

## 尿微量蛋白測定法による産業疲労の研究

## 第 2 編

エルゴメーター負荷時のエネルギー代謝率と尿微量蛋白  
排泄量との関係

岡山大学医学部公衆衛生学教室 (指導: 緒方正名教授)

専攻生 松 田 昭

〔昭和42年4月17日受稿〕

## 緒 言

尿微量蛋白の測定による疲労判定法<sup>1)2)3)</sup>の内でも、特に濾紙 B. P. B. 染色法 (濾紙スポット、テスト)<sup>4)</sup>は、簡易性を特徴としており、また、その測定成績は、従来の Donaggio 法と殆んど大差がない<sup>4)</sup>ので、疲労集団検診に最も有効な方法であつて、造船工場や紡績工場の疲労判定<sup>5)6)</sup>に広く用いられている。

然し、測定の基本となる労作量、疲労と尿蛋白の関係についての研究は極めて少なく、特に労作代謝量と尿蛋白排泄量との関係についての研究は、全く行われていない。

著者は、前編に於いて、濾紙 B. P. B. 染色法を更に改良した染色濾紙 Spot 法、並びに染色濾紙透過法を発表した。今回は、染色濾紙 Spot 法を用いて、実験的エルゴメーター負荷作業に於けるエネルギー代謝率と尿蛋白排泄量との関係について研究を行い、更に、某造船工場に於いて、算出したエネルギー代謝率と尿微量蛋白排泄量との関係をもとめたので、ここに報告する。

## 実験材料並びに実験方法

## A) 実験材料

- a) 実験的エルゴメーター負荷後の尿。  
成人健康男子5名 (年齢27才から30才) を被験者とし、自転車エルゴメーター (K. Y. S. 工業製のゾーベル型) を使用して、R. M. R. 1~7の労働負荷を各々に30分間与え、負荷前、負荷直後、負荷後30分、60分、90分、120分の尿を採集して測定に用いた。その時の室温は、20°Cであつた。
- b) 某造船工場作業員の尿。

冬期に、某造船工場各職場全員 (総計971名) を対象とし、その作業直後の尿を採取して、尿量を計測した。この際、尿蛋白の時間排泄量の計算の為に、前回から採尿時までの排尿時間を予め記入させた。その時の平均気温は約10°Cであつた。

## B) 実験方法

1) B. P. B. 染色濾紙 Spot 法による尿蛋白量の測定。

B. P. B. 染色液 (Brom Phenol Blue 0.05 gr, 昇汞 0.1 gr を蒸留水で溶解し、1 dl としたもの) で染色し、自然乾燥した濾紙 (東洋濾紙 No. 50) の上に、採集した尿 0.02 ml を滴下し、乾燥後3.5% 醋酸で数回洗滌すると、尿蛋白による Spot が出現する。尿蛋白の濃度が大である程、Spot は濃く、且つ、面積が大となる。この Spot を、血清を稀釈し同様に染色、脱色した標準色度系列の Spot と比較して、尿蛋白濃度を定める。〔図1〕, 参照。

尿蛋白時間排泄量は、〔尿蛋白濃度〕×〔尿量〕÷〔前回排尿よりの時間 (分)〕によつて計算した。

2) エネルギー代謝率の算出。

- a) 労研式自転車エルゴメーターを使用した際には、重錘の角度から表に随つてエネルギー代謝率を算出した<sup>7)</sup>。
- b) 造船工場に於ける各職場の作業員のエネルギー代謝率は、沼田氏等による表<sup>8)9)</sup>より、その大略を算出した。

## 実 験 成 績

a) 実験的エルゴメーター負荷後の時間経過による疲労尿蛋白量。

B. P. B. 染色濾紙 Spot 法に使用する標準系列及び、エルゴメーター負荷後の尿蛋白の変動を染色濾

紙 Spot 法で測定した際の濾紙の模様図は、それぞれ、[図1 (A)], [図1 (B)], に示す如くであつて、負荷後に尿蛋白量の増大が認められる。

実験的エルゴメーター負荷時の尿中蛋白質の時間排泄量は、[表1], [図2] に示す如くであつて、時間排泄量の最高値と比較した場合には、負荷前の蛋白量をそれぞれ、100%として見ると、R. M. R. = 1. 負荷時には、負荷30分後に、110.7%の R. M. R. = 3 は、125.3%の R. M. R. = 5. は、166.4%の R. M. R. = 7. の場合には、217.2%、を示し、R. M. R. の増加に伴う疲労尿蛋白時間排泄量の増加が認められた。

また、何れのグループに於いても、負荷後30分で最高値を示し、大略、2時間後には正常に復してい

図1 B.P.B 染色濾紙スポット法による測定例模様図

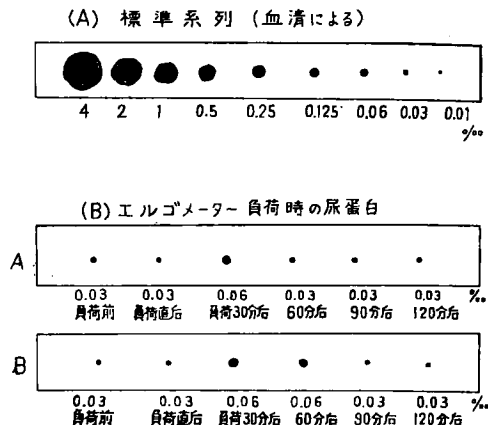
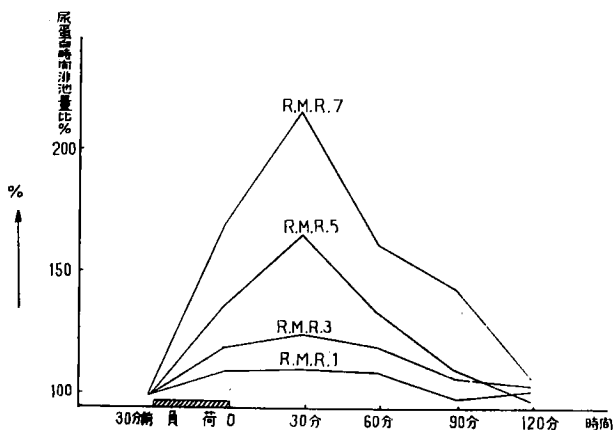


表1. 自転車エルゴメーターによる負荷後の尿微量蛋白時間排泄量の変動 (mg/min.)

R. M. R		30' 前	0'	30'	60'	90'	120'
7	算 術 平 均	0.033	0.055	0.071	0.051	0.046	0.035
	標 準 偏 差	0.0024	0.0068	0.0139	0.0054	0.0035	0.0008
	%	100.0	169.6	217.2	157.3	142.0	105.8
5	算 術 平 均	0.032	0.044	0.053	0.043	0.035	0.030
	標 準 偏 差	0.0036	0.0018	0.0019	0.0123	0.0080	0.0096
	%	100.0	136.79	166.4	134.91	111.32	95.60
3	算 術 平 均	0.032	0.039	0.040	0.032	0.034	0.032
	標 準 偏 差	0.011	0.0047	0.0104	0.0081	0.0095	0.0098
	%	100.0	121.84	125.3	118.04	108.04	101.27
1	算 術 平 均	0.030	0.033	0.033	0.032	0.029	0.030
	標 準 偏 差	0.0015	0.0036	0.0021	0.0015	0.0014	0.0016
	%	100.0	108.3	110.7	107.3	96.7	100.0

図2 自転車エルゴメーターによる労作負荷後の時間経過と尿蛋白時間排泄量比(作業前値を100%とする)との関係



る。この事は、緒方氏等<sup>16)</sup>の所見と一致している。

b) 某造船工場作業員の R. M. R. と疲労尿蛋白との関係

各職場の R. M. R. に対する尿蛋白時間排泄量は、[表2], 及び、[図3] に示す如くであつて、尿蛋白時間排泄量は、R. M. R. の増加に伴行して増加を示していた。また、この際、エルゴメーター負荷後の尿の場合に比し、R. M. R. に対する尿蛋白時間排泄量が多い事実が認められたが、これは労働時間の長い為と考えられる。

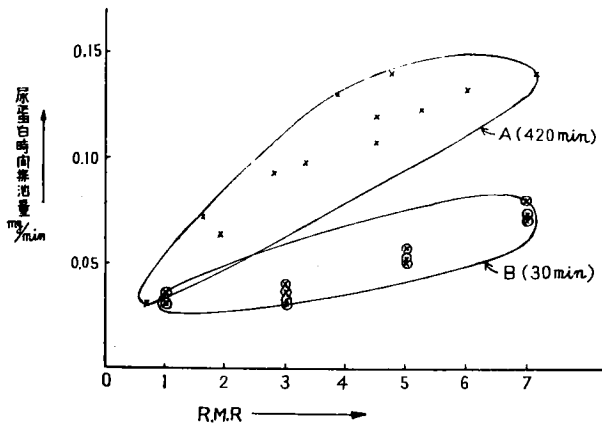
表 2. 某造船工場作業員の R. M. R. 尿蛋白時間排泄量

職 場 名	R. M. R. *		尿蛋白時間排泄量 mg/min.
	R. M. R. 最高～最低	R. M. R. 平均値	
電 氣	7.3 ~ 2.2	4.75	0.140
鍛 造	8.5 ~ 5.3	7.15	0.140
銅 工	9.5 ~ 2.5	6.00	0.132
鑄 物	6.5 ~ 1.2	3.85	0.130
酸 圧	8.6 ~ 1.9	5.25	0.122
製 罐 工 作	4.5	4.50	0.119
製 罐 機 装	4.5	4.50	0.107
配 電	4.0 ~ 2.7	3.35	0.097
組 立	3.5 ~ 2.1	2.80	0.092
模 型	2.1 ~ 1.2	1.65	0.079
機 械	2.9 ~ 0.9	1.90	0.063
仕 上	0.7	0.70	0.030

註 \* 8) による

図 3 R. M. R. と尿蛋白時間排泄量の関係

R. M. R. { A: 職場の実測値(7時間作業)  
B: 自転車エルゴメーター負荷値(30分負荷)



以上、作業後尿、負荷後尿何れも R. M. R. と併行して増加する傾向を示した。

考 案

各種の労作負荷後に、尿中に蛋白質が排泄されることは、古くから運動性蛋白尿として認められていた。そして、この事を逆に利用して尿蛋白量より疲労度を測定する(1-3) 10.13) 試みもなされていた。この運動性蛋白尿の成因としては、当教室の田辺氏等(14) 15) は、Acidosis, 血圧上昇, 副腎皮質ホルモンの分泌増大が考えられるとした。即ち、このような作業負荷の際の代償不全を原因として尿蛋白の出現があり、また、この代償不全によつて疲労が現われ

るのであれば、疲労と尿蛋白の間にも、何等かの関係が得られるのではないかと思われる。この様に考えれば、尿微量蛋白測定法は、一種の疲労判定法と考えられる。一方に於いて、同じエネルギー代謝率の作業強度でも、作業時間による差異は、エルゴメーター及び作業場の尿蛋白排泄量の差異によつて認められた。また、同じエネルギー代謝率であつても、尿蛋白排泄量は作業の種類、即ち、立位、坐位、手による作業や足による作業等によつて差異のあることは当然期待されるが、この点については、将来の研究にまちたい。

一方に於いて、同じ作業量であつても、個体差によつて尿蛋白量の異なる事は予想される事であり、緒方、松田氏(5)等は某造船工場に於いて、要注意者(病弱者)の蛋白量が、軽労作にもかかわらず多い事を認めている。このことは、即ち、尿蛋白の排泄は、作業量の他に、作業による個体の非代償性の変化の組合せにて現われる事を示すものと考えられるが、工場で Checking を行なう際には、要注意者は一括して別あつかいにせねばならぬ事を示すものと思われる。

尚、当教室に於ける成績では、尿蛋白と尿ドナジオ値とは有意の相関を持つており(16) 17), その判定の意義も、また、殆んど同様であるが、濾紙スポット、テストは極めて簡便であるので集団検診には後

者を用いる方が、有利であると考える。

### 結 論

エネルギー代謝率と、尿微量蛋白排泄量との関係を明らかにする為に、濾紙 B. P. B. 染色法を用いて、エルゴメーターによる労作負荷時の尿微量蛋白量、及び某造船工場各職場に於ける作業後の尿微量蛋白量について測定を行い、以上に示す如き成績を得た。

1) エルゴメーター負荷時には R. M. R. 1~7. の範囲では、負荷した R. M. R. の量と増加した尿蛋白時間排泄量の最高値との間には、並行して増大

する関係があるが、尿蛋白時間排泄量の方が、多少上まわる傾向が認められた。

2) 造船工場各職場の作業員に於いても、また R. M. R. 量と作業後の尿蛋白時間排泄量との間には、1) と同様に並行の関係が認められた。

稿を終るに当たり、終始、御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師緒方正名教授に深甚なる謝意を表します。

(本論文の要旨は、昭和39年11月29日米子に於ける、第8回中国四国合同産業医学会において発表した)

### 文 献

- 1) 緒方益雄，大田原一祥，岡村岩男； 疲労判定法，61，学術会議疲労研究会編，創元社，1947.
- 2) 石川知福，疲労判定法，72，学術会議疲労研究会編，創元社，1947.
- 3) 緒方正名； 日本衛生学雑誌，13 (5)，68，1958.
- 4) 緒方正名，望月義夫，那須昭三； 体力科学，7 (64)，179，1959.
- 5) 緒方正名，松田昭； 岡山医学会雑誌，74 (1)，2，3，合併号，263，1962.
- 6) 緒方正名； 岡山医学会雑誌，74 (1，2，3，合併号)，219，1962.
- 7) 沼尻幸吉，安藤清，袴田忠； 労働科学，34 (1)，45，1958.
- 8) 沼尻幸吉； 労働の強度と適正作業量，労働科学研究所，東京，1955.
- 9) 科学技術庁資源局 (委員長，勝木新次)； 産業労働のエネルギー代謝率，労働科学研究所，東京，1960.
- 10) 南勝一； 岡山大学教育学部研究集録，7，29，1959.
- 11) 南勝一； 同誌，9，47，1960.
- 12) 南勝一； 同誌，10，45，1960.
- 13) 南勝一； 同誌，11，60，1960.
- 14) 田辺昇平； 岡山医学会雑誌，71 (10) 6463，1959.
- 15) 緒方正名； 産業医学，4 (4)，251，1962.
- 16) 緒方正名； 岡山医学会雑誌，74 (1，2，3，合併号) 231，1962.
- 17) 緒方正名，只友淳雄外8名； 岡山医学会雑誌，74 (1，2，3，合併号) 269，1962.

**Studies on Industrial Fatigue by Microquantitative  
Determination of Urinary Protein**

**Part 2. Relationship between the Value of R. M. R., and the  
Quantity of Urinary Protein under the Load by the Bicycle Ergometer**

By

**Akira MATSUDA**

Department of Public Health, Okayama University Medical School

(Director : Prof. Masana Ogata)

In order to know the relationship between the value of R. M. R. and the quantity of urinary protein, the author measured minute quantities of proteins excreted in the urine under the load of the bicycle ergometer by simplified method as reported in Part 1.

The quantities of urinary protein before and after working in the each shop of a shipbuilding yard, were also measured, and the following results were obtained.

1) Physical exercise was given on a bicycle ergometer and urinary protein was measured. It was observed that the quantities of urinary protein increased in parallel with the value of R. M. R. ranging from 1 to 7.

2) In each shop of the shipbuilding yard, it was also observed that the quantities of urinary protein after working, paralleled with the values of R. M. R.

---