

日常生活行動負荷に関する実験

——軽労作入浴時の生理的負荷——

三浦 昌子, 木戸上八重子, 横山 文子,
丸山 咲野, 近田 敬子, 宮島 朝子,
竹之熊 淑子

Concerning the Metabolic and Physiological Changes Involved
in Light Bathing

Masako MIURA, Yaeko KIDOUE, Fumiko YOKOYAMA,
Sakuno MARUYAMA, Keiko CHIKATA, Asako MIYAJIMA
and Yoshiko TAKENOKUMA

ABSTRACT: The purpose of this study is to investigate the metabolic and physiological changes involved in taking a light bathing.

The investigation involved 7 healthy female students between the ages of 21–27, who bathed lightly in water at 40°C for about 4 minutes.

Main results were as follows:

1) The volume of oxygen consumed was 282.3 ml/min, and the calory consumption, 1.36 Cal/min. These results are about 1.4 times larger than rest level consumption.

2) The oxygen requirement was 198.1 ml/min, and about 3.68 ml/kg/min. The relative metabolic rate (R.M.R.) was on the average 1.14. This is about half of the rate found by Dr. Numajiri for normal bathing.

3) There were two peaks in oxygen consumption. These peaks were comparatively high in relation to average oxygen consumption, and represent a strain for the sick. If help is available when the patient enters the bath, and leave it, this will relive oxygen consumption.

Accordingly, although there are many patients who have been forbidden to bathe, there seems to be no reason why, making allowances for the specific nature of the sickness, patients may not take a bath if scientifically trained help is available.

緒 言

病臥生活を送る人びとの清潔保持に対する援助活動は、看護業務の中でも大きな部分を占め、かつ看護独自の業務とされている。にもかかわらず、われわれはその方法を選択するにあたり、科学的な判断基準をもたないことから、単に経験的・習慣的な方法に頼ることが多く、または、医師の指示のみを絶対視する傾向にある。

日本人にとって身体清潔を保持する最良の方法は入浴であり、古くから生活習慣として定着している。したがって、疾病などによりこれが禁止されると、たとえ全身清拭などにより身体の清潔は保たれていても、入浴に対する欲求は強いものがある。

入浴がどの程度のエネルギー消費を来たすものであるかが判明しておれば、病者の中にはもっと早く入浴の快感が得られる人があるに違いない。

入浴に関する研究は数多くあるが、主として循環器系疾患を中心にしたものが多く、看護の分野でも同様で、エネルギー代謝の面からの報告は見当たらない。

玄田¹⁾は女子学生を対象とした入浴実験を行ない、入浴の生体に及ぼす影響を報告しているが、これも各種湯温と体温・心拍との関係を調べたものにすぎない。

生理学の分野からは、小川ら²⁾の水温に関する呼吸生理の基礎的研究の報告がある。これは、15°C から 43°C までの10段階の浴温で、10分間沐浴したときのガス代謝を測定したものであり、酸素消費量の増加率は 43°C で60%増加し、18°C では安静値より低かったと述べている。

われわれは、看護の立場から、一定期間臥床生活をしていての人が始めて入浴する場合を想定し、短時間で、衣服の着脱などの筋肉労作をも除外した最も基本的な入浴行動について、エネルギー代謝を中心に生理的負荷を測定し、若干の興味ある結果を得たので報告する。

実験方法

1. 被験者

被験者は21～27歳の健康な女子学生7名であり、年齢・体格・体表面積は表1に示す通りである。体格の平均は、昭和53年日本人女子の平均より身長・体重とも若干上まわっているが、ほぼ平均に近い体格といえる。体表面積の算出には藤本式計算法（厚生省栄養審議会採択）を使用している。

被験者の解析者としての決定には、実測データに Smirnov 棄却検定法を用いた。

2. 実験条件

1) 環境条件および手順

実験は昭和54年1月中旬～下旬に、看護学科実験室に於て実施した。実験中の浴室の温度は 23～24°C、湿度90～95%、気圧 754～766 mm Hg であり、隣接する安静室との温度差は 1°C 以内に調整した。なお、安静室より浴室への移動に対し、最短距離にベッドを配置し、浴室入口の段差をとり平面歩行とするなどの配慮をした。

2) 被験者の条件

被験者の条件を可能な限り一定にするために、われわれは睡眠時間・食事内容その他に一定の規準³⁾を作っているが、本実験に於てもそれを適用し、被験者に守らせた。実験中の服装は、着脱時に被験者の筋肉活動を要せず、介助者の操作のみで行なえるよう、簡単な衣服を作成し着用させた。

表1 被験者のプロフィール

被験者	年齢	身長	体重	体表面積
		cm	kg	
I . K .	21	155.0	43.6	1.34
N . N .	21	152.0	50.1	1.41
N . K .	21	162.3	48.9	1.46
M . T .	21	153.4	53.3	1.46
O . Y .	21	157.0	52.0	1.47
H . K .	27	153.5	63.2	1.58
Y . K .	21	163.1	65.9	1.67
mean		156.6	53.9	1.48

3) 入浴条件とその手順

入浴は洋式浴槽を用い, 姿勢は半坐位をとらせ, 背部と浴槽底の角度を 40° とし, 項部を浴槽の縁にかけ, 膝は軽く曲げて体位の安定をはかった。湯温 40°C , 水深位 35~40 cm で表面水位は各被験者の鎖骨下とした。沐浴剤を使用し, 被験者の動作は浴槽内でウォッシュクロスで軽く全身に湯をかける程度とした。約4分間入湯の後, 浴槽内で立ち上り, 介助者の操作によりシャワーを浴びて出浴した。これらの行動とタイムを統一するために, 手順を言語化した録音テープを使用し, これに行動をあわせた。この入浴行動の所要時間は, 準備 (浴室までの移動と脱衣) に1分45秒, 入湯とシャワーに4分35秒, 出浴後の身じまい (水分ふき取りと着衣およびベッドへの移動) に1分30秒, 計7分50秒に設定した。

4) 各代謝の測定手順

被験者は前室で更衣・体重測定の後, 安静室に入室し, 椅坐位で脈拍・呼吸中の $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 濃度が安定するのを待ち, 椅坐安静代謝を測定した。ついでベッドに移動し仰臥位をとり, 更に脈拍・呼吸中の $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 濃度の安定を確認した後, 臥床安静代謝を測定した。

これらの安静代謝は, 入浴労作度を算出する

ときの基礎値となるため, 安定した値を得る必要があり, 被験者にはリラックスした体位で, 体動などの筋肉活動を避け, 軽く目を閉じ, しかも入眠しないように注意して約10分間の臥床安静代謝を測定した。

ついで入浴行動に入り, 活動代謝を測定しているが, 活動代謝とは回復代謝を含めたものをいう。この回復決定は酸素消費量が入浴前の臥床安静値に戻るまでとした。しかし回復過程に於ける酸素消費量の経過は, 多少の振幅を示すために, 二度目に臥床安静値を示した時点としている。

なお, 測定器には, エレクトロメタボラー BMS 600 を用い, それから得られたデータから O_2 消費量・所要熱量・エネルギー代謝率 (Relative Metabolic Rate, 以下 R.M.R. と略す) 等を算出した。

結果と考察

われわれの日常生活行動負荷に関する一連の研究に於ては, 日常生活行動の援助は臥床中の患者を対象として行なわれることを前提としているので, 静止値としての安静代謝は臥床安静代謝をとることを主張している³⁾。したがって, この実験に於ても臥床安静値を基準にして, 入

表2 各代謝別酸素消費量ならびに入浴時の酸素需要量

被験者	基礎代謝	酸 素 消 費 量 ml/min			酸 素 需 要 量		
		臥床安静代謝	椅坐安静代謝	活動代謝	全活動 ml	ml/min	ml/kg/min
I . K .	156	171	178	227	1235	154.4	3.54
N . N .	164	174	170	274	1673	220.1	4.39
N . K .	169	229	255	315	1516	199.4	4.08
M . T .	170	214	200	275	1089	137.9	2.59
O . Y .	170	178	184	253	1579	195.6	3.76
H . K .	183	208	217	319	1877	237.6	3.76
Y . K .	194	199	206	311	1888	242.0	3.67
mean	172.3	196.1	201.4	282.3	1550.8	198.1	3.68
S.D.	12.5	22.4	28.8	34.8	302.6	39.8	0.56
C.V.	7.3	11.4	14.3	12.4	19.5	20.1	15.2

$$\text{C.V.} = \frac{\text{S.D.}}{\text{mean}} \times 100$$

浴活動がどのような負荷となっているのかをみることにする。

1. 各代謝時に於ける酸素消費量

表2は各代謝時に於ける O_2 消費量を示したものである。

臥床安静代謝時の O_2 消費量は、平均 196 ml/分で、理論値基礎代謝時 O_2 必要量の 14.0% 増しである。椅坐安静代謝時の O_2 消費量は平均 201 ml/分で、同じく基礎代謝時の 16.5% 増しとなる。

野村⁴⁾ は椅坐安静代謝は基礎代謝時の 20% 増しであるとし、厚生省栄養審議会もこれを採用しているが、今回の実験ではこれより幾分低い値となっている。しかし椅坐安静代謝に対し、臥床安静代謝は比較的高い値を示しており、この両者間を対応させて検定してみると（以下 t 検定と記す）有意の差は認めなかった。

これは、被験者が呼気採集マスクをつけ、ベッドで動かず、眠らず、一定時間臥床していることに馴れておらず、かえって椅子坐の方がリラックスできる体位となったのではないかと思われる。

活動代謝時の O_2 消費量は平均 282 ml/分で、これは臥床安静代謝時の 44.0% 増し、理論値基礎代謝時の 63.5% 増しとなる。

又、入浴に要した O_2 消費量（酸素需要量）は、平均 1,551 ml で、1 分当たりでは平均 198 ml となるが個人差は大きい。そこでこの個人差を少なくするために、これを体重当たりとすると 2.6~4.4 ml、平均 3.7 ml となり、変異係数（Coefficient of variation, 以下 C.V. と略す）も 1 分当たりの 20.1 に比べて 15.2 と小さくなる。

一般に体重当たり酸素需要量は、身体重心の上下動のような動作、および体を支える姿勢をとった静的運動時の労作強度を表わす指標とされている⁵⁾。

2. 労作強度

酸素需要量は労作強度を示す一つの指標ではあるが、一般的にはこれを Cal に換算して表現することが多い。

表3は入浴時の労作度を示したものである。入浴活動時のエネルギー代謝量は平均 1.36 Cal/分で、臥床安静値を 1 とした場合の代謝係数は平均 1.42 となる。

同一活動でもエネルギー代謝量は体格の大小により異なる。これを体重当たりとして表現したものが消費エネルギーであるが、体重 10 kg 当たりとすると 0.233~0.318 Cal となり体格による差異が減少する。

表3 入浴の労作度

被験者	所要熱量		消費Energy		R . M . R .	
	活動代謝 Cal/min	代謝係数 活動/臥床	Cal/B.W.10kg/min	活動Energy	臥床安静 静止値	椅坐安静 静止値
I . K .	1.11	1.33	0.255	0.174	0.98	0.87
N . N .	1.31	1.58	0.262	0.212	1.33	1.39
N . K .	1.55	1.35	0.318	0.195	1.17	0.81
M . T .	1.31	1.27	0.246	0.120	0.80	0.99
O . Y .	1.22	1.40	0.236	0.178	1.14	1.05
H . K .	1.51	1.49	0.240	0.169	1.30	1.19
Y . K .	1.53	1.55	0.233	0.178	1.24	1.16
mean	1.36	1.42	0.256	0.175	1.14	1.07
S.D.	0.17	0.12	0.029	0.028	0.19	0.20
C.V.	12.5	8.2	11.5	16.2	16.4	18.7

更に個人差・性差を少なくする表現法としては R.M.R. があげられる。

沼尻⁶⁾ は日常生活における各種の作業を R.M.R. で測定しているが、それによると入浴は2.0~2.3となっている。この場合の静止値は椅坐安静代謝である。本実験のデータによれば0.81~1.39で平均1.07となる。又臥床安静代謝を静止値とした場合は平均1.14となり、この数値からみる限り入浴としてはエネルギー消費の少ないものといえる。

又、前述の沼尻の測定によれば、ゆっくり歩行する (45 m/分) 場合の R.M.R. は1.5であることから、労作強度からいえばこの程度の入浴ならば歩行可能な患者にはそれ程大きな負荷にはならない活動であるといえる。

この R.M.R. は作業強度を表わす指標としては秀れたものである一方、計算上の複雑さをもつことから、精度は多少落ちるが簡単な方法と

して、エネルギー需要量をその作業時間と体重で除したものを活動エネルギーとして示す方法もある。そしてこれは R.M.R. とよく相関することが証明されている⁷⁾。本実験ではこれを体重 10 kg 当たりとして表示しているが、0.120~0.212 Cal, 平均 0.175 Cal となる。

3. 酸素消費量の経時的変化

以上述べてきたことは、入浴活動の労作度を平均化してみたものであるが、これを部分的にみればもっと強い負荷がかかっている訳である。そこでこれを1分毎の経時の変化でみることにし、どの動作のときに最も多くの負荷がかかるのかをみる事ができる。

図1は O₂ 消費量ならびにその多寡に關与する他の因子、即ち呼気量 (Standard Temperature and Pressure, Dry で表現している)・呼吸数・CO₂ 発生量を臥床安静値を100とした時の指数にして、入浴行動の概略と合わせて示

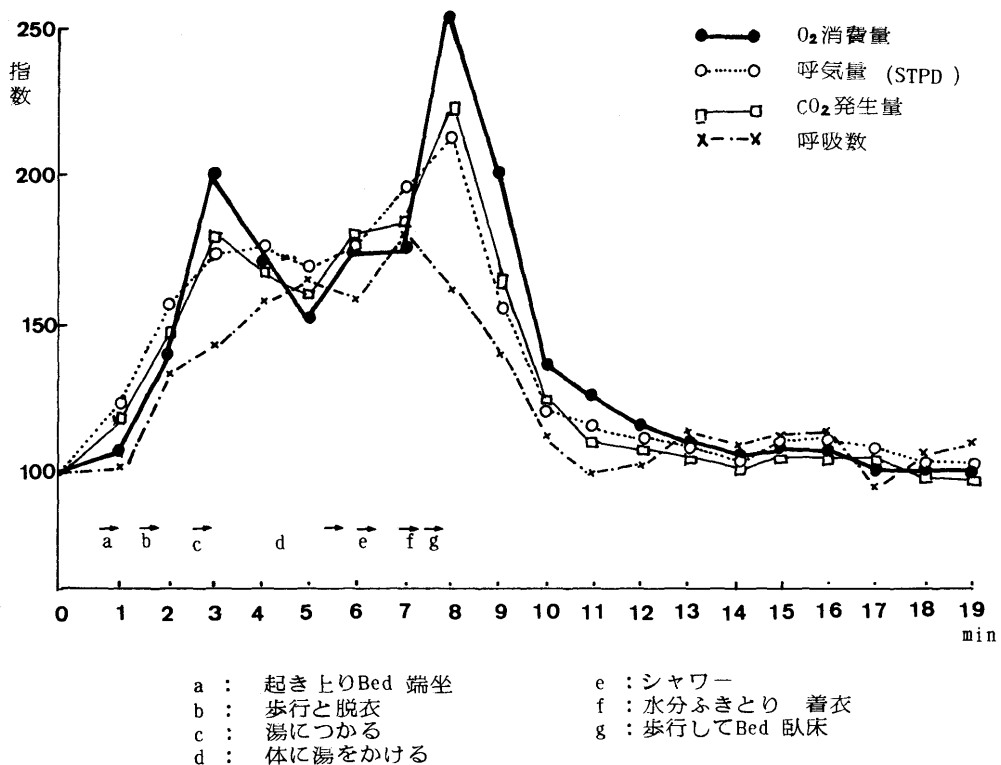


図1 O₂ 消費量・CO₂ 発生量・呼気量・呼吸数の経時的変化

した。

全体としては O_2 消費量は、3分目と8分目に大きな山を示す二峰性の曲線を描いている。これは石井⁸⁾の入浴時の心拍数曲線と類似している。今回の実験では心拍数の測定は行なわなかったが、筋活動時の O_2 消費量と心拍数は直線的比例関係にあることから、これらの一致は偶然のものとは考えられない。

1分目、2分目は臥位から起き上って歩行し、更に湯に入るといふかなり大きな動作をしているにもかかわらず、 O_2 消費量はそれ程増加していない。殊に1分目の O_2 消費量と臥床安静時の O_2 消費量との間には、有意の差を認めない (t検定)。これは運動初期には酸素の吸収は瞬間的には増加せず、したがって酸素借りの状態になっているといえる。

3分目は浴槽に腰を下ろし、湯に浸っているが、ここで始めて O_2 消費量は呼吸量・ CO_2 発生量よりも増大する。3分目から6分目までは湯に浸っているが、この間は水圧による影響が大きく、呼吸数も増加し、 CO_2 発生量も多くなり、呼吸商も上昇する。

全身浴に於ては水圧の影響を受けて胸囲・腹

囲が減少することが知られており⁹⁾、それに伴う胸腔・腹腔・末梢静脈の内圧上昇が呼吸・循環器系に多大の影響を及ぼす事になる。このことが病者の入浴を禁止する最大の理由となる。

静水圧による影響は、水深位が大きい程強くなるため、日本式跪坐入浴法より西歐式の背臥位入浴が負担は少ないことは当然で、石井⁸⁾は循環器疾患患者の入浴には、湯温・浴時間と共に入浴姿勢についての配慮をすすめている。

8分目はこの入浴活動最大の負荷になっている部分であるが、出浴により呼吸機能の抑制が除去され、酸素負債を償却し始めたこと、および歩行による移所行動が更に酸素需要を高めているためと思われる。

この入浴法による労作度は先に述べた如く臥床安静時の約1.4倍強のものではあるが、一時的とはいえ O_2 消費量にして約2.5倍、呼吸量は約2.2倍の強度を要求する行動であるともいえる。長期臥床者が始めて入浴する場合、最も注意を要する部分であろう。

9分目以降は回復期であるが、入浴行動は平均7.8分で終了しているため、回復過程は別に図2に示した。即ち入浴行動最終時の1分値と臥床安静値の差を100として、各測定値の1分毎の回復状況を示している。

回復に要した時間は個人差が大きく9~14分、平均10.6分であった。しかし平均値で見ると、 O_2 消費量は3分目には指数で15、即ち85%の回復をみており、6分目には指数で3、即ち97%回復し、7分目には指数7と僅かの上昇はあるが、6分目、7分目共に臥床安静値との間には有意差を認めない (t検定)。この結果から回復の決定は、先に述べた O_2 消費量が二度目に臥床安静値に戻った時よりも、一度目とする方が妥当なように思われる。

呼吸量・呼吸数の回復は O_2 消費量よりも早い。しかし4分目以降の安定性は O_2 消費量より悪く、呼吸数に於て著明である。

要 約

臥床生活をしている人が始めて入浴する場合

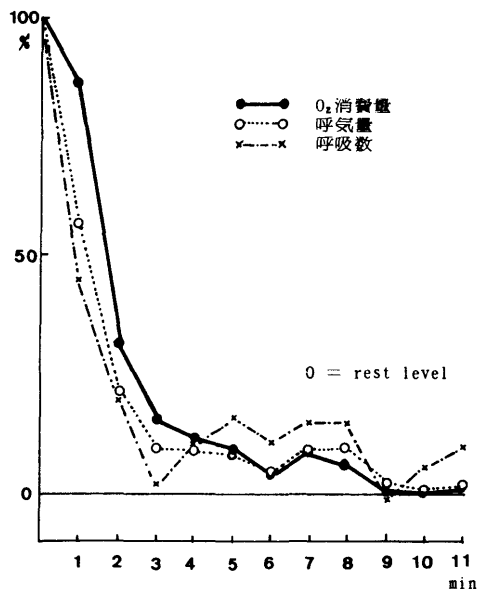


図2 入浴後の O_2 消費量・呼吸量・呼吸数の回復率

を想定し，可能な限りの筋活動を除外し，かつ入浴の快感を損わないことを条件として，被験者7名により入浴実験を行なった。

洋式浴槽で殿部を浴槽底につけた半坐位をとり，湯温 40°C で湯に浸っている時間は約4分，回復時間を含めては18.4分の入浴活動について，エネルギー代謝を中心に生理的負荷を測定し，次の結果を得た。

1) 入浴時の O_2 消費量は平均 282 ml/分，所要熱量は平均 1.36 Cal/分で，何れも臥床安静時の約1.4倍である。

2) 酸素需要量は平均 198 ml/分であるが，これを体重当たりとすると平均 3.7 ml/分となり，体格による差異が減少し C. V. も低下する。

3) 活動エネルギーは体重 10 kg 当たり平均で 0.175 Cal であり，R. M. R. は臥床安静を静止値とした場合は1.14，椅坐安静を静止値とした場合は1.07で，沼尻の測定による入浴時の R. M. R. 2.0～2.3 に比べ1/2以下の労作強度であるといえる。

4) 入浴の過程を経時的にみると， O_2 消費量は入浴直後と出浴直後に大きな山を示す二峰性の曲線を描がき，既に報告されている入浴時の心拍数曲線と類似した結果を得た。このことから入浴の労作度としては比較的低いレベルのものであっても部分的にみると負荷はかなり大きいともいえる。

そこでこの部分，即ち出浴直後の身じまいを立位から椅座位にかえることや，入浴前後の移所行動に何らかの改善を加えること等により，更に負荷の少ない入浴法となる可能性がある。それは現在常識的に考えられている，病者の入浴制限を緩和させるための有力な資料となるで

あろう。

又，入浴方法別に労作度を定量化することにより，病者の行動制限内で不安のない快的な身体清潔法が選択でき，それが看護の独自機能を発展させる一つの手がかりとなるとと思われる。

本稿の一部は第10回日本看護学会教育分科会に於て発表した。

文 献

- 1) 玄田公子：生体に及ぼす入浴の影響（予報），各種浴温における体温および心拍の変化，第8回近畿地区看護学会集録：1-3，1977.
- 2) 小川新吉，阿久津邦男，岩崎義正：水温に関する呼吸生理の基礎的研究，体力科学 8(4)：183，1959.
- 3) 木戸上八重子・近田敬子・横山文子・丸山咲野・三浦昌子・竹之熊淑子：安静代謝に関する研究，安静水準の検討，京都大学医療技術短期大学部紀要 1：33-38，1981.
- 4) 野村秀子：安静代謝に関する研究，労働科学 43(9)：526-530，1967.
- 5) 山岡誠一：運動時のエネルギー代謝と栄養，「生理学大系 IX，適応協関の生理学」吉村寿人・高木健太郎・猪飼道夫編，p. 781-835，医学書院，東京，1974.
- 6) 沼尻幸吉：活動のエネルギー代謝，292 P.，労働科学研究所，東京，1974.
- 7) 沼尻幸吉：エネルギー代謝時の R.M.R. に代わる体重当たり Kcal の表示法について，労働科学 51(2)：91-98，1975.
- 8) 石井靖夫：循環器疾患と温浴，昭和医学会雑誌 30(11)：702-718，1970.
- 9) 杉山 尚：温泉医学(1)，「現代内科学大系，物理的原因による疾患」中尾喜久・吉利 和・山形敏一・三辺謙編，p. 24-101，中山書店，東京，1964.