

- 月の健康男乳児の基礎代謝について 四国医学学会雑誌、17、370-378 昭和 32 年 (1957)
- 40) 藤川秀雄：日本人の基礎新陳代謝の研究 生後第 4 より第 7 ケ月までの健康男乳児の基礎代謝について 四国医学学会雑誌、18、379-387 昭和 32 年 (1957)
- 41) 坂東定矩：日本人の基礎新陳代謝の研究 成人男子 25 才の基礎代謝について、四国医学会雑誌、13、426-432 昭和 33 年 (1958)
- 42) 藤本敏昭：日本人の基礎新陳代謝の研究 生後 277 ケ月健康女乳児の基礎代謝 四国医学学会雑誌、14、276 昭和 34 年 (1959)
- 43) 細川隆海：日本人の新生児の基礎代謝の研究 健康男子新生児について 四国医学学会雑誌、16、695-699 昭和 35 年 (1960)
- 44) 浦松金吉：日本人の基礎新陳代謝の研究 成人女子 25 才の基礎代謝について、四国医学会雑誌、22、461-467 昭和 41 年 (1966)
- 45) 浦松金吉：日本人の基礎新陳代謝の研究 成人女子 26 才の基礎代謝について、四国医学会雑誌、22、468-472 昭和 41 年 (1966)
- 46) 指田吾一：青少年の代謝に関する研究 (其の一) 基礎代謝の年齢的变化について、体力科学、2、293-230 昭和 27 年 (1952)
- 47) 河谷正光：運動選手の基礎代謝に就いて、体力科学、5、56-61 昭和 30 年 (1955)
- 48) 鎌田喜雄：運動選手の基礎代謝に関する研究摂取食物の量と基礎代謝との関係について、体力科学、5、201-206 昭和 31 年 (1956)
- 49) 池田 駿：小児と成人の基礎代謝の相違に就いて、体力科学、4、123-129 昭和 30 年 (1955)
- 50) 伊原茂一：農村青少年の基礎代謝に就いて、体力科学、6、45-51 昭和 31 年 (1956)
- 51) 浅川桂次：乳幼児の基礎代謝に就いて、体力科学、6、60、220-226 昭和 32 年 (1957)
- 52) 一瀬忠行、沖洲吉博、渡辺 孟、中村 正、藤本 薫喜：基礎代謝実験の諸注意および 2、3 の解説 1-67 昭和 31 年 (1956) 長崎県総合公衆衛生研究会
- 53) National Research Council: Recommended Dietary Allowances. 10 th edition, National Academy Press, Washington DC (1989).
- 54) FAO/WHO/UNU: Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series 724 WHO, Geneva (1985).
- 55) FAO/WHO/UNU 著、井上五郎訳：エネルギー・蛋白質の必要量、医歯薬出版(1988)
- 56) 柏崎 浩：エネルギー所要量の歴史と現状、小林修平編「栄養所要量・基準量と食生活ガイドライン pp61-125 (1997) 建帛社、東京
- 57) 健康・栄養情報研究会編：第 6 次改定日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 -、(1999) 第一出版、東京

基礎代謝及び安静時代謝の測定条件の検討

分担研究者 石川 和子 国立健康・栄養研究所 主任研究官

分担研究者 瀧本 秀美 国立健康・栄養研究所 主任研究官

基礎代謝、安静時代謝の測定条件を検討するために7人の男子大学生に、前泊から安静を続けた条件、30分の歩行後、歩行と電車による60分の移動後の3条件で消費エネルギーを測定した。また、ダグラスバッグ法とキャノピー法による測定の比較を行った。

その結果、前泊後30分に近い値を得るためには、30分間の歩行では30分以上の横臥安静が必要であり、歩行と電車による約60分の移動では約2時間の横臥安静が必要であると推測された。ダグラスバッグ法とキャノピー法の比較では、キャノピー法では再現性がダグラスバッグ法に比べて高かったが、測定値はダグラスバッグ法に比べ有意に低く、使用にあたってはさらにシステム及びソフトに改善を加える必要があると思われた。

A. 研究目的

Schutz(1984)によれば基礎代謝の測定条件は、完全に休息状態にあり、横臥位で、起床後間もないこと、気候的にニュートラルな状態なこと、最後の食事から12~14時間経過後、覚醒しているが感情的に落ち着いている、病気や熱がなど厳しく規定がされている。しかし、現在、栄養所要量の基礎データとなっている研究では、必ずしも測定条件が一定されていない。一方で、Kashiwazakiら(1986)は、起床後10分と10分の歩行の後15分休息してから測定した代謝量は有意に異なることを報告しており、基礎代謝や安静時代謝の測定条件は厳しく管理されるべきであると考え。我々

は今後、小児や高齢者の基礎代謝のデータの収集を計画しているが、これらの対象については、必ずしも最適な測定条件を確保できるとは限らない。そこで、本研究では、宿泊した翌朝と、移動してから安静を保った後測定した場合の測定条件の比較と、ダグラスバッグ法とキャノピー法による測定方法の比較を行った。

B. 方法

対象は22~24歳の男性8名である。測定は4日間にわたって行われ、測定前日の18時に集合し、夕食をとった後は、安静を保ち、毎日23時には就寝した。なお、実験前日から測定日の自由時間中には激しい運

動と飲酒を禁止した。喫煙者は対象者の中にはいなかった。

測定条件の比較では、6時20分の起床の後、排尿、体重測定、心拍数計の装着の後、前泊はすぐに安静横臥位をとり、起床後30～40分、60～70分と30分おきに10分間の呼気をダグラスバッグに収集し、280分まで呼気を採集した。その間、排尿、水の摂取のみは許可したが、それ以外は横臥安静を保った。歩行は起床30分後に研究所を出発し30分の歩行の後、研究所に戻り、その後横臥安静をとり、帰宅後30～40分以後、前泊と同様に30分おきに10分間の呼気をダグラスバッグに採集し、起床後280分(歩行後250分)までの呼気を採集した。歩行と電車による移動は起床30分後で13分間の電車2回と電車の乗り換え、駅までの歩行を含む60分の移動の後、横臥安静をとり、帰宅後30～40分から30分おきに10分間の呼気をダグラスバッグに採集し、起床後280分(移動後220分)まで呼気を採集した。対象者は、前泊2回、歩行、移動各1回をランダムな順に実施した。

ダグラスバッグに採集された呼気は O_2 と CO_2 濃度は質量分析計(ARCO SYSTEM, ARCO-1000)で分析した。呼気量は湿式ガスメータ(SHINAGAWA CORPORATION, W-NK-5A)を用いて測定した。測定時には流量が一定になるようにポンプ(MEIKOSHA, VACUUM PUMP)を用いて呼気を流出した。

心拍数は、心拍数計(VINE, Heart Rate Memory)により、起床後10分～280分まで連続測定し、10分ごとの平均値を求めた。

キャノピーによる測定はrestにおいて、90～100分のダグラスバッグによる測定以

後の測定のために1人について2回測定した。1回の測定では16分間、キャノピーをかぶせ、その間の呼気及び流量を分析した。呼気ガスは質量分析計(ARCO SYSTEMS, ARCO-1000)で測定し、流量は酸素消費量モニター(ARCO SYSTEMS, AR-1)によりもとめた。測定値は後半5分間の安定した値の平均値を使用した。

測定条件による差の解析には、rest30～40分における測定値を基準として、繰り返しのある分散分析により検定した。ダグラスバッグ法とキャノピー法の比較ではpaired-T testを使用した。全ての統計処理はSPSSを使用しておこなった。

(倫理面への配慮)

対象者にはあらかじめ、研究の目的と方法を説明し、紙面にてインフォームドコンセントを得た。研究計画については、国立健康・栄養研究所医学倫理委員会の承認を得て実施した。研究への参加にあたっては、血圧測定、血液検査、医師の問診により健康であることを確認した。データは個人名が同定できないようIDにより管理し、すべてのデータは国立健康・栄養研究所内で管理・保管した。

C. 研究結果

実験参加者は8名であったが、1名についてはデータの欠損が多かったため、解析対象者は7名とした。解析対象者の特性を表

1に示した。やややせ気味ではあるが、血圧、血液検査成績等には異常はみられなかった。測定中は室内の換気を行い、室温は22.5~25.3℃、湿度は56~63%であった。

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	皮下脂肪厚		体脂肪率 (%)	血圧	
					上腕背部 (mm)	肩甲骨下部 (mm)		収縮期血圧 (mmHg)	拡張期血圧 (mmHg)
A	22	185.1	61.98	18.1	5.0	7.5	10.2	118	86
B	22	168.2	56.46	20.0	14.5	9.5	15.5	122	88
C	22	165.5	56.51	20.6	7.0	12.5	13.4	116	82
D	22	167.2	46.54	16.6	6.5	8.4	11.3	112	76
E	22	183.1	62.05	18.5	10.0	8.5	13.0	138	92
F	23	168.6	56.00	19.7	7.6	8.2	11.7	112	64
H	23	173.6	59.97	19.9	7.5	10.0	12.5	116	64
MEAN	22.3	173.0	57.07	19.1	8.3	9.2	12.5	119	79
SD	0.5	8.0	5.32	1.4	3.1	1.7	1.7	9	11

図1に安静、歩行、移動における心拍数の推移を示した。安静では心拍数は多少増減を繰り返していたが、ほぼ一定していた。歩行では心拍数は歩行中は約90拍/分の高い値を示し、歩行後20分程度の間、安静に比べ10拍程度に高い値を示した。歩行中の

最大心拍数は個人差があり、88~167拍/分であった。移動でも心拍数は移動中の階段昇降をしている時が約85拍で、電車での移動中は70~80拍であった。歩行と同様に移動後20分程度は安静に比べ10拍程度高い値を示した。

図1 心拍数の変化

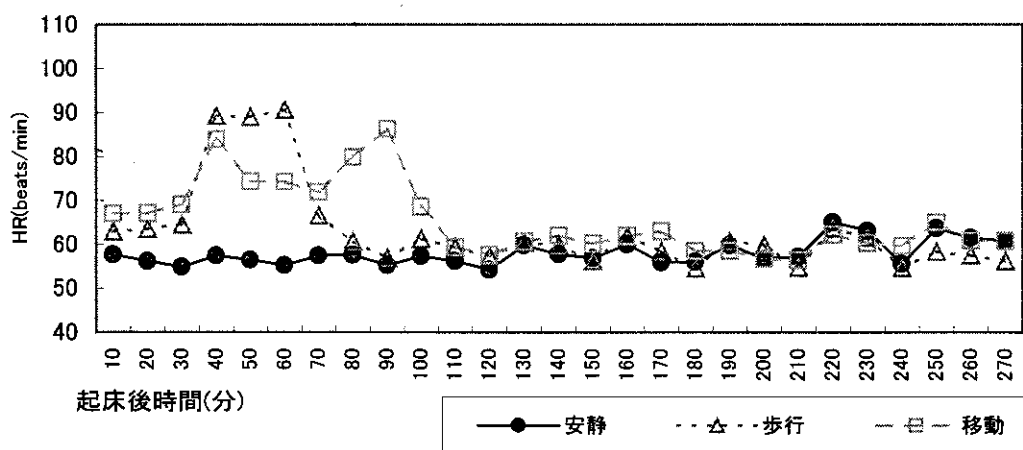


表2~6に安静、歩行、移動のそれぞれの酸素摂取量、換気量、RQ、消費エネルギー量、1日あたりに換算した消費エネルギー

量の推移を示した。安静では30分で酸素摂取量、換気量、消費エネルギー量は最も低く、その後、酸素消費量と消費エネルギー量はやや高くなったが、30分と有意な差はみられなかった。歩行では酸素消費量、消費エネルギー量は歩行後30分の値が最も高く、その後は歩行後180分まで低下を続けたが、いずれの値も安静の30分の値と差

はなかった。移動では移動後30分の値が最も高く、特に換気量は移動後90分まで安静の30分の値に比べ、有意に多かった。また、移動後90分の換気量は同時刻の安静の換気量と比べても有意に高かった。そのため、消費エネルギー量も移動後30分、90分では安静での30分の値と比べ有意に高い値となった。

安静		歩行		移動	
起床後時間		歩行後時間		移動後時間	
30	3.500 ± 0.327				
60	3.649 ± 0.289				
90	3.697 ± 0.310	30	3.624 ± 0.363		
120	3.633 ± 0.174	60	3.454 ± 0.587	30	3.837 ± 0.250
150	3.653 ± 0.320	90	3.445 ± 0.268	60	3.745 ± 0.257
180	3.655 ± 0.256	120	3.420 ± 0.500	90	3.842 ± 0.269
210	3.654 ± 0.224	180	3.411 ± 0.538	120	3.642 ± 0.125
240	3.583 ± 0.228	210	3.453 ± 0.403	180	3.773 ± 0.341
270	3.629 ± 0.223	240	3.563 ± 0.363	210	3.524 ± 0.463

(ml/kg/min)

安静		歩行		移動	
起床後時間		歩行後時間		移動後時間	
30	95.7 ± 6.9				
60	99.8 ± 10.8				
90	97.5 ± 10.0	30	102.9 ± 16.3		
120	101.4 ± 8.1	60	95.7 ± 18.4	30	108.2 ± 11.6*
150	99.7 ± 10.9	90	94.9 ± 8.6	60	109.5 ± 9.2*
180	97.7 ± 11.8	120	94.3 ± 13.2	90	110.8 ± 10.7**#
210	104.8 ± 7.0	180	96.4 ± 19.3	120	99.4 ± 11.7
240	99.9 ± 2.3	210	93.9 ± 12.6	180	105.7 ± 18.0
270	101.9 ± 10.9	240	96.9 ± 9.4	210	101.3 ± 15.5

** p<0.01, * p<0.05 vs. Rest 30 min.
p<0.05 vs. Rest 180 min.

(ml/kg/min)

安静			歩行			移動		
起床後時間			歩行後時間			移動後時間		
30	0.82	± 0.04						
60	0.84	± 0.04						
90	0.84	± 0.05	30	0.84	± 0.04			
120	0.85	± 0.04	60	0.57	± 0.05	30	0.84	± 0.08
150	0.83	± 0.04	90	0.87	± 0.10	60	0.85	± 0.07
180	0.83	± 0.04	120	0.82	± 0.03	90	0.86	± 0.07
210	0.82	± 0.04	180	0.83	± 0.02	120	0.82	± 0.05
240	0.81	± 0.03	210	0.82	± 0.05	180	0.85	± 0.08
270	0.83	± 0.06	240	0.84	± 0.03	210	0.85	± 0.08

安静			歩行			移動		
起床後時間			歩行後時間			移動後時間		
30	0.0170	± 0.0017						
60	0.0178	± 0.0016						
90	0.0181	± 0.0016	30	0.0176	± 0.0018			
120	0.0178	± 0.0010	60	0.0168	± 0.0029	30	0.0186	± 0.0012*
150	0.0178	± 0.0016	90	0.0168	± 0.0014	60	0.0182	± 0.0012
180	0.0179	± 0.0013	120	0.0165	± 0.0025	90	0.0187	± 0.0014*
210	0.0179	± 0.0013	180	0.0166	± 0.0027	120	0.0176	± 0.0006
240	0.0174	± 0.0010	210	0.0167	± 0.0020	180	0.0184	± 0.0018
270	0.0176	± 0.0012	240	0.0173	± 0.0018	210	0.0171	± 0.0022

* p<0.05 vs Rest 30min (kcal/kg/min)

安静			歩行			移動		
起床後時間			歩行後時間			移動後時間		
30	1414	± 188						
60	1481	± 166						
90	1498	± 147	30	1454	± 183			
120	1474	± 123	60	1381	± 227	30	1532	± 123*
150	1472	± 150	90	1402	± 221	60	1499	± 135
180	1484	± 123	120	1369	± 264	90	1540	± 142*
210	1491	± 186	180	1366	± 235	120	1448	± 109
240	1446	± 148	210	1383	± 235	180	1509	± 156
270	1462	± 167	240	1437	± 236	210	1407	± 186

* p<0.05 vs Rest 30min (kcal/day)

ダグラスバッグ法とキャノピー法の比較を示した。それぞれ2回測定した値には有意な差はなかった。各自の2回の測定のCV値を求めると、酸素消費量、二酸化炭素排泄量ではCV値はキャノピー法でダグラスバッグ法より小さかった。2回の測定値の

平均をとり、ダグラスバッグ法とキャノピー法を比べると酸素消費量、二酸化炭素排泄量、RQ、消費エネルギー量のすべてが有意に異なり、RQ以外はダグラスバッグ法の方が高い値となった。

		ダグラスバッグ法					キャノピー法					
		1回目	2回目	p*	CVa	平均	1回目	2回目	p**	CVa	平均	p***
VO2	mean	3.7845	3.5926	0.350	0.060	3.6885	2.8510	2.9383	0.098	0.027	2.8766	0.001
(ml/kg/min)	sd	0.5321	0.2664			0.3381	0.2043	0.1800			0.1464	
VCO2	mean	3.2071	3.0345	0.242	0.056	3.1208	2.5667	2.6651	0.275	0.043	2.6159	0.021
(ml/kg/min)	sd	0.5086	0.2855			0.3729	0.2265	0.2466			0.2106	
RQ	mean	0.85	0.84	0.908	0.021	0.85	0.90	0.91	0.542	0.022	0.90	0.029
	sd	0.04	0.04			0.04	0.03	0.05			0.04	
energy	mean	0.0184	0.0174	0.325	0.057	0.0179	0.0139	0.0145	0.077	0.039	0.0142	0.002
(kcal/kg/min)	sd	0.0026	0.0013			0.0017	0.0007	0.0010			0.0007	
p* ダグラスバッグ法の2回の差の検定												
p** キャノピーによる測定の2回の差の検定												
p*** ダグラスバッグ法の平均値とキャノピー法による平均値の差の検定												
a: 各対象者の2回の測定のCV値の平均値												

D. 考察

本研究では、安静、歩行30分、歩行及び電車による移動60分の3条件において、消費エネルギー量を測定した。心拍数は歩行または移動後20分程度で安静と同程度に戻った。歩行30分では安静後30分での酸素消費量、換気量、消費エネルギー量は安静の30分の値に比べ、やや高かったが有意な差ではなく、その後は安静30分の値よりも低い値となった。一方、移動60分の後では、20分程度で心拍数は前泊の値とほぼ同じになったが、換気量は移動後90分まで有意に高い値を示し、その結果消費エネルギー量も高い値となった。本研究では、60分の移動後には換気量、消費エネルギー量の増大が明確であったが、30分の歩行後の変化や安静における時間経過の変化が明確で

はなかった。これは、安静においても最初の呼気採集が起床後30分後であり、すでにある程度代謝量があがったところを基準にしたためと考えられる。Kashiwazakiら(1986)は、起床後10分と20分における消費エネルギー量を比較し、20分において10分に比べ有意に高い値となったことを報告している。本研究の安静30分の消費エネルギー量はKashiwazakiらの起床後20分よりもさらに高い値であり、基礎代謝よりは高いと考えられる。また、Kashiwazakiらは10分歩行後の消費エネルギー量は、起床後10分、20分より高いことを報告している。本研究では、30分の歩行後、30分の安静でも有意ではないがやや高い値をしめしており、安静時代謝を測定するとしても30分以上の休息が必要と考える。また、60分の移動後では心拍数が安静の値に戻って

も、90分の休息まで換気量、消費エネルギー量は有意に高く、2時間程度の休息が必要と考える。また、心拍数の回復が必ずしも消費エネルギーの回復と一致していないことが示された。

また、本研究ではキャノピーの使用を試みた。キャノピーは被検者には圧迫感がなく、マスクを装着するダグラスバッグ法より楽であったとの感想がえられ、また再現性は比較的良かった。しかし、ダグラスバッグ法との比較では測定値が有意に異なり、精度管理や計算のシステムの再検討などが必要である。

E. 結論

前泊後安静30分に近い値を得るためには、30分間の歩行では30分以上の横臥安静が必要であり、歩行と電車による約60分の移動では約2時間の横臥安静が必要であると推測された。

ダグラスバッグ法とキャノピー法の比較では、キャノピー法では再現性がダグラスバッグ法に比べて高かったが、測定値はダグラスバッグ法に比べ有意に低く、使用にあたってはさらに改善を加える必要があると思われた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 引用文献

1. Schutz Y. Glossary of energy terms and factors used for calculations of energy metabolism in human studies. In A. J. H. van Es ed. Human energy metabolism: physical activity and energy expenditure measurements in epidemiological research based upon direct and indirect calorimetry – Report of and EC workshop. 1984; pp. 169-181
2. Kashiwazaki K et al. Does BMR represent BMR? : Overestimation in the BMR standards. Nutr. Res. 1986; 6: 1013-1021.

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）

分担研究報告書

栄養所要量策定のための基礎代謝量基準値作成に関する研究

—閉経後中高年女性の基礎代謝に関する研究—

分担研究者 樋口 満 国立健康・栄養研究所 健康増進部 室長

岡 純 同上 老人健康・栄養部 室長

瀧本秀美 同上 母子健康・栄養部 主任研究官

閉経後の中高年女性の基礎代謝を日常の身体活動レベルや身体組成との関連、および若年女性との対比で検討した。その結果、ウォーキングを低頻度で行っているグループと高頻度で行っている中高年女性の BMI、体脂肪率には差がなく、基礎代謝(kcal/day, kcal/kgBW/day, kcal/kgLBM/day)にも差はみられなかった。また、水泳を習慣的に行っているが BMI が高い中高年女性の基礎代謝もウォーキンググループと差がみられなかった。さらに、とくに運動習慣のない若年女性と比べて、閉経後中高年女性の基礎代謝量(kcal/day, kcal/kgBW/day)はやや低かったが、LBM 当たりの基礎代謝量(kcal/kgLBM/day)には差がみられなかった。

A. 研究目的

栄養所要量策定のための基礎代謝量基準値を作成するための基礎資料を得ること、及び基礎代謝に及ぼす諸因子の影響を明らかにすることを目的として、本年度はとくに、わが国においてこれまでの測定データが不十分な閉経後の中高年女性を対象として、日常の身体活動レベル、身体組成を考慮するとともに、若年女性との対比で基礎代謝を検討した。

B. 研究方式

1. 被検者

対象とした被検者は54歳以上72歳までの閉経後の中高年女性で、ウォーキングの速度が遅く、月1回程度の参加頻度のグループ(WL)14人と、比較的早い速度でウォーキングをし、毎週1回はグループウォーキングをしているグループ(WH)10人、そ

して当研究所で行っているスイミング教室で週に1、2回のスイミングに参加しているグループ(SW)13人の3グループで、合計37人であった。また、年齢対照グループとして、運動習慣のない正常月経の若年女性(YC:18~22歳)19人についても対象とした。

各被検者は夕食を午後9時までにとり、国立健康・栄養研究所に來所して、被検者宿泊施設に宿泊した。

本研究は国立健康・栄養研究所「人間を対象とする生物医学的研究に関する倫理委員会」の承認を得て、ヘルシンキ宣言の精神を遵守し、被検者にはあらかじめ実験の目的と内容を説明し、同意を得て諸検査を実施した。

2. 身体計測と身体組成の測定

身長及び体重を計測した。各被検者の体

脂肪率はBOD PODシステムにより体密度を測定して、Brozekの式から算出した。得られた体重と体脂肪率から除脂肪体重(LBM;Lean Body Mass)を算出した。

3.食事調査

管理栄養士の指導のもと、来所前3日間の食事摂取量を秤量法を原則として実施した。秤量が困難な食品については目安量を記入した。四訂日本食品成分表にてエネルギーと各種栄養素の摂取量を求めた。

4.基礎代謝測定

室温23℃の被検者室において、早朝、覚醒・仰臥安静状態で基礎代謝を測定した。基礎代謝量の測定に先立ち、基礎体温、仰臥安静時心拍数を計測した。基礎代謝量の測定は、ルドルフマスクを装着後30分経過した後、ダグラスバッグ法により呼吸を10分間採取し、換気量は品川製作所製ガスメータで、呼吸のO₂、CO₂濃度はアルコシステム社製・質量分析計にて測定し、これらのデータから標準状態に換算した酸素摂取量(VO₂)を求め、さらに得られたVO₂(ml/min)とVCO₂/VO₂(RQ)を基準としたWeirの換算式によりエネルギーに換算して、基礎代謝量(Kcal/day)を算出した。なお、基礎代謝量のデータとしてはRQが0.75以上0.99以下の場合のみを採用した。基礎代謝量は体重当たり、及びLBM当たりでも算出した。

5.血液検査

エネルギー代謝に関連する血液指標(甲状腺ホルモン:T3, エストラジオール;E2)、及び糖代謝(血糖値、フルクトサミン、ヘモグロビンA1c)、脂質代謝(総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリ

セリド)、骨代謝(骨型アルカリホスファターゼ、オステオカルシン)、鉄栄養(ヘモグロビン、ヘマトクリット、フェリチン、血清鉄)に関わる諸指標、そして過酸化脂質濃度、CPKを測定した。LDL-コレステロールは計算式から求めた。すべての血液検査は(株)SRLに委託して行った。

6.運動負荷試験と脚伸展力測定

トレッドミルによる歩行と走行を併用した負荷漸増法により最大酸素摂取量(VO₂max)を求めた。呼吸の分析は基礎代謝測定と同様の機器を用いて行った。脚伸展力はコンビ社製アネロプレスを用いて測定した。

C. 研究結果と考察

被検者全体の平均年齢は62±4歳、BMIは22.3±3.0 kg/m²であり、平均体脂肪率は34±5%であり、ウォーキンググループ24人のVO₂maxは29±4 ml/kg/minであり、脚伸展力は1,085±115 Wであった。各被検者グループの年齢と身体的、及び生理学的特徴を以下に示す; WLグループ(年齢:61±3歳, 平均±標準偏差, BMI:21.3±2.1 kg/m², 体脂肪率:32±5%, VO₂max:27±4ml/kg/min)、WHグループ(62±3歳,21.6±2.1kg/m²,32±4%,32±4ml/kg/min)、SWグループ(64±3歳,23.8±3.8 kg/m², 体脂肪率:36±4%,VO₂maxは未測定)であった。

また、YCグループの年齢と身体的、生理学的特徴は以下のものであった; 年齢:20±1歳,BMI:20.0±1.3 kg/m², 体脂肪率:24±3%,VO₂max:42±3 ml/kg/min)。

閉経後の中高年女性について比較すると、スイミング群はウォーキングの2群よりも体重、BMI、体脂肪率とも高くなっていたが、LBMには3グループ間に差は認め

られなかった。また、VO₂maxはウォーキンググループの2群間には有意な差が認められ、高頻度グループが高くなっていた。今回、本研究に参加したスイミンググループのVO₂maxは未測定であるが、これまでに我々が測定した同グループ・同年齢層の中高年女性10人のVO₂max(34±5 ml/kg/min)はWHグループの値よりもやや高くなっていることから、本研究に参加したスイミンググループの呼吸循環器系機能もほぼこの水準であるものと考えられる。しかし、脚伸展力には両グループ間に差はみられなかった。

中高年女性全体の仰臥安静時心拍数は61±7bpmで、基礎体温は36.3±0.3℃であった。これらの値には3グループ間の差はみられなかった。また、若年女性の仰臥安静時心拍数は62±8bpm、基礎体温（卵胞期）は36.1±0.4℃であり、中高年女性との間に差は認められなかった。

中高年女性被検者全体の平均基礎代謝量はそれぞれ1,105±105 kcal/day, 20.9±2.1 kcal/kgBW/day, 31.5±2.9 kcal/kgLBM/dayであった。一方、若年女性の基礎代謝量は、それぞれ1,219±157 kcal/day, 23.8±2.2 kcal/kgBW/day, 31.4±3.1 kcal/kgLBM/dayであった。中高年女性の基礎代謝量(kcal/day)が若年女性よりも低かった理由としては、LBMの違い（中高年女性 35.3±4.0 vs. 若年女性 38.9±3.8 kg）が考えられる。また、基礎代謝量を体重当たりで見ても、中高年女性が若年女性よりも低くなっていたが、その理由としては体脂肪率と体脂肪量（中高年女性 18.2±4.9 vs. 若年女性 12.3±2.2 kg）の違いが考えられる。しかし、LBM当たりの基礎代謝量には中高年者と若年者の間に差は認められなかった。基礎代謝は加齢、女性ではとくに閉

経後に低下するとの考えがある。しかし、本研究の結果はそのような考え方を支持するものではなかった。本研究プロジェクトはまだ端緒に着いたばかりであるために、例数も少なく、横断的な比較を行っただけであるので断定的なことはいえないが、ウォーキングやスイミングなどの運動・スイミングを定期的に行っている中高年女性を多く含む本研究のような被検者グループでは、加齢に伴うLBM当たりの基礎代謝の低下が抑制される可能性を示唆しているのかもしれない。中高年女性における基礎代謝量の加齢変化について明らかにするためには、今後、さらに例数を増やしていく必要があるだろう。

我々はすでに、ランニングやローイングを行っている若年女性と運動習慣のない若年女性を含めて、体重あるいはLBMと基礎代謝量(kcal/day)の関係を検討し、それぞれ有意な正の相関関係を認めている。本研究で対象となった中高年女性についても同様な検討を行ったところ、若年女性と同様に、体重、あるいはLBMと基礎代謝量(Y kcal/day)の間には有意な正相関が認められた（vs. 体重(X kg) $Y=8.71X + 639$, $R^2=0.445$, $P<0.05$; vs. LBM(X kg) $Y=17.2X + 498$, $R^2=0.432$, $P<0.05$ ）。

これらの結果は、中高年女性においても、基礎代謝量を増やすにはLBMの増加が必要であることを示唆している。

T3, E2の測定から本研究で対象となったすべての中高年女性に甲状腺機能の異常はなく、女性ホルモンも著しく低下していることが確認された。また、これらの指標には3グループ間の差は認められなかった。

中高年女性の3グループ間には、糖代謝の血液生化学的諸指標には差が認められ

なかったが、血中総コレステロールにはグループ間で差がみられたが、それは被検者に数人の高脂血症者がいたためである。また、骨形成の両指標には3グループ間に差は認められなかった。

なお、食事調査結果の分析は現在進行中であるが、すでに分析が終了している15人についてみると、エネルギー摂取量(1,810 ± 280 kcal/day)は本研究で示した若年女性(1,840 ± 380 kcal/day)と同水準であり、たんぱく質摂取量は若年女性よりもむしろ高くなった(中年女性 80 ± 16 g, 1.6 ± 0.3 g/kgBW vs. 若年女性 64 ± 15 g, 1.3 ± 0.3 g/kgBW)。

我々がすでに調査した閉経前・後の中高年女性スイミング愛好者のエネルギー、及び各種栄養素の摂取量は平均値でみると2,000kcal/dayを越えているので、本研究で対象とした閉経後の中高年女性スイマーの栄養摂取状況もほぼこの水準であることが予想される。今後さらに、スイミングやランニングを愛好している閉経前・後の中高年女性について、基礎代謝量とエネルギー摂取量や栄養素摂取量との関係について検討していく必要があると思われる。

D. 結論

本研究で対象とした閉経後の中高年女性の基礎代謝量(kcal/day)は体重(kg)、およびLBM(kg)と有意な正の相関関係が認められた。また、運動習慣の違いにかかわらず、中高年女性の基礎代謝量は同水準であった。

閉経後中高年女性の基礎代謝量(kcal/day, kcal/kgBW/day)は、体脂肪率がより低くLBMがより多い若年女性よりやや低かったが、LBM当たりで見ると同水準であり、加齢の影響は認められなかった。

E. 研究発表

1. 論文発表

①木村典代, 関根豊子, 高橋裕子, 井上喜久子, 岡 純, 樋口 満: 中高年女性水泳愛好者の水溶性ビタミン (B₁, B₂, C) の栄養状態. 栄養学雑誌 58(6) :267-271, 2000.

②樋口 満, 田畑 泉, 吉武 裕, 西牟田守, 太田壽城: 水泳運動が閉経後女性の有酸素性能と血中脂質・リポ蛋白プロフィールに及ぼす影響. 体力科学 50

(2): (印刷中) 2001.

2. 学会発表

①田口素子, 樋口 満, 吉賀千恵, 石田良江: 女性持久性競技者の基礎代謝に及ぼす身体組成の影響. 第55回、日本体力医学会大会, 富山, 2000.

厚生科学研究費補助金（健康科学研究事業）

（分担）研究報告書

携帯式を用いた安静時エネルギー消費量の測定に関する研究

分担研究者 杉山みち子 成人健康・栄養部成人病予防研究室室長

協力研究者 三橋扶佐子 日本歯科大学助手

研究要旨：第6次改定日本人の栄養所要量－食事摂取基準－では、細谷らが携帯用簡易熱量計（以下携帯式 METAVINE, Vine Co. Ltd., METAVINE）を用いて測定した安静時エネルギー消費量（resting energy expenditure, 以下 REE）の性・年齢区分別平均値、標準偏差が提示された。しかし、携帯式の活用時の条件や信頼性ならびに妥当性は、個々の利用者によって検証されてきたが、これらの成果の総合的な比較検証は行われていなかった。当研究では、携帯式をダグラスバック法と比較検討し、さらに既存の携帯式に関する先行報告を総合的に検討し、携帯式の活用を明らかにした。さらに、前述の細谷らの性別、年齢区分別安静時エネルギー消費量測定値の補正を行った。

1) 携帯式に関するキャノピー法、ベンチマーク法と比較した既存の検証成果に今回のダグラスバック法での成果も含めて、以下の事項が明らかになった。①安静時間には15分間以上が必要であった。②測定値には、午前・午後あるいは姿勢の仰臥位・座位の影響はみられず、測定時間は3分間必要であった。また、2回連続測定が可能な場合には、1回目よりも2回目の値がより適正な値であった。③高齢者、若年者集団におけるREEの平均値は、携帯式とダグラスバック法、キャノピー式、ベンチマーク式のいずれの機器における平均値とも差異が観察されなかった。④個人内誤差は、高齢者では携帯式 C.V.10～12%、若年者9.8%であり、ダグラスバック法11.4%よりも低い傾向にあった。⑤若年者では携帯式での個人間誤差は10～15%と小さかったが、入院高齢者では個人間誤差21.2～34.8%と大きく、ダグラスバック法、キャノピー式などの個人間誤差よりも2～7%大きい傾向にあった。⑥棄却限界は±10%の誤差を許容すれば、換気量 VE3.0l/min 未満であった。

2) 細谷らが収集した6498名の携帯式によるREE実測値は、2)の測定条件の要点を満たすものであった。しかし、従来の棄却換気量2.8l/min未満で実施されていたので、再度、田村ら提示した3.0l/min未満を用いて棄却し、男性1523名（有効率79.0%）、女性3924名（有効率85.9%）、計5447名について、性別、年齢区分別平均値、標準偏差を算出することができた。

以上の結果から、携帯用簡易熱量計は、一定の測定条件、許容限界のもとで、集団や個人のエネルギー補給量の算出に活用できることが明らかになった。また、新しい棄却条件のもとで算出された性別・年齢区分別日本人の安静時エネルギー消費量の平均値、標準偏差は健康の維持・増進、ならびに生活習慣病の予防のために寄与するものである。

A 研究目的

第6次改定日本人の栄養所要量－食事摂取基準－では、携帯用簡易熱量計（以下携帯式、Metavine, Vine Co. LTD）を用いて測定した安静時エネルギー消費量（resting energy expenditure, REE）の性・年齢区分別平均値、標準偏差が提示された(1,2)。

携帯式は、1996年に誰にでも操作が可能で簡単に安静時エネルギー代謝を測定できること、正確に測定できること、安価であ

ること、携帯が可能で簡単に装置を移動できることの4つを設計目標として開発されたものである(3)。これらの設計目標をふまえ、携帯式は、呼吸商は運動中には変動がみられるが、安静時には呼吸量は変動しても呼吸商は変動しないという知見に基づいて、呼吸量と酸素消費のみから安静時のエネルギー消費量が算定されている(3,4)。

一方、携帯式の構造は、安静時の測定に対応するために、通常の運動負荷試験に用

いられる呼気量 30l/分に対応するフローセンサーではなく、呼気量 16l/分を基準にした麻酔用フローセンサーが用いられ、酸素センサーには、寿命が 3 年、暖気時間 5 分、校正や基準ガスが不要であり、総合精度 ± 1 % の酸素センサーが用いられている。

その結果、携帯式は取扱い上の簡便性と、重量 2.8kg と携帯移動可能という特性を有し、大量データの効率的な収集を可能なものになった。現在、携帯式は 120 施設以上において活用され、その約半数は医療・保健・福祉サービスの現場での臨床栄養管理に、半数は大学研究機関において活用されている(5-9)。さらに、家森はタンザニアにおいて(10,11)、井川、雨海らはエルサルバドル(12)における国際疫学研究にも活用している。

しかし、携帯式の測定条件や信頼性ならびに妥当性は、個々の利用者が検証してきているが、これらの成果を総合的に調査し比較検討することは行われてこなかった。当研究では、携帯式とダグラスバック法との比較検討を実施し、さらに既存の携帯式に関する妥当性、信頼性などの先行報告を総合的に検討し、携帯式の活用条件を明らかにすることを目的とした。さらに、この活用条件を用いて、携帯式による安静時エネルギー消費量として収集されていた細谷らの性別、年齢区分別安静時エネルギー消費量測定値の算定を行った。

B 研究方法

1) ダグラスバック法との比較検討

対象者は分担研究者石川らが実施した 4 日間のエネルギー代謝研究に参加した健康な日常生活を営む成人男性 8 名 (年齢 22.5

±0.8 歳、BMI19.0±1.3) であった (13)。

対象者は実験前日から測定期間中、激しい運動、飲酒を禁止され、測定前日は 18 時の夕食後安静を保持し、23 時就寝後早朝 6 時 20 分に起床し、全ての測定完了時まで絶食状態が保持された。2 日間にわたり早朝覚醒 30 分後から歩行 30 分、あるいは 60 分の歩行・電車移動後、仰臥安静 30~40 分の後、30 分間隔で 3 回、10 分間ダグラスバック法による測定を行い、その直後に 3 分間の携帯式 (Vine, METAVINE) による測定を繰り返し行った。安静状態の確認は、24 時間心拍計 (Vine, Heart Rate Memory) によって実施した。

ダグラスバックに採集された呼気は、O₂、CO₂ 濃度は質量分析計 (ARCO SYSTEM, ARCO-1000) で分析した。呼気量は湿式ガスメータ (SHINAGAWA CORPORATIN, W-NK-5A) を用いて測定した。測定時には流量が一定になるようにポンプ (MEIKOSHA, VACUUM PUMP) を用いて呼気を流出した。

(倫理面への配慮) ヘルシンキ宣言に基づいて、被験者のインフォームド・コンセントを得て、十分な倫理的配慮のもとに実施した。

2) 妥当性・信頼性検討成果の収集：携帯式についての検証を実施している 4 施設の研究実施者にその成果に関する論文、学会報告内容についての概要を調査した。

3) 性別、年齢区分別安静時エネルギー消費量の再算出：1) 2) の成果に基づいて、細谷らが携帯式を用いて収集した REE の大規模データを精選し、性別、年齢別安静時エネルギー消費量の平均値、標準偏差を再度算出した。当データの収集は 1996~

1997年に行われ、調査検討委員会（委員長細谷憲政）を設置し、測定条件は食後90分以上経過後、室温20-25℃において30分以上安静にした後、座位または仰臥位で3分間のもと実施されていた。また、全国40都道府県56カ所の保健施設、検診施設、大学、学校の保健センターにおいて、68名の研修を受けた調査者によって、REE測定の趣意説明を行い、同意の得られた男性1,928名、女性4,570名、計6,498名を対象に測定されていた(23)。

C 研究結果

1) ダグラスバック法との比較結果

携帯式ならびにダグラスバック法による各48の測定値のうち、平均値-3SD以下の数値は、ダグラスバック法による8名中1名の測定全6回のうち2回に観察され、この1名を分析対象から除外し有効対象者数を7名とした。一方、携帯式による測定値には、分時換気量(VE)3.0l/min以下を棄却し、全7名42の測定値の平均値は、携帯式 1482.4 ± 232.4 kcal/日 (0.01804 ± 0.00317 kcal/kg/min)、ダグラスバック法 1452.4 ± 235.0 kcal/日 (0.01755 ± 0.00249 kcal/kg/min)であり、paired-t検定による有意差は観察されなかった。

個人間変動は携帯式のC.V.13.2%、ダグラスバック法10.9%であった6回/2日間/人の平均値における個人間変動は携帯式のC.V.13.2%、ダグラスバック法10.9%であった。

一方、個人内変動は、携帯式C.V.9.8±5.1%、ダグラスバック法11.4±8.7%であり、携帯式の個人内変動は、ダグラスバック法よりも比較的小さかった。

2) 既存の検証成果

全施設から研究成果報告書、論文、学会報告などの結果を回収することができた(14-22)。その結果を表1にまとめた。キャノピー法との検証は、2つの長期療養型病床群病院の高齢入院患者(加藤ら、1995)(14-16)ならびに管理栄養士養成施設大学在学学生(中野、細谷ら、1995)(17,18)において実施され、両者は同一機種のカノピー式間接熱量計(DELTA TRAC, DATEX社)との検証が行われていた。

高齢入院患者の測定条件は、食後30分以上経過、30分以上の安静後、仰臥位でキャノピー式20分間の測定後、3分間携帯式を用いて測定するという同一条件下で行われていた。施設高齢入院患者35名では、両機器の平均値には差異がなく、携帯式の個人内誤差は2つの対象施設入院患者で10.8%あるいは12.8%であった。連続2回の測定値の1回目は2回目よりも高めの値が観察される傾向にあった(14)。また、個人間誤差は、携帯式21.2%、キャノピー式は13.0%、両機器の相関は1回目の測定値の $r=0.60$ ($p<0.001$)、2回の測定値の $r=0.80$ ($p<0.001$)であることから、2回連続測定が可能な場合には、2回目の値を採用することが奨められていた。

さらに、急性期病院内科入院高齢患者196例では、両機器によるREEの平均値には有意な差異が観察されていなかった(15,16)。また、個人間誤差は、携帯式34.8%、キャノピー式27.9%であり有意な差異がみられなかった。また、両者の相関係数は0.71 ($p<0.001$)と高い相関であり、REE値700~1,500kcal/日の範囲にある場合には、両機器の相関係数0.92($p<0.0001$)

研究者名	中野, 細谷ら(17,18)	加藤, 杉山, 森脇, 武藤ら(14)	加藤, 武藤, 森脇ら(15,16)	坂牧, 井川ら(19,20)
実施年	1995	1995	1996-1998	1996, 1997
比較機器	キャノピー式	キャノピー式	キャノピー式	ベンチマーク式
対象者	成人女性 39 名 (年齢 21.3 ± 1.3 歳)	A 病院 70 歳以上の高齢入院患者 35 名 (有効測定者 34 名) 個人内誤差については C 病院 24 名も追加 急性炎症性疾患、末期悪性腫瘍患者を除外	A 病院入院患者 196 名 (男性 82 名、女性 114 名 年齢 75.6 ± 13.5 歳)	体育大学生 21 名: 男性 12 名 (22.3 ± 1.8 歳、身長 172.4 ± 3.7cm、体重 76.1 ± 9.2kg、%Fat 20.0 ± 3.4)、女性 9 名 (年齢 21.8 ± 2.4 歳、身長 159.7 ± 4.6cm、体重 53.4 ± 4.9kg)
測定条件	15 分安静仰臥後、キャノピー 15 分、測定終了 1 分後に携帯式 3 分 (室温 23°C, AM10:30 ~ 11:30, PM16:30 ~ 17:30)	食後 30 分以上経過後、30 分安静仰臥後 20 分キャノピー、3 分携帯式	30 分安静仰臥後、20 分キャノピー、3 分携帯式	食後 2 時間後、5 分仰臥安静後、ベンチマーク式 3 分、当機器 3 分、続いて 5 分椅座安静後、ベンチマーク式、当機器、再度ベンチマーク式で測定
平均値 (kcal/日)	【AM】 携帯式: 1124 ± , キャノピー: 1199 ± 148 (NS) 【PM】 携帯式: 1109 ± 172, キャノピー: 1181 ± 153 (NS)	携帯式: 1283 ± 311, キャノピー: 1201 ± 156 (NS)	携帯式: 1101 ± 383, キャノピー: 1143 ± 319 (NS)	【仰臥】 ベンチマーク式: 1996.7 ± 286.7 (男), 1275.2 ± 287.1 (女) 携帯式: 1869.7 ± 217.7 (男), 1361.6 ± 206.1 (女) 【椅座位】 ベンチマーク式: 1830.6 ± 224.2 (男), 1189.6 ± 281.3 (女) 携帯式: 1915.0 ± 232.8 (男), 1431.8 ± 280.6 (女) 両姿勢間、両機器間には NS
個人内誤差 (C.V.%)	—	携帯式 10.8 ± 10.1 (A 病院 24 名)、12.8 ± 8.9 (C 病院 24 名)	—	—
個人間誤差 (C.V.%)	携帯式 15.9 (AM)/15.5 (PM) キャノピー 12.4 (AM)/12.9 (PM)	携帯式 24.2% キャノピー 13.0%	携帯式 34.8% キャノピー 27.9%	携帯式 11.6% (男), 15.1% (女) ベンチマーク式 14.3% (男), 22.8% (女) (仰臥位)
相関	r = 0.81 (p < 0.001)	1 回目 r = 0.68, p < 0.001 2 回目 r = 0.83, p < 0.001	r = 0.71, p < 0.001	r = 0.762 (p < 0.05, 18 名)
備考	キャノピー法による RQ、STPD 値から携帯式測定値の補正を行ってもキャノピー法とは r = 0.8 以上の高い相関	連続 2 回測定を行い、2 回目の測定値がキャノピーによる測定値より高い相関	700 ~ 1700 kcal/日 で極めて高い相関 (r = 0.92, p < 0.0001) 1700 kcal/日 を上回る場合の信頼性が乏しい	VO2 の安定を得るには 9 ~ 12 分、RQ の安定を得るには 12 ~ 15 分。測定時間は 3 分間で VO2 の安定値が得られた。

と極めて高い相関性が得られたが、700kcal未満の REE 値の場合には、携帯式の REE 値はキャノピー式に比べて、より低値を示す傾向にあることが確認されていた。

一方、健康な日常生活を営む 20 代女子大学生 39 名を対象として、食後 4 時間以上経過後の午前 10:30~11:30 ならびに午後 16:30~17:30 に、15 分安静仰臥後キャノピー式 15 分間、測定終了 1 分後に携帯式 3 分間の測定を実施していた (17,18)。両機器を用いて測定された REE の平均値には、午前、午後ともに差異は観察されていない。個人間変動は、午前、午後の REE 値を平均して、携帯式 15.2%、キャノピー 12.7% であり、高齢患者における個人間変動の 3 分の 1 程度であった。また、個人間誤差については記載されていなかった。両機器の相関係数はキャノピー式での RQ、STPD 値から携帯式での REE 値を補正後 $r=0.8$ ($p<0.001$) が観察された。

体育大学在学学生 21 名での検証では、ベンチマーク式と呼称される呼吸代謝システムベンチマーク型エクササイズテストとの比較が行われていた (坂牧、井川ら、1996, 1997) (19,20)。測定条件は、食事摂取 2 時間後、仰臥位 10 分間の安静後にベンチマーク式 3 分間、続いて携帯式 3 分間を 2 回繰り返し、再度ベンチマーク式で測定を行った。椅座位 10 分安静後、同様に、ベンチマーク式、携帯式 2 回、ベンチマーク式の順で 3 分間ずつ計 4 回測定が実施されていた。仰臥位、椅座位の両姿勢間に両機器での REE 測定値には有意な差異が観察されなかった。また、両機器の相関係数は $r=0.762$ ($p<0.05$) (18 名) であった。さらに、安静時間、測定時間などの基礎的条件を検

討するために、同一被験者の呼気ガスをベンチマーク式によって 3 分間毎 20 分まで採気し、 VO_2 ならびに呼吸商を分析し、 VO_2 の安定値を得るには 9~12 分間、RQ の安定値を得るには 12~15 分の安静時間を要することを確認した。また、安静後測定開始から VO_2 の経時的変化が安定するには、測定時間 3 分間は妥当であることが明らかにされていた。

最終的には、田村によって熱量計の比較検査のために開発された呼吸シミュレーターおよび校正ガス (O_2 : 16%, CO_2 : 2.4%) を用いた比較検査機器を用いて、人工的に安静時呼吸の呼吸数、換気量 (VE)、一回あたりの呼吸流量など異なる条件を設定し、携帯式の棄却条件が検討された (21,22)。その結果、 VO_2 は一回あたりの呼吸流量の影響を強く受け、酸素摂取量、呼吸数による影響は観察されなかった。測定誤差 $\pm 5\%$ では $VE5\sim 24.5$ l/min、 $\pm 10\%$ では $VE4\sim 24.5$ l/min とみなされたが、実際の条件設定と誤差との関係では、 $VE4.87$ l/min では誤差 9.30%、 $VE3.89$ l/min では誤差 10.7%、 $VE2.59$ l/min では誤差 20.7% であり、いずれの誤差も片側であることから、 $VE3.0$ i/min までは $\pm 10\%$ とみなすことが可能であるとされ、携帯式の測定値は $VE3.0$ i/min 未満を棄却条件に設定できることが明らかになった (関、田村ら、2001) (24)。

3) 活用時の要点

以上の結果から、携帯式の活用時の要点を明らかにしてみた。① VO_2 の安定には 9~12 分、RQ の安定には 12~15 分の安静時間を要することから、安静時間は最低 15 分以上であった。② 測定時間は 3 分間が妥

表2-1 年齢別安静時エネルギー消費量(男性)⁽²³⁾

Age	(kcal/day)			(kcal/kg/day)		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
1-5	41	1011	227	41	63.7	14.6
6-8	57	1500	339	57	62.7	17.6
9-11	72	1541	344	70	47.3	12.6
12-14	87	1793	371	87	38.6	9.9
15-17	50	1769	317	50	29.2	5.1
18-29	389	1898	420	381	29.2	6.8
30-49	241	1857	391	226	28.0	5.7
50-69	361	1766	434	341	29.3	7.4
70-	225	1665	437	212	30.4	7.1

表2-2 年齢別安静時エネルギー消費量(女性)⁽²³⁾

Age	(kcal/day)			(kcal/kg/day)		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
1-5	31	864	165	30	57.9	8.7
6-8	55	1348	296	55	57.6	15.2
9-11	59	1474	337	58	45.7	10.6
12-14	57	1465	304	56	33.7	8.5
15-17	14	1493	334	14	28.4	3.4
18-29	2187	1464	276	2089	28.6	5.5
30-49	349	1493	323	302	28.5	5.9
50-69	764	1510	360	695	28.5	6.9
70-	408	1293	300	376	27.7	6.8

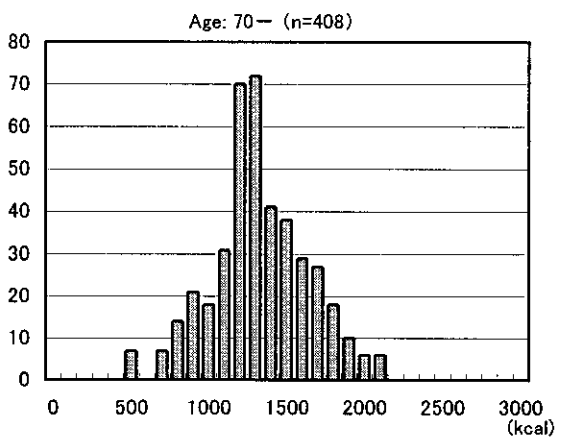
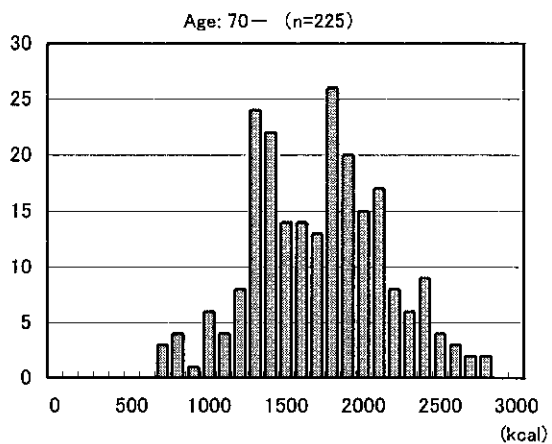
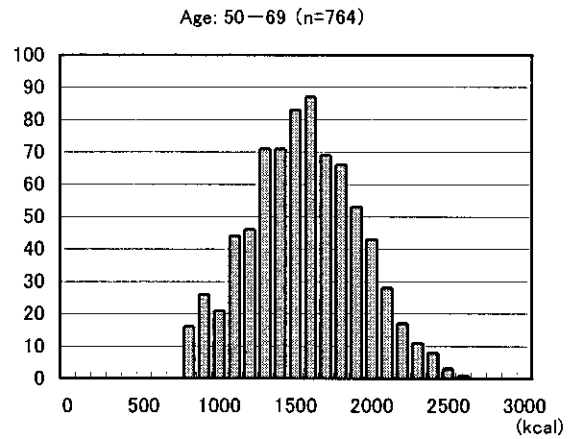
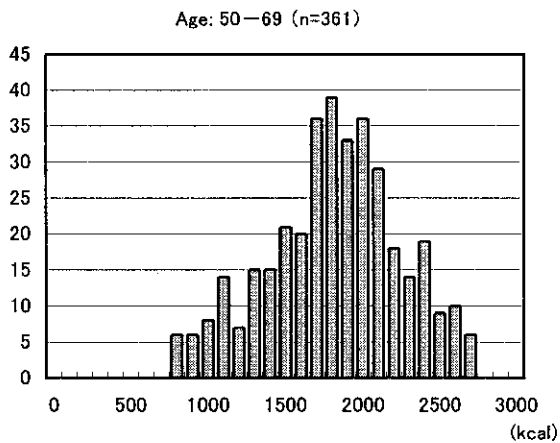
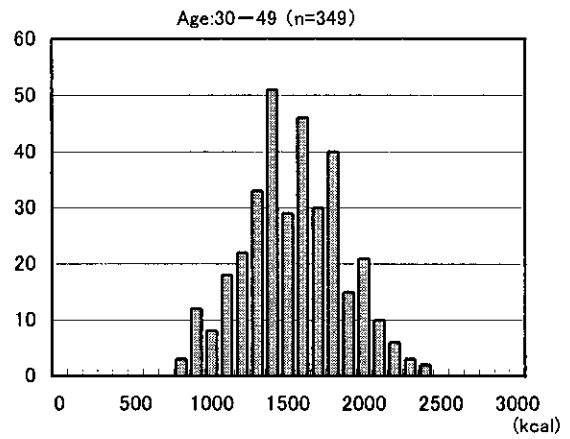
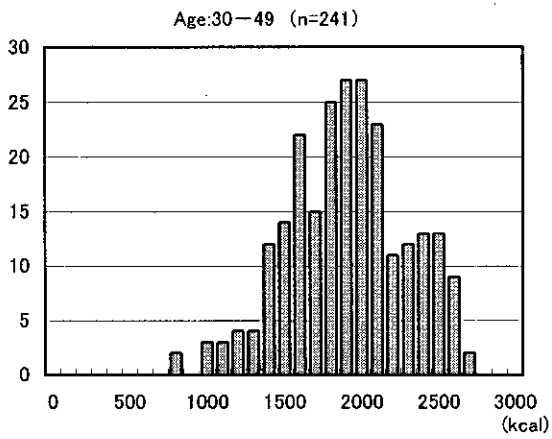
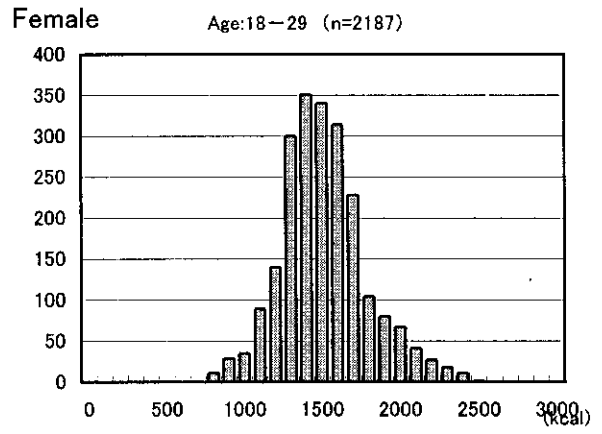
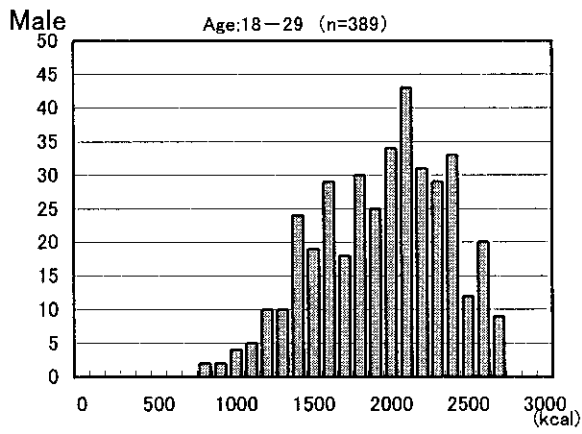


図1 性・年齢区分別安静時エネルギー消費量 (kcal/日)

当であり、午前・午後、仰臥・座位姿勢は測定値に影響しなかった。③高齢者、若年者集団における REE の平均値は、携帯式とダグラスバック法、キャノピー式、ベンチマーク式のいずれの機器における平均値とも差異が観察されなかった。④個人内誤差は、高齢者では携帯式 C.V.10～12%、若年者 9.8%であり、ダグラスバック法 11.4%よりも低い傾向にあった。⑤若年者では個人間誤差は 10～15%と小さかったが、入院高齢者では個人間誤差 21.2%～34.8%と大きく、ダグラスバック法、キャノピー式などの個人間誤差よりも 2～7%大きい傾向にあった。⑥棄却条件は±10%の誤差を許容すれば、VE3.0l/min 未満であった。

4) 新しい棄却条件を用いた性別・年齢区分別安静時エネルギー消費量の算出

細谷らが収集した 6498 名の性別・年齢区分別 REE 値は、2) でまとめられた測定条件を満たすものであった。しかし、棄却条件は 2.8l/min 未満で実施されていたので、再度、田村ら提示した 3.0l/min 未満の REE 値を棄却し、男性 1523 名(有効率 79.0%)、女性 3924 名(有効率 85.9%)、計 5447 名について、性別、年齢区分別平均値、標準偏差、分布図を作成した(表 2, 図 1) (23)。

D 考察

エネルギー代謝は、栄養補給の第一義的に重要な課題であると同時に、人体の栄養問題 human nutrition の基本的な課題でもある。欧米先進諸国の臨床領域では間接熱量計を用いて患者個人個人に、その人自身のエネルギー必要量が観察されている(24-28)。一方、従来は身長、体重から基礎

代謝を算出してエネルギー必要量を求めてきたが、第 6 次改訂日本人の栄養所要量・食事摂取基準においては、安静時代謝、基礎代謝の標準偏差は大きいことから、それぞれ個人個人について観察する必要性が提示された(1)。

一方、在来の基礎代謝基準値は、1951～1966 年代に発表された 50 論文の合計 6,500 例を超える対象者の安静時エネルギー消費量に基づいて算定された(29)。これらの一連の測定には、ダグラスバック法が用いられているが、その測定条件は、Dubois ら(30)が定義した本来の基礎代謝の条件とは異なり、その多くは対象者が居宅から測定実施施設まで移動し、仰臥して 30 分以上休息後の早朝空腹時の安静時エネルギー消費量が測定されている。

1996 年の携帯用簡易熱量計の開発が、簡便で、移動の利便性から REE の大量データの収集や臨床栄養管理における個別のエネルギー補給算定を容易にした意義は大きい。当研究では、これまで検証されたことがなかったダグラスバック法との比較成果も加えて、これまで散在していた携帯式の活用について検証した報告に基づき、携帯式の活用条件を改めて検討した。

携帯式は、安静時エネルギー消費量の個人間変動が 20～30%と大きい高齢患者の臨床栄養管理へ最初に導入された(5-7)。高齢者ケア現場の療養環境、ならびに人的資源、高齢者自身の障害や疾病の状況は、早朝空腹時測定という在来の基礎代謝測定