心拍水準の関係について

図4は船上業務時における分時体重当りのエネルギー消費量と%HRmaxの関係を示したものである。両者間には $r = 0.898$ ($p < 0.01$)で有意な正の相関関係が認められた。このことは業務中において分時体重当りのエネルギー消費量が高い者程心拍数の水準も高いことを示している。

(4) エネルギー出納率と業務時の心拍水準について

図5は24時間中のエネルギー出納率と業務時

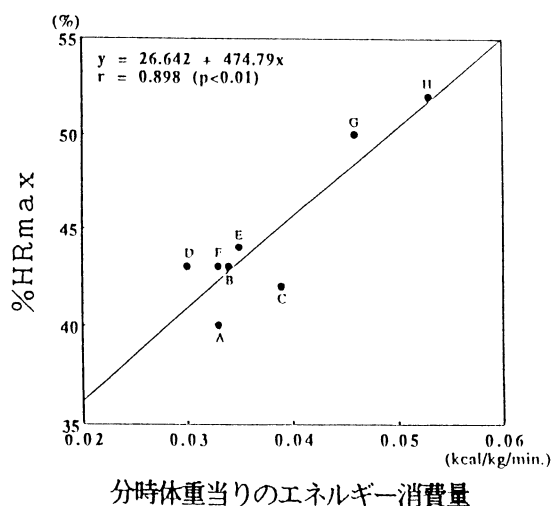


図4. 船上業務時における分時体重当りのエネルギー消費量と%HRmaxの関係

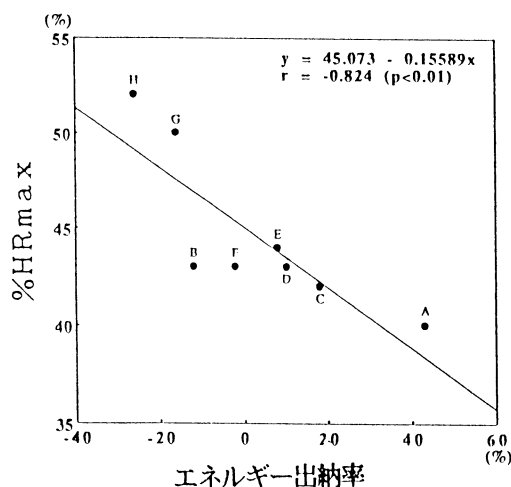


図5. 船上生活におけるエネルギー出納率と業務時における%HRmaxの関係

の平均%HRmaxの関係を示したものである。両者間には $r = -0.824$ ($p < 0.01$) で有意な負の相関関係が認められた。このことは過剰摂取傾向の者ほど、業務中の心拍数の水準は低いことを意味し、活動性が低下していることを裏づけている。そして、業務時における身体活動水準の低い者ほど過剰栄養摂取傾向になることは、長期航海においては肥満につながることを懸念される。

ところで、船員における1日のエネルギー消費量は、船上において特別な運動を実施していない限り業務内容に影響されると考えられる。そしてこれには業務時の作業強度と持続時間が主に関与することになる。例えば、航海士の出入港作業は心拍水準が50%の強度ではあったが短時間(50分~90分)であった。一方、これとほぼ同じ心拍水準である機関士の機関当直および司厨長の仕込作業は業務時間のほとんど(390分~400分)を占めていた。

Shephard¹²⁾によると、全身持久性のトレーニング効果が期待できる下限強度は60%HRmaxであるとしており、Degre¹³⁾らは作業強度が60%HRmaxを確保している職種として自動車整備工員や鉱石採集者をあげている。片岡¹⁴⁾らは高血圧症改善のためのランニングを中心とした運動条件として、60~75%HRmaxの中等度のマイペース程度の強度を1日当たり15~20分で週2~3回実施することが重要で、更に時間、頻度が多くなるにつれて効果的だとしている。一方、Chraste, K. J.¹⁵⁾らは高血圧者に対しては、40~60%HRmaxの弱い強度の歩行でも1日4~6時間にわたる長時間運動で毎日(1カ月間)実施することによって、血圧改善に十分に効果があったとしている。そこで本研究における各職種の船上業務を強度と時間から検討すると、長期航海においては司厨長および機関士はある程度の身体活動量は確保されるが、他の船員は不足傾向になると考えられた。実際、一般商船を対象にした村山²⁾らの調査によると、乗船中に何らかの運動を実行している者は33%と少なく、9割以上の者が運動不足を指摘していた。

尚、今回のような短期航海では、船上業務における身体活動量の不足は直ちに船員の健康状態に悪影響を及ぼすことはないと思われるが、長期航海になると身体活動量の不足が累積し、摂取量と消費量のバランスが崩れ、それが肥満傾向を引き起こし、結果的に末梢循環などの低下につながる可能性が十分に考えられる。このため今後、船上生活における船員の身体活動量の不足を補うため、運動の種類ならびにトレーニングの強度、時間、頻度、実施期間などを考慮した運動プログラムの開発について、検討を加える事が重要だと考えられた。

まとめ

本学練習船汐路丸での3泊4日の短期実験航海に乗船し、船員8人の船上における業務内容とエネルギー消費量および摂取量、心拍数について検討した。

結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 推定1日当りのエネルギー消費量は司厨長>機関士>航海士>機関長>船長の順に多かった。
- 2) 推定1日当りのエネルギー摂取量は2000kcal程度と2400kcal以上群の2つのグループに分かれた。エネルギー出納率は前者が-8から-43%の範囲であり、後者は+2から+26%の範囲であった。
- 3) 各船上業務の平均%HRmaxは航海士の出入港作業、機関士の機関当直および司厨長の仕込作業では45~55%の範囲であったが、船長および航海士の航海当直、機関長の機関当直、船長の座業では40%前後であった。
- 4) 船上業務時における推定分時体重当りのエネルギー消費量と%HRmaxとの相関は $r = 0.98$ ($p < 0.01$) で有意な正の相関関係が認められた。
- 5) 船上生活におけるエネルギー出納率と業務時における%HRmaxの間には $r = -0.824$ ($p < 0.01$) で有意な負の相関関係が認められた。

終わりに、本研究に当たり、多大の御協力を頂いた本学練習船汐路丸船長松村尚志助教授をはじめ

め乗務員の皆様方および明治製菓(株)青山晴子氏に対して、深甚な謝意を表する次第です。

参考文献

- 1) 神田寛他：商船船員の健康・体力づくりの実証的研究，海上労働科学研究所，1985
- 2) 村山義夫他：船員の健康・体力づくりについての具体的方法及び環境づくりについての調査研究，海上労働科学研究所，1991
- 3) 中田不二男：船員健康増進論のうち船員体力増強論，海上医学研究，28:153-174, 1991
- 4) 沼尻幸吉：労働の強さと適正作業量，労働科学研究所，1964
- 5) 沼尻幸吉：エネルギー代謝計算の実際，第一出版，1966
- 6) 山岡誠一，吉岡利治，木村みさか：運動と栄養，64-105，杏林書院，1986
- 7) 四訂日本食品成分組成表，医歯薬出版，東京，1988
- 8) 山地啓司：運動処方のための心拍数の科学，52-59, 117-161, 大修館書店，1981
- 9) アメリカスポーツ医学協会：運動処方の指針－負荷テストと運動プログラム，23-48, 南江堂，1983
- 10) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：第3次改訂日本人の栄養所要量，第一出版，1984
- 11) 三浦豊彦：はたらく人の健康学，71-75, 134-138, 大修館書店，1989
- 12) Shephard, R.J. : Endurance fitness. 2nd.ed. Toronto. University of Toronto Press. 1977
- 13) Degre, s. et al, Etude pratique des postes de travail et critique des resultats. Int. Z. angew. Physiol. 25:168-180, 1968
- 14) 片岡幸雄他：身体トレーニングが高血圧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
- 15) Chraste, K.J. et al. : Testing the cardio-respiratory capacity and training in hypertensive disease stage II, Rev. of Czechoslovak Med. , 20(20), 58-75, 1974

(平成4年12月10日受付)