# 健常人の日常生活における消費エネルギー 量の解析(第1報)

## 渡邊 令子・今泉優子・山田雅子

24 Hours-Energy Expenditure of Usual Activity for Some Normal Women (Part 1)

Reiko Watanabe, Yuko Imaizumi and Masako Yamada

#### 緒 言

栄養学におけるエネルギー出納にかんする研究は、古くて新しい課題である。現代の急速な社会構造の変容によって、省力化に伴う労働強度の低下や労働量の減少ならびに交通機関の発達に伴う身体活動量の低下により、日常生活における総活動量は減少傾向にあると云えよう。このことは相対的に食物の過剰摂取を招来する誘因ともなり、健康の保持・増進の立場から、近年、特にエネルギー消費量が注目されるようになった。ところで望ましい食物摂取のあり方という観点から、これまでにもエネルギー摂取量にかんする研究は、実態把握のもとに種々検討が試みられてきたが、エネルギー消費量の実測にかんする知見は少ない。個人に適切なエネルギー摂取量つまりエネルギー所要量の算定の基礎となる数値がエネルギー消費量であることは言うまでもない。

先に著者らはこのエネルギー出納の実態について健康な女子学生を対象にして従来から試みられている生活時間調査法(Time study method)により検索してきたがい、より身体活動に密接した生理的な数値に基づくエネルギー消費量測定の必要性を指摘した。そこで、著者らは近年、橋本ら2)により開発された方法すなわち心拍数を連続記録することにより1日の総エネルギー消費量を算出することのできる24 hour heart

rate ratio (24h-HRR) 法に着目した。なお本法によって算出されたエネルギー消費量予測値が、 $\dot{V}O_2$  / HR 法により測定した実測値と非常に相関が大であることは、既に報告されている $^3$  。

本研究で採用した24h-HRR法において、その基準となる安静時心拍数の設定に難点が指摘されているが、それらの点をふまえて、今回は従来から広く実施されている生活時間調査法より求めたエネルギー消費量予測値と24h-HRR法による成績とを比較検討しその関連性についての基礎的な解析を試みた。以下それらの結果について報告する。

#### 対象と方法

#### 1. 対 象

著者ら3名を被験者とし、その身体的概要を表1に示す。

#### 2. 実験期間

昭和62年10月から昭和63年1月。

#### 3. 実験方法

1)  $VO_2$ /HR法による消費エネルギー量の実測 人間が日常もっとも容易に行っている動き(歩 行,走行)の作業尺度として、トレッドミルを用 いる運動負荷を行った。Running belt(竹井機 器工業KK,東京)を用いて、ベルトの速度E60m/min

	ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	年齢	身長	体重	肥満度*	皮下脂肪厚	エネルギー所要	[ <u>]</u> **(kca	al/day)	# SEADSO
	性	(才)	(cm)	(kg)	(%)	(nun)	生活活動指数	0.35	0.5	生活状況
Α	女	27.0	154	48	-4.6	31.5		1,670	1,856	両親と同居
В	女	38.9	164	55	-2.3	37.2		1,815	2,017	家事・小学生  あり
С	女	54.1	154	49	-2.6	23.5		1,536	1,707	家事

表1. 被験者の概要

<sup>\*</sup> 箕輪新法による成人の標準体重表に基づいて算出した値。

<sup>\*\*</sup> 年齢別基礎代謝基準値5) を用い、A = B + Bx + 🖰 により算出した値。

から 100m/min まで20m/min 間隔で3分間ずつ、 100m/minから120m/minまでは10m/min間 隔で2分間ずつ、合計12分間段階的に負荷を与え るように条件設定した。安静時測定条件は、食後 2~3時間後, 椅座位状態で15~30分間とした。呼 気分析すなわち酸素摂取畳(VO₂)の測定はRespiromonitor RM-300, Medical Gas Analyzer MG 360 (ミナト医科学KK, 大阪) を用い. プリンターML 192 (沖電気KK) で記録させた。心 拍数の同時測定はハートメモリー2E26 (三栄測器 KK) によって行った。各被験者毎にVO₂から1分 間毎の消費エネルギー量を求め、運動負荷による 心拍数の変化と消費エネルギー量の変化をもとに 回帰直線を求めた。1日のエネルギー消費量の推 定は、この回帰直線ならびに24時間連続記録した 心拍数により算出した。

 2) 24h-HRR法によるエネルギー消費量予測値の 測定

携帯式心拍記録装置 (Memory Mac®, Vine 社, 東京) を用いて被験者の1日の心拍数を1分毎に連続記録して, これを解読装置 (Mac-Reader - 232, Vine社, 東京) によってコンピュータ (PC-9800シリーズ, NEC, 東京) に入力させた。この入力データ(図1)を基にエネルギー消

費量予測値を算出した。なお、このプログラムにおいて基準値となる安静時心拍数については前述したごとく、年齢、性、姿勢、環境条件その他種々の要因によって影響を受けるため、その設定は難しい。そこで本実験においては実験学的に安静時心拍数を問題にしなければならないので、著者らが設定した次の値①~③を安静時心拍数と仮定して採用した。

- ① 24時間の心拍数のトレンドグラフ(図1)より, 睡眠時を除いて心拍数が最小である時間帯約30分間の平均心拍数。
- ② 睡眠時の平均心拍数を 0.9 で除した値。
- ③ 24時間心拍数の最小心拍数×1.48 (係数1.48 は橋本らのにより大阪府下の主婦を対象にした 実験から求められた数値)。
- 3) 生活時間調査法に基づくエネルギー消費量の算定

既報1)で用いた生活時間調査の行動の種類について、その項目と内容の一部を改変し、各被験者の1日の行動記録をもとに既報1)に準じて1日の総エネルギー消費量を推定した。なお、身体的活動によるエネルギー消費量の年齢係数は第三次改訂日本人の栄養所要量5)に従って、被験者A:1.0、B:0.95、C:0.9を用いた。

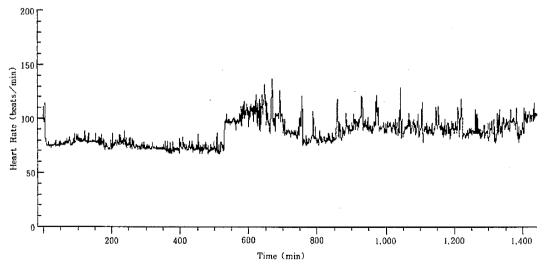


図1. Daily Trend Graph of Heart Rate

#### 結果および考察

## 1. 心拍数とエネルギー消費量実測値との関係

酸素摂取量(VO₂)と心拍数との関係は、人種や鍛練度によって異なるが、両者の間にはほぼ正比例の関係があることは既知の事実<sup>6)</sup>であり、すなわち VO₂は、 生体のエネルギー消費量を表すことになる。

そこで、先ず3名の被験者について、1分間当りのVO2(liter/min)から消費エネルギー量(kcal/min)を算出して心拍数との相関を確認した。その結果、図2に示すような2本の回帰直線が得られた。aは安静時の心拍数と消費エネルギー量との関係、bは身体活動時のそれを示したものである。身体活動時においてはいずれの被験者ともr=0.993~0.996と非常に高い相関(P<0.001)を示したが、安静時はバラツキが大

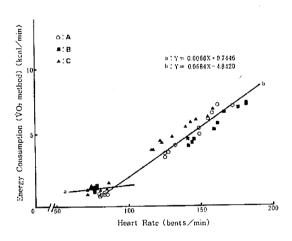


図2 心拍数とエネルギー消費量実測値との関係

であった。なお、被験者 3名の $VO_2$ から求めたエネルギー消費量実測値と心拍数から得られた回帰直線は、安静時Y=0.0066 X+0.7446 ,身体活動時 Y=0.0684 X-4.8420 (r=0.960) となった。前述したごとく安静時心拍数は種々な因子によって変化する数値で、同一被験者においても幅があること、それと同時に安静時の $VO_2$  も測定時の条件によって変動する数値(同一心拍数でも約  $150\sim300$  liter/min)であることが再確認された。そこで、安静時における  $VO_2$  と心拍数との関係については今後更に例数を増して、より信頼度の高い成績を得るために検討を重ねてゆく予定である。ちなみに橋本ら $^2$ により示された回帰直線は、安静時 Y=0.0181 X-0.2029 ,身体活動時 Y=0.1075 X-7.0402 である。

## VO<sub>2</sub>/HR法によるエネルギー消費量推定値と24h - HRR法によるエネルギー消費量予測値との関係

心拍数とエネルギー消費量実測値との関係から各被験者毎に得られた回帰直線を用いて、24時間連続記録したそれぞれの総心拍数の頻度分布から、1日の総エネルギー消費量(ŮO₂/HR法)を推定した。この推定値は酸素量1ℓ=4.8 kcalとして算出した値である。この推定値と著者らが安静時心拍数として設定した値を採用して求めた24h-HRR法によるエネルギー量予測値①~③との関係を図3に示した。また24h-HRR法によるエネルギー消費量予測値を表2に総括した。

図3に示した関係より、VO2/HR法による推定値 2,000kcal/dayの場合、24h-HRR法による予測値 を試算すると、①1,965kcal/day、②1,882kcal/day、 ③1,545kcal/dayとなる。両法によって得られた数値

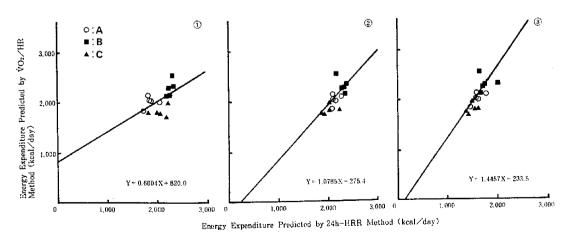


図 3.  $\dot{V}O_2$  /  $\dot{H}R$  法によるエネルギー消費量推定値と24h –  $\dot{H}RR$  法によるエネルギー消費量予測値との関係

24時間心拍数と24h-HRR法および生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値 表2.

数 (beats/day)         kx/da         4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	<b>製</b> 物	回	総心拍数	ڼ	中	₩ (}	(beats/min)	in)	24h—H	24h-HRR法によ	るエネルギー	ネルギー消費量予測値	順 (kcal/day)*		生活時間調査法 によるエネルギ
1         131,095         151         66         94         91.0         15.9         (89.8)***         1.805           3         119,658         162         63         84         83.1         14.4         (85.1)         1,697           4         124,833         169         62         87         86.7         17.3         (79.3)         2.043           4         128,833         141         65         88         87.8         18.7         (85.4)         1,843           4 128,83         143         84         87.8         18.7         (85.4)         1,848           4 50         126,173         154         63         89         87.8         18.7         (85.4)         1,848           4 50         126,438         129         62         80         87.5         16.2         (85.4)         1,848           2 119,569         120         62         80         87.5         16.7         (85.4)         1,848           4         118,136         129         62         80         83.0         10.4         (78.7)         2,152           Mean         119,598         147         60         83         82.0         10.3	*.<	数	(beats/day)		÷		平均值	標準偏差	<b>①</b>		(9)		9		一消 <b>費伍</b> 予測 (kcal/day)
2         119,668         162         63         84         83.1         14.4         (85.1)         1,697           3         124,833         159         62         87         86.7         17.3         (79.3)         2.043           4         128,833         141         65         91         89.5         14.6         (87.2)         1.843           5         126,448         158         60         88         87.8         18.7         (85.4         1.848           4         126,173         154         63         89         87.6         18.7         (85.4         1.848           1         115,659         120         62         80         83.0         10.4         (78.2)         2.152           2         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2.152           3         124,38         137         67         86         82.9         12.1         (78.7)         2.152           4         119,517         120         62         82         82.0         10.3         (78.9)         2.157           4         119,510         131         63         83 <td><del> </del></td> <td>_</td> <td>131,095</td> <td>151</td> <td>99</td> <td>94</td> <td>91.0</td> <td>15.9</td> <td>**(8.68)</td> <td>1,805</td> <td>(81.1)</td> <td>2,128</td> <td>(97.7)</td> <td>1,562</td> <td>1,855</td>	<del> </del>	_	131,095	151	99	94	91.0	15.9	**(8.68)	1,805	(81.1)	2,128	(97.7)	1,562	1,855
3         124,833         159         62         87         86.7         17.3         (79.3)         2.043           4         128,833         141         65         91         89.5         14.6         (87.2)         1.843           5         126,448         158         60         88         87.6         14.6         (87.2)         1.843           4 s.p.         126,173         154         63         89         87.6         16.2         4.18         (85.4±3.9)         1.847±125           2 s.p.         115,659         120         62         80         83.0         10.4         (78.2)         2.152           3         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2.057           4         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2.152           4         118,136         129         62         82         82.0         12.1         (78.9)         2.152           4         118,136         131         63         83         83.1         13.8         (76.5)         2.231           Mean         19,570         13		ÇG	119,658	162	83	84	83.1	14.4	(85.1)	1,697	(74.2)	2,122	(93.2)	1,445	1,718
4         126,438         141         65         91         89.5         14.6         (87.2)         1,843           Mean         126,448         158         60         88         87.6         18.7         (85.4)         1,848           4 s.p.         ± s.p.         ± 2.3         ± 38         ± 3.0         ± 1.8         (85.4 ± 3.9)         1,847 ± 125           1         115,659         120         62         80         83.0         10.4         (78.2)         2,152           2         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2,207           3         124,938         137         67         86         85.0         12.1         (78.7)         2,152           4         118,136         129         62         82         82.0         12.1         (78.9)         2,157           5         119,590         147         60         83         83.0         11.3         (78.9)         2,157           4         118,136         135         54         72         72.8         12.9         (78.1)         1,794           2         112,38         136         13.8         <		က	124,833	159	62	87	86.7	17.3	(79.3)	2,043	(75.9)	2,188	(91.8)	1,602	1,781
Mean         126,448         158         60         88         87.8         18.7         (85.4)         1,848           Mean         126,173         154         63         89         87.6         16.2         16.3         16.4         16.4         16.2         16.4         16.2         16.3         16.4         16.4         16.2         16.4         16.2         16.		4	128,833	141	65	91	89.5	14.6	(87.2)	1,843	(80.2)	2,109	(36.2)	1,559	1,726
Mean         126,173         154         63         89         87.5         16.2         45.8         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         45.3         47.3         67.8         80         83.0         10.4         77.9         2.157         2.207           3         124,938         137         67         86         86.7         11.8         (80.6)         2.281           4         118,136         129         62         82         82.0         10.3         (78.9)         2.157           5         119,598         147         60         83         83.1         13.8         (78.9)         2.157           4         118,136         47         60         83         83.0         11.7         (78.6±1.5)         2.215         73           4**D         4.5         4.5         72         72.8         12.4         (78.6±1.5)         2.222±7         73           4**D         104,946         135         54         76         77.9         11.8         (68.9)         2.201		2	126,448	158	60	88	87.8	18.7	(85.4)	1,848	(75.1)	2,266	(88.8)	1,731	1,926
1         115,659         120         62         84         83.0         10.4         (78.2)         2,152           3         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2,207           3         124,938         137         67         86         86.7         11.8         (80.6)         2,281           4         118,136         129         62         82         82.0         10.3         (78.9)         2,157           Mean         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (78.9)         2,157           4 s.p.         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (78.5)         2,315           4 s.p.         119,570         14.1         42.6         42.0         42.3         41.4         (78.6±1.5)         2,222±7         73.6           2 s.p.         112,238         135         54         76         77.9         11.8         (68.9)         2,201           3 s.p.         112,238         135         59         76         74.3         9.0         (68.4)         2,063           4 s.p.         10,999 <td></td> <td>Mean ±sD</td> <td>12</td> <td></td> <td>63</td> <td>89 ±3.8</td> <td>87.6 ±3.0</td> <td>16.2 ± 1.8</td> <td>(85.4±3.9)</td> <td></td> <td></td> <td>2,163± 65</td> <td>(93.5 ± 3.5) 1,580 ± 103</td> <td>1,580 ± 103</td> <td>1,801 ± 89</td>		Mean ±sD	12		63	89 ±3.8	87.6 ±3.0	16.2 ± 1.8	(85.4±3.9)			2,163± 65	(93.5 ± 3.5) 1,580 ± 103	1,580 ± 103	1,801 ± 89
2         119,517         120         62         84         82.9         12.1         (78.7)         2,207           3         124,938         137         67         86         86.7         11.8         (80.6)         2,281           4         118,136         129         62         82         82.0         10.3         (78.9)         2,187           Mean         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (78.6±1.5)         2,215           1         104,946         135         54         72         72.8         12.9         (73.1)         1,794           2         112,238         135         59         76         77.9         11.8         (68.9)         2,201           3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (69.6)         1,986           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (62.9)         2,183           Mean         106,509         127         56         72         73.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         127         56	<u> </u>	,1	115,659	120	29	98	83.0	10.4	(78.2)	2,152	(74.3)	2,339	(91.8)	1,626	2,259
3         124,938         137         67         86         86.7         11.8         (80.6)         2.281           4         118,136         129         62         82         82.0         10.3         (78.9)         2.157           Mean         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (76.5)         2.315           4 sp         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (76.5)         2.315           4 sp         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (76.5)         2.315           2 sp         ± 12         ± 2.6         ± 2.0         ± 2.3         ± 1.7         (78.6±1.5)         2.222± 73           2 sp         112,238         135         59         76         77.9         11.8         (68.9)         2.201           3 sp         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (68.4)         2.063           4 sp         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (62.9)         2.183           Mean         106,509         ± 8         ± 8		2	119,517	120	29	<b>≅</b>	82.9	12.1	(78.7)	2,207	(40.8)	2,296	(91.8)	1,696	1,978
4         118.136         129         62         82         82.0         10.3         (76.5)         2.157           Mean         119,598         147         60         83         83.1         13.8         (76.5)         2.315           4 SD         ±12         ±2.6         ±2.0         ±2.3         ±1.4         (76.5)         2.315           1         104,946         135         54         72         72.8         12.9         (73.1)         1,794           2         112,238         135         59         76         77.9         11.8         (68.9)         2.201           3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (69.6)         1,986           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         ±8         ±3.7         43.0         ±3.0         43.0         43.0         44.3         44.3         45.0         45.0         45.0         45.0         45.0		က	124,938	137	29	98	86.7	11.8	(80.6)	2,281	(83.6)	2,150	(89.2)	1,596	2,020
Mean         119,598         147         60         83         83.0         11.7         (76.5)         2,315           ±SD         ±3,397         ±12         ±2.6         ±2.0         ±2.3         ±1.4         (78.6±1.5)         2,222±73           1         104,946         135         54         72         72.8         12.9         (73.1)         1,794           2         112,238         135         59         76         77.9         11.8         (68.9)         2,201           3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (69.6)         1,986           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         ±8         ±8         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0		寸	118,136	129	29	83	82.0	10.3	(48.6)	2,157	(77.4)	2,225	(91.8)	1,660	1,988
Mean         119,570         131         63         83         83.0         11.7         (78.6±1.5) 2,222±73           1         ±5397         ±12         ±2.6         ±2.0         ±2.3         ±1.4         (78.6±1.5) 2,222±73           2         112,238         135         54         72         72.8         12.9         (73.1)         1,794           3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (68.9)         2,201           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         ±3.73         ±8         ±3.0 <td< td=""><td></td><td>ည</td><td>119,598</td><td>147</td><td>60</td><td>83</td><td>83.1</td><td>13.8</td><td>(46.5)</td><td>2,315</td><td>(75.6)</td><td>2,359</td><td>(88.8)</td><td>1,804</td><td>2,133</td></td<>		ည	119,598	147	60	83	83.1	13.8	(46.5)	2,315	(75.6)	2,359	(88.8)	1,804	2,133
1         104,946         135         54         72         72.8         12.9         (73.1)         1,794           2         112,238         135         59         76         77.9         11.8         (68.9)         2,201           3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (69.6)         1,986           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         127         56         72         73.9         11.4         (68.6±3.7) 2,045±166           ±5D         ±5D         ±3.73         ±3.0		Mean ±SD	11	131 ±12	CO.	83 ±2.0	83.0 ±2.3	11.7 ± 1.4	(78.6±1.5)		(77.5±3.6)		86 (92.7±3.9) 1,676±	1,676 ± 81	2,075±119
2 112,238 135 59 76 77.9 11.8 (68.9) 2,201 3 106,343 124 54 74 73.8 12.6 (69.6) 1,986 4 107,020 120 59 72 74.3 9.0 (68.4) 2,063 5 101,999 119 55 68 70.8 10.9 (62.9) 2,183 Mean 106,509 127 56 72 73.9 11.4 (68.6±3.7) 2,045±166 ±50 ±3,738 ±8 ±3.0 ±3.0 ±3.0 ±3.0		_	104,946	135	54	72	72.8	12.9	(73.1)	1,794	(67.4)	2,049	(79.9)	1,537	1,624
3         106,343         124         54         74         73.8         12.6         (69.6)         1,986           4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         56         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         127         56         72         73.9         11.4         (68.6±3.7) 2,045±166           ± 5D         ± 3,738         ± 8         ± 3.0         ± 3.0         ± 3.0         ± 3.0		83	112,238	135	29	92	77.9	11.8	(689)	2,201	(72.1)	2,049	(87.3)	1,479	1,796
4         107,020         120         59         72         74.3         9.0         (68.4)         2,063           5         101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2,183           Mean         106,509         127         56         72         73.9         11.4         (68.6±3.7)         2,045±166           ±5D         ±3,738         ±8         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0		က	106,343	124	54	74	73.8	12.6	(9.69)	1,986	(64.9)	2,218	(46.6)	1,572	1,846
101,999         119         55         68         70.8         10.9         (62.9)         2.183           106,509         127         56         72         73.9         11.4         (68.6±3.7) 2,045±166           ±3,738         ±8         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0         ±3.0		4	107,020	120	59	7.5	74.3	0.6	(68.4)	2,063	(73.7)	1,827	(87.3)	1,351	1,676
106,509 127 56 72 73.9 11.4 (68.6±3.7) 2,045±166 ±3,738 ± 8 ±3.0 ±3.0 ±3.0 ±1.6		ದ	101,999	119	55	89	70.8	10.9	(67.9)	2,183	(67.9)	1,932	(81.4)	1,408	1,855
		Mean ±SD			56 ±3.0	72 ±3.0	73.9 ±3.0	11.4 ±1.6	(68.6±3.7)		(69.2 ± 3.6)	2,015±146	(83.2±3.8) 1,469±	1,469± 91	1,759±104

⊝@@` \* ‡

安静時約30分間の平均心拍数、 睡眠時の平均心拍数を 0.9 で欲した値、 最小心拍数×1.48。 )内の数値は心拍数 (beats/min)。

の一致という観点からみると、①が最良であるが、相関係数は①0.481、②0.641、③0.715であった。すなわち①安静時15~30分間の平均心拍数の場合が最小であった。一方③最小心拍数に1.48を乗じた数値を採用した場合は、相関は大であるが24h-HRR 法による値が25%程低値となる。安静時心拍数は同一被験者においても変動が大であるうえ、24時間のトレンドグラフ(図1)上より約30分間という一定の安静時心拍数とみなす時間帯を選択するところにも問題があろう。それに比べてトレンドグラフ上より睡眠時を選択するとは容易であり、②は15例でも正相関(P<0.05)で、その有意性が認められた。設定値②、すなわち睡眠時心拍数÷0.9は、睡眠時のエネルギー代謝が基礎代謝の90%であることを根拠にして採用した数値である。

以上の結果から、24h-HRR法の演算プログラムに おいて基準値として一応設定することのできる数値② の有用性が示唆され、今後更に検討を進める意義を、 本実験によって見出すことができた。

### 3. 24h-HRR法および生活時間調査法によるエネル ギー消費量予測値の関係

24h-HRR 法の基礎的データとなる24時間の心拍数のプロフィールは、表 2 に示すごとくである。総心拍数は年齢に応じて減少し、平均心拍数も  $A:87.6\pm3.0$  beats / min,  $B:83.0\pm2.3$  beats / minおよび $C:73.9\pm3.0$  beats / minと徐々に低値になる傾向が見られた。被験者の 1 日の総心拍数の頻度分布を図 4 に示した。測定日によって各被験者ともパターンにかなり相違が認められるが、平均心拍数の差は非常に小さい。日常活動における心拍数の変動範囲は、その大部分が $70\sim100$  beats / min以上はスポーツ等の運動負荷がかかった場合といえよう。この結果は一級建築士(女性)のオフィス・ワークにおける心拍数の変動範囲が $70\sim100$  beats / minで、その大部分が $80\sim100$  beats / minで、その大部分が $80\sim100$  beats / minで、その大部分が $80\sim100$  beats / minで、その大部分が1000 beats / minで、その大部分が1000 beats / minで、その大部分が1000 beats / minで、その大部分が1000 beats / minであったという報告と一致する1000 beats / minであった

この心拍数に基づいて、24h-HRR法により求めたエネルギー消費量予測値は、①と②は個人差があるとはいえ平均値をみてみると、特に被験者Bは①2,222±73、②2,274±86、Cは①2,045±166,②2,015±146と近似値を示し、それに比べ③はいずれの被験者においても約20~25%低値となった。

先の実験結果から②を設定値として用いることの意 義が示唆されたので、次に②によって得られた24h-HRR法によるエネルギー消費量予測値と生活時間調 査法によるそれとの関係を検討した。両者の関係は図 5 に示すとおりである。

回帰直線 Y=0.8732X+0.7919 (r=0.735)が得られ、P<0.01で有意な正相関が認められた。この生活時間調査法においてエネルギー消費量算定の基礎となる生活時間調査成績は表3に示すとおりである。図5に示した回帰式によって試算してみると、24hーHRR法によるエネルギー消費量予測値が2.000kcal/dayの場合、生活時間調査法の値は1,747 kcal/dayとなり約13%低値であった。このことは当然予測できる事実である。つまり心拍数の記録においてはある身体活動が終了後、徐々に安静状態に回復してゆく過程を把握することができるが、生活時間調査法で得られる値はその活動時間のみを限定してR.M.R.を用いて算出されることに起因するからであろう。

更に生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値と $VO_2$ /HR法によるエネルギー消費量推定値との関係を検討した結果、有意な正相関(r=0.682, P<0.01) が認められた。

これらの結果より、従来から広く適用されている生活時間調査法は、生理的数値から得られたエネルギー消費量よりも約10%程度低値となることが確認され、この事実をふまえて採用すれば、充分信頼に足る方法であることが裏付けられた。

本実験では被験者が実験目的をよく把握していたため、わずか15例という実験回数であったが、上記のような結果が得られたものと推察される。

今後,対象を拡げて検討を重ね,24h-HRR法における設定値として,睡眠時心拍数÷0.9という数値が有用であるか否かの再確認と一般的に適用しやすい消費エネルギー量の検索方法である生活時間調査法の信頼性をより確かなものとするため、本研究を発展させてゆきたいと考えている。

#### 要 約

24h-HRR 法を用いて測定した生理的な数値によりエネルギー消費量予測値を求め、この予測値と生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値との関連について、その基礎的データを得ることを目的として本実験を行った。昭和62年10月から昭和63年1月にかけて、著者ら3名を被験者として検討し、以下の結果を得た。

- 1)  $\dot{V}O_2$  と心拍数との関係は、身体活動時にはほぼ 正比例の関係(r=0.996, P<0.001)が得られ たが、安静時では測定時の種々な条件によって値 が容易に変動することが再確認された。
- 2) 24h-HRR法において、基準となる安静時心拍

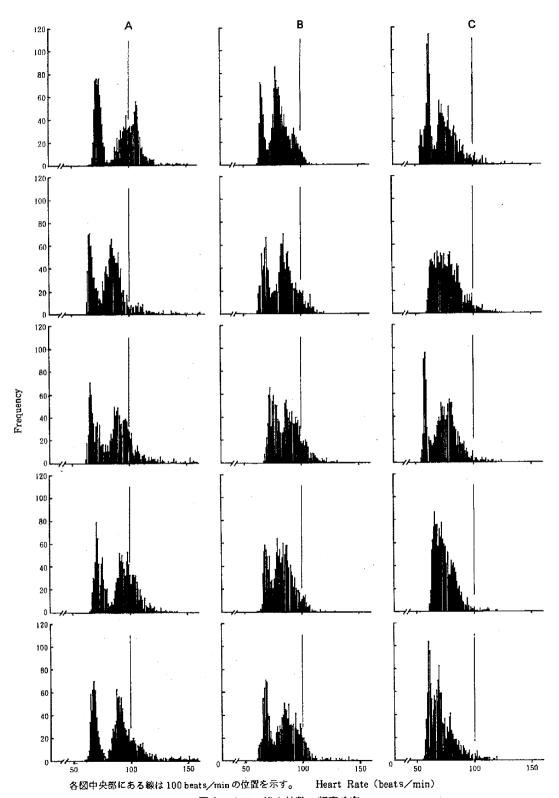
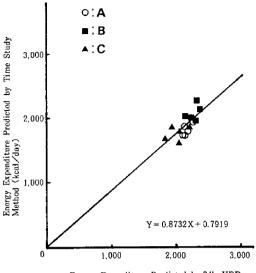


図4. 1日の総心拍数の頻度分布



Energy Expenditure Predicted by 24h-HRR Method@ (kcal/day)

図 5. 24h-HRR法と生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値との関係

表 3. 生活時間調査成績

	被	験	者
行 動 の 種 類*	A	В.	C
1. 睡 眠	$502 \pm 58$	442±53	456 ± 49份)
<ol> <li>身のまわりの用事 (身仕度, 洗面・他)</li> </ol>	47±13	48± 5	43±11
3. 食 事	71±23	78±16	91 ± 4
4. 移 動 (歩行, 階段昇降, (乗車, 車運転・他)	188±65	82 ± 41	105 ± 31
5. 作 業 (椅座居での仕事, 実) 験, 実習, 講義・他)	275±65	387 ± 40	418±65
6. 家 事 (炊事, 掃除, 洗濯・) 買物・他	43±16	242 ± 17	112±35
7. スポーツ	14 ± 15	$7 \pm 13$	0
8. 趣味, 娯楽	43±39	0	0
9. テレビ, 読書	123±64	$54 \pm 35$	$82 \pm 47$
10. 休養 (談話・他)	132±40	101 ± 14	131 ± 7

<sup>\*</sup>RMRは沼尻ら8)の値を用いた。

数の設定に難点が指摘されているが、 $\dot{V}O_2/HR$  法によるエネルギー消費量推定値との関係から、設定値として睡眠時心拍数  $\div$  0.9 という数値の有用性が示唆された。

3)生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値は、睡眠時心拍数÷0.9という数値を採用した24h-HRR法による予測値および VO₂/HR法による推定値との間にいずれも正相関(P<0.01)が認められた。生活時間調査法によるエネルギー消費量予測値は、生理的数値から得られたエネルギー消費量予測値よりも約10%程度低値となるが、充分信頼できることが裏付けられた。

終りに臨み、24h-HRR法、エネルギー代謝に関して、種々御教示を賜りました国立栄養研究所 橋本勲 先生に厚く御礼申し上げます。また、VO2測定の機会をお与え下さり、種々御助言をいただきました新潟大学教育学部 杉本英夫先生、ならびに御協力いただきましたミナト医科学KKの梨本忠行氏に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) 渡邊令子·他:県立新潟女子短期紀要, 24, 45 (1987)
- 2) I. Hashimoto et al., Prevention of cardiovascular diseases: an approach to active long life, edited by Y. Yamori and C. Lenfant, Elsevier, Stockholm, 151 (1987).
- 3) 坂本孝作・他:日本外科学会雑誌, 88, 4(1987).
- 4) 橋本勲·他;第80回日本体力医学会関東地方会 (1987).
- 5) 厚生省保健医療局健康増進栄養課:第三次改訂日本人の栄養所要量,第一出版,東京(1984).
- 6) 山地啓司:運動処方のための心拍数の科学,大修 館書店,東京(1981).
- 7) 加賀谷淳子:体育の科学, 30, 112 (1980).
- 8) 沼尻幸吉:活動のエネルギー代謝, 労働科学研究 所, 東京 (1981).