HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	半身浴による生理変化
Author(s)	山崎, 律子; 本多, 泰揮; 原田, 潮 他
Citation	日本温泉気候物理医学会雑誌, 70(3), 165-171
Issue Date	2007-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/44062
Type	journal article
File Information	NOKB70-3_165-171.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

半身浴による生理変化

山崎律子[1)]、本多泰揮[1)]、原田　潮[2)]、鈴木裕二[1)]、大塚吉則[3)]
1）花王㈱スキンケア研究所
2）花王㈱ヘルスケア第１研究所
3）北海道大学教育学研究科

Physiological Changes by Half-body Bathing

Ritsuko YAMAZAKI[1)], Yasuki HONDA[1)], Ushio HARADA[2)], Yuji SUZUKI[1)], Yoshinori OHTSUKA[3)]
1) Skin Care Research Laboratories, Kao Corp.
2) Health Care Research Laboratories, Kao Corp.
3) Health and Sport Science, Graduate School of Education, Hokkaido University

Summary

Purpose

Half-body bathing is popular among young women as well as elderly people. As a matter of fact, it is reported that half-body bathing has a smaller burden than whole-body bathing from the point of physical influence. To clarify the relation between bathing habitude and health maintenance, that is, as an approach to general understanding the physiological effects by repeating bathing stimuli, the physiological changes by continuing half-body bathing were studied.

Methods

Half-body bathing was repeated for 4 weeks in healthy female subjects (N=10, age:30.1±4.8, height:160.4±6.1cm, weight:55.6±7.0kg, body mass index:20.9±1.6kg/m^2, mean±SD).

Bathing was performed for 30 minutes and 3times a week, with a level of epigastrium without immersing arms. Changes of blood flow and energy expenditure were measured during bathing at 0W and 4W.

Results and Discussion

By continuing bathing, blood flow increased more rapidly and higher during bathing, in addition, resting energy expenditure increased by 200 kcal/day with a significant difference.

From these findings, it is assumed that repeated half-body bathing enhances the increase of blood flow through repeating thermal stimuli, which leads to elevated basal metabolism.

Key words : half-body bathing, repeating bathing, resting energy expenditure, blood flow, physiological change

Ⅰ 緒言

入浴は日本人にとってかかせない生活習慣の一つであり、熱いお湯に首まで浸かる全身浴が好まれる傾向にある。しかしながら、全身浴は半身浴に比べ身体への負担が大きくなることが啓蒙され[1-3]、最近では半身浴が、高齢者はもとより若い女性にも受け入れやすい習慣となってきている。特に若い女性の入浴時間はかなり長く、湯船につかりながら雑誌を読んだり、音楽を聴くなどしている[4,5]。

これまで単回入浴刺激に対する循環動態および体温調節機能などの生理変化については本学会および関連分野の学会等で多くの検証がなされている[1-3,6-9]。温泉療法を基本とした、片麻痺患者、糖尿病患者、あるいは肥満症など何らかの疾病・疾患を持つ被験者について実施された入浴の継続効果についての報告も多くあるが[1,10]、健常人を対象とした入浴刺激の反復による身体生理の変化についての系統的な知見は確立されていない。

入浴刺激の反復が体に与える効果・影響を正しく理解し、入浴習慣と健康の維持・増進との関連性を明らかにする目的で、今回我々は入浴刺激の反復効果の一知見として、半身浴を継続することによる生理変化についての検証を試みた。

Ⅱ 対象および方法

1．対象

健常女性10名（年齢30.1±4.8歳、身長160.4±6.1cm、体重55.6±7.0kg、BMI20.9±1.6kg/m^2、mean±SD）において検討した。対象者には予め本研究の目的および測定項目と測定方法などについて説明し、被験者となることについて予め文書にて同意を得た。

2．入浴条件

事前期間として非入浴期間を2週間設定し、この間は10分以内の入浴あるいはシャワー浴のみに制限した。試験期間は4週間とし、半身浴は自宅で行い、1回30分、週3回とした。半身浴の設定日以外の入浴は行わずシャワー浴のみとした。水温は、各被験者が15分程度で額に汗をかく水温（40.0℃±1.2℃）に各自が設定した。入浴時の浸漬部位および姿勢は腕を非浸漬とした心窩部までの両足を伸ばした座位（長座位）とした。また試験期間中は、食生活および運動習慣などについてできるだけ生活環境を変えないよう依頼したが、特に厳密な食事および運動のコントロールは行わなかった。

3．測定方法

連浴前（半身浴開始前0週）と連浴後（継続4週後）に、入浴前後および入浴中の生理変化を検討した。測定はホテルの浴室にて行った。浴室は200cm×150cmの広さで、浴槽は74cm×150cm×50cmの大きさであった。ホテルの室内は室温25℃、湿度50％、浴室内室温は30℃、湿度55-60％、湯温は40℃に設定し、湯量はおよそ380Lとした。その他の入浴条件は自宅での入浴と同様で、入浴時の浸漬部位および姿勢は腕を非浸漬とした心窩部までの長座位とし、入浴時間は30分とした。

皮膚血流量はレーザーフローメーター ALF21D（ADVANCE社製）を用いて、足背部および前腕内側部の皮膚血流量を測定した。血圧および脈拍はインテリセンス血圧計HEM-630（オムロン社製）を用いて測定した。舌下温は電子体温計（精度±0.05℃）（オムロン社製）を用いた。エネルギー代謝量を得るために呼吸代謝測定装置 VO 2000（Medgraphic社製）による呼気ガス分析を行った。マスクを装着し、VO_2（酸素摂取量）の値が安定してから10分間測定を行い、測定値の平均からエネルギー代謝量を得た。さらに発汗量は、測定精度50gの体重計UC-321（A&D社製）により測定した入浴前後の体重変化と併せ、発汗計SKD-2000（SKINOS製）を用いて測定した。疲労度の指標として、ラクテートプロ（アークレイ社製）による乳酸値測定も行った。

測定結果は平均±標準偏差（mean±SD）で表し、連浴前後の比較には反復測定分散分析法

(repeated measure ANOVA) を、入浴前値との比較には一対比較のｔ検定を用いた。ｐ＜0.05を有意差水準とし、ｐ＜0.2を傾向ありとした。

III　結果

１．皮膚血流量の変化

足背部（浸漬部位）の皮膚血流量は、半身浴開始から10分後に、連浴前・後でそれぞれ約6倍、8倍まで急激に増加し、その後緩やかな上昇カーブを描いた（Fig.1）。皮膚血流量の増加度は連浴後で有意に大きかった（p<0.05）。

前腕内側部(非浸漬部位)は、連浴前では20分後まで直線的に上昇し、連浴後は入浴直後から10分程度までの変化はむしろ緩慢で、10分～15分にかけて著しい血流増加が認められたが(Fig.2)、増加度は両者に有意の差がなかった。足背部、前腕内側部ともに、およそ20分を過ぎると血流量の増加は止まりほぼ一定となった。また、出浴すると急激に血流量は低下するが、出浴30分経過後も、入浴前に比べわずかながら高い皮膚血流量を示した（N.S.）。

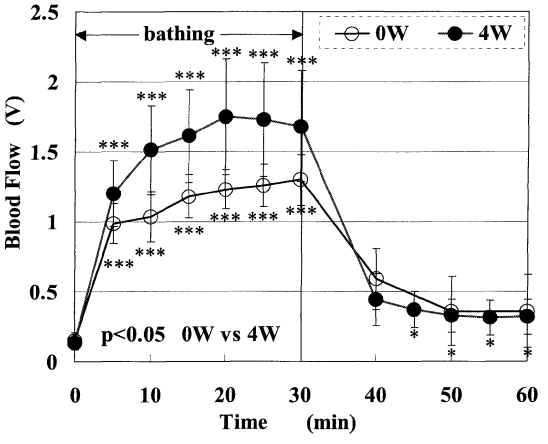

Fig.1　Changes in blood flow during and after half body bathing (instep) (N=10　mean±SD, *p<0.05, ***p<0.001, paired-t-test to 0min)

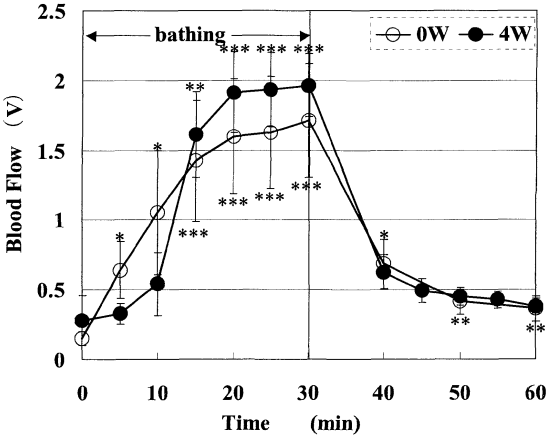

Fig.2　Changes in blood flow during and after half body bathing (inside forearm) (N=10　mean±SD, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, paired-t-test to 0min)

２．舌下温の変化

連浴前・後ともに、半身浴開始から20分くらいまで急激に増加し、その後入浴前に比べおよそ1℃程度高い温度で一定値を示した。出浴後低下するものの、出浴30分経過後の舌下温も入浴前よりもやや高かった（Fig.3）。入浴中の舌下温の変化には半身浴継続の影響は認められなかった。

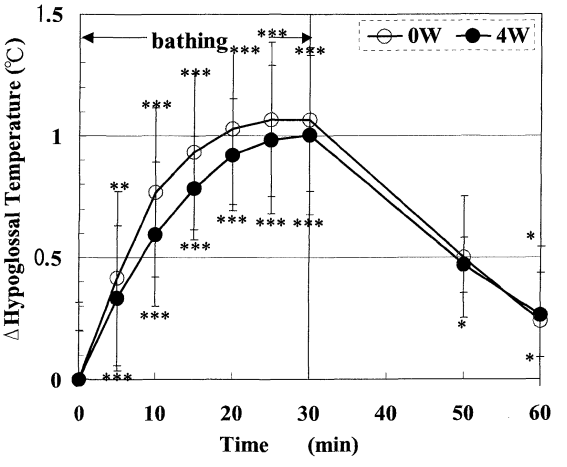

Fig.3　Changes in hypoglossal temperature during and after half body bathing (N=10　mean±SD, *p<0.05 , **p<0.01, ***p<0.001, paired-t-test to 0min)

3．血圧

連浴前・後ともに、入浴直後5分で拡張期および収縮期血圧ともに減少した。その後、ほぼ同レベルで経過し、出浴後10分で入浴前の値に復帰した（Fig.4）。入浴中の血圧の変化には半身浴継続の影響は認められなかった。

4．脈拍

入浴中は時間経過とともに、連浴前・後とも15拍/分程度増加したが、出浴10分後には入浴前の値に復帰した（Fig.5）。入浴中の脈拍の変化には半身浴継続の影響は認められなかった。

5．発汗量

連浴前・後ともに、入浴中の発汗量の合計は体重減少からの推定から平均390ｇで差はなく、また発汗計で得られた入浴直後（5 ～ 10分後）の胸部の発汗量は0.135mg/minで、これは「じっ

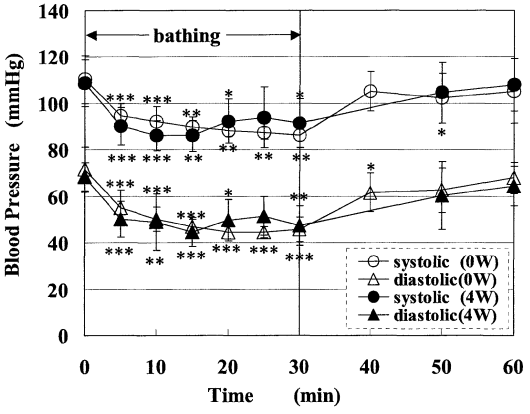

Fig.4 Changes in blood pressure during and after half body bathing
(N=10 mean±SD , *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, paired-t-test to 0min)

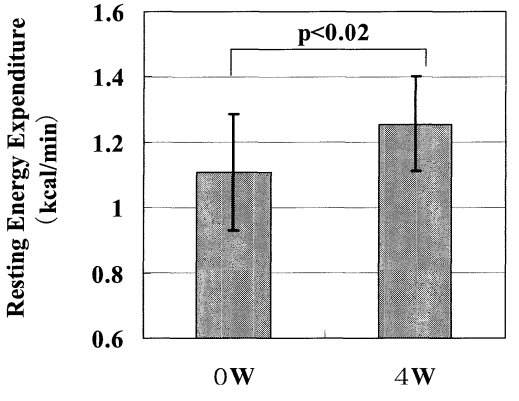

Fig.6 Change of resting energy expenditure after continuing half body bathing (N=10 mean±SD)

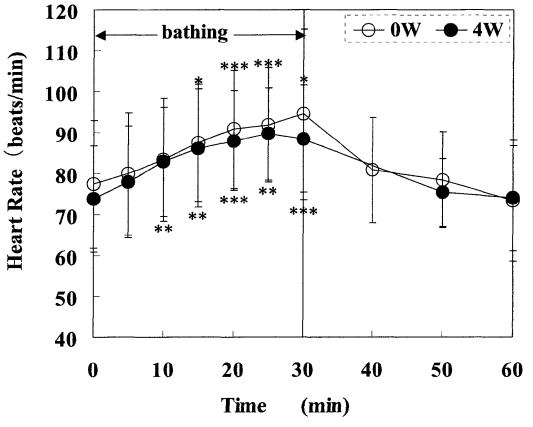

Fig.5 Changes in pulse during and after half body bathing
(N=10 mean±SD , *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, paired-t-test to 0min)

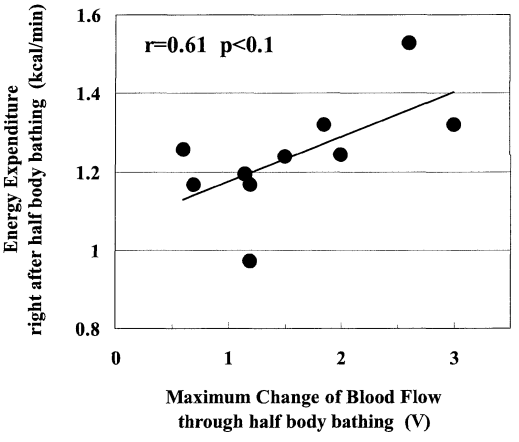

Fig.7 Correlation between increasing behavior of blood flow and energy expenditure through bathing

とりと汗をかく程度」であった。

6．安静時エネルギー消費量

Fig.6に半身浴継続試験前後の入浴前（安静時）安静時エネルギー消費量の測定結果を示す。半身浴を継続することで、安静時のエネルギー消費量が有意に増加し、その程度は平均0.147kcal/min（約200kcal/day）であった。

7．半身浴中の血流増加分と入浴終了後のエネルギー消費量との関連

Fig.7に半身浴中の血流増加分と入浴終了後のエネルギー消費量の関係を示す。入浴中の最大血流量と入浴前の血流量の差を血流増加分とした。入浴終了後すぐに着衣し、室内にて椅子に座った状態で呼気ガス分析を行い、入浴終了後のエネルギー消費量を測定した。血流増加分と入浴終了後のエネルギー消費量の相関係数は0.61（$p<0.1$）であった。

Ⅳ　考察

1．単回入浴時の生理変化

今回、実際に多くの女性が行っている20分以上の長時間半身浴による生理変化を知る目的で、40℃、30分間の半身浴を行って検討した結果、皮膚血流量の増加、舌下温の上昇、心拍数の増加、血圧の下降などが観測された。概してこれらの生理変化は、全身単時間入浴（10分以下、40℃）について、これまで報告されている結果とほぼ同じであった[1-3, 6-9]。また、発汗量も全身短時間浴時と同様に汗をかいたと実感できる程度であった[8, 11]。

浸漬深度を横隔膜付近までとした半身浴は、静水圧負荷が下半身に選択的にかかるので、心臓内への血液還流量の増加は全身浴に比べて少なく、より安全性が高いとされている[1-3]。今回の試験における脈拍の増加（15拍/30分）も、報告されている全身浴における変化（30拍/20分）[8]よりも緩慢であり、半身浴のより高い安全性が示された。

皮膚血流測定では、測定部位の浸漬の有無によって血流上昇パターンが異なっていた。すなわち、浸漬部位（足背）では熱伝導媒体の液体（湯）が直接皮膚と接しているため、皮膚血管に直接温熱が伝達され、血管が拡張して血流が増加すると考えられ、血流が浸漬後およそ10分でほぼプラトーに達していた。一方、非浸漬部位の前腕内側部の血流増加パターンは、体温上昇パターンと似て20分後にほぼプラトーに達しており、全身循環動態の変化を反映していると思われた。

入浴刺激による、血流量、舌下温、脈拍などの生理変化は軽い歩行運動時（60-120m/min）のそれらと類似[12-15]しているが、本条件での単回半身浴では平均約50ｋcalのエネルギーを消費しており、これも軽い歩行運動に相応する（60m/min×20min）[1, 16]消費量である。しかし、入浴刺激では骨格筋の動作がほとんどない点では安静時と同様であり、半身浴前後で乳酸値の変化は認められなかった（半身浴前：1.13±0.08、半身浴後：1.18±0.30）ことからも、測定し得るほどの嫌気性解糖は行われていない。これらのことから、20分以上の半身浴は軽い歩行運動時と同様の生理変化をきたしていると考えられる。

2．半身浴を継続した後の生理変化

半身浴開始前0週、および4週経過後の皮膚血流測定より、半身浴の反復によって、温熱刺激に伴う浸漬部位末梢血流の上昇が起こりやすくなった。末梢血流が増加しやすくなる理由には、心拍出量あるいは心拍数が増加すること、あるいは末梢血管の拡張反応性が向上することが考えられる。今回の試験では連浴前後で、安静時換気量はやや増加しているものの（6.24±1.4（0W）、6.77±1.06（4W）N.S.）、脈拍変化のパターンは同様であり、また測定はしなかったが、半身浴の連浴で心拍出量が増加するとは考えづらく、主として末梢血管の反応性が向上しているためと考えられる。Teiらは、心不全患者に対しサウナ浴あるいは41℃ 10分浴を継続するこ

とで、血管内皮細胞のeNOS発現が増加し、その結果内皮依存性血管拡張反応が改善することを証明している[17-21]。本試験においても、半身浴という温熱負荷を繰り返すことで、健常人でも血管内皮のeNOS産生が増強するために、血管拡張性が高まった可能性が考えられる。

また、温熱刺激の反復による基礎代謝量増加が示唆された。半身浴継続による安静時エネルギー消費の増加量を一日あたりに換算すると200kcal/dayになり、これは軽いジョギングを20分する程度に相当しており[12]、かなり大きな変化であり興味深い。また、半身浴継続4週後に行った半身浴中の血流増加量と入浴終了後のエネルギー消費量の関係を見ると、半身浴中に血流量が増加しやすいほど、浴後のエネルギー消費量が大きくなる傾向が認められた。半身浴を継続することで安静時エネルギー消費量が増加する機序については今後明らかにしていく必要がある。しかし、半身浴を継続することで安静時エネルギー消費量が増加したことは、今回認められた反復温熱刺激による皮膚血管の反応性増加と関連があるのではないかと推測している。

今後、安静時エネルギー消費量の増加と免疫、内分泌、自律神経系等との関係について、さらに検討していく予定である。

V 結論

半身浴による生理変化について検証した。単回半身浴では全身浴で報告されているのと同様の生理変化が認められた。また、半身浴を継続することで半身浴中に皮膚血流がより増加しやすくなった。さらには、安静時のエネルギー消費量が有意に増加し、その増加量は1日当たり平均約200kcalであった。これらのことから、温熱刺激の反復により、入浴中の末梢血流の増加促進、および基礎代謝量増加の可能性が示唆された。

参考文献

1）新温泉医学（日本温泉気候物理医学会編）.

2）大塚吉則：温泉を科学する. 治療 1998；80：p1568-1574.

3）大塚吉則：温泉と健康. 温泉科学 1996；46：p116-121.

4）入浴の実態と意識に関する調査報告書（風呂文化研究会　都市生活研究所）1999.

5）家族と入浴―入浴時間の分散化とシャワーの利用. 都市生活レポート（都市生活研究所（東京ガス））1998.

6）久保田一雄・倉林　均・田村遵一：温泉の作用は物理作用、化学作用そして総合的生体調整作用. 日温気物医誌 1999；62：p160-161.

7）久保田一雄：温泉の保湿効果. 日温気物医誌 2000；63：p102-103.

8）美和千尋・岩瀬敏・小出陽子・杉山由樹・松川俊義・間野忠明：入浴時の湯温が循環動態と体温調節に及ぼす影響. 総合リハビリテーション 1998；26：p355-361.

9）美和千尋・岩瀬敏・松川俊義・菅屋潤壱・杉山由樹・間野忠明・山口浩司：40℃入浴 60 分間がヒトの心血管機能と体温調節機能に及ぼす影響. 自律神経 1994；31：p355-361.

10）大塚吉則・藪中宗之・高山　茂・阿岸祐幸：反復温熱刺激のII型糖尿病患者血糖とHbA1cならびに血小板グルタチオン代謝に及ぼす影響. 臨床環境医学 1996；5：p67-71.

11）大垣哲朗・丸山徹・藤野武彦・白川太郎・小倉理一：高塩分濃度海水温浴時の生理的応答. 健康科学 2003；25：p21-29.

12）HAMADA S, TORII M：同一絶対酸素摂取量での腕を曲げる運動と及び自転車をこぐ運動の体温調節. 北九州工業高等専門学校研究報告 2006；39：p157-160.

13）青木健：運動と体温調節　サーカディアンリズムと運動. 体育の科学 2004；54：p788-791.

14）彼末一之・小西あき・永島計：運動と体温調節　体温調節のメカニズム. 体育の科学 2004；

54 : p764-768.
15) 小林悟・雪吹誠・喜田安哲・森昭雄・重城哲・吉本俊明：環境温度とランニング負荷における下肢筋領域の皮膚温度分布の関係. Biomed Thermology2000 ; 20 : p67-75.
16) 大塚吉則:糖尿病、肥満症のリハビリテーション . 北海道医報 1997 ; 893 : p14.
17) Tei C, Horikiri Y, Park JC, Jeong JW, Chang KS, Toyama Y, Tanaka N:Acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation in congestive heart failure. Circulation 1995 ; 91 : p2582-90
18) Imamura M, Biro S, Kihara T, Yoshifuku S, Takasaki K, Otsuji Y, Minagoe S, Toyama Y, Tei C : Repeated thermal therapy improves impaired vascular endothelial function in patients with coronary risk factors. Am Coll Cardiol. 2001 ; 38 : p1083-8.
19) 池田義之・宮田昌明・鄭忠和：温熱療法の意義と作用機序. Heart View 2005 ; 9 : p155-161.
20) 新里拓郎・池田義之・鄭忠和：虚血性心筋症の治療 3) 温熱療法 . Ischemic Heart Disease (IHD) Frontier 2005 ; 6 : p57-61.
21) 池田義之・宮田昌明・福留剛・新里拓郎・窪園琢朗・木原貴士・鄭忠和：温熱治療. ICU と CCU 2005 ; 29 : p257-263.

連絡先：〒131-8501 東京都墨田区文花2-1-3 (Tel 03-5630-9891 Fax 03-5630-9330)
花王株式会社スキンケア研究所 山崎律子