

## 動水浴の酸素摂取量，心拍数，直腸温および血液性 状に及ぼす影響

右田，孝志  
Institute of Health and Physical Education, Kurume University

清水，富弘  
Faculty of Education, Oita University, Oita

堀田，昇  
Institute of Health Science, Kyushu University

大柿，哲朗  
Institute of Health Science, Kyushu University

他

<https://doi.org/10.15017/632>

---

出版情報：健康科学. 17, pp.87-91, 1995-02-25. Institute of Health Science, Kyushu University  
バージョン：  
権利関係：

## 動水浴の酸素摂取量, 心拍数, 直腸温 および血液性状に及ぼす影響

右田孝志\* 清水富弘\*\* 堀田 昇 大柿哲朗  
金谷庄藏 藤島和孝 吉水 浩\* 増田卓二\*

The Effect of Dynamic Bathing on Oxygen Intake, Heart Rate,  
Rectal Temperature and Blood Properties

Takashi MIGITA\*, Tomihiro SHIMIZU\*\*, Noboru HOTTA,  
Tetsuro OGAKI, Shozo KANAYA, Kazutaka FUJISHIMA,  
Yutaka YOSHIMIZU\*, Takuji MASUDA\*

### Summary

The effect of dynamic bathing on physiological responses as compared to usual bathing (still bathing) were studied on 6 healthy subjects whose mean years, stature, weight and %fat were  $33.3 \pm 2.8$  yr,  $168.8 \pm 6.9$  cm,  $69.6 \pm 13.0$  kg and  $16.3 \pm 5.0\%$ . The dynamic bathing consisted of a water flow of  $0.95 \sim 1.1$  m/sec, and it was the same as still bathing except for the water flow. Thus the only difference in the two types of bathings lies in the hydrodynamic pressure of the dynamic bathing. The oxygen intake ( $\dot{V}O_2$ ), heart rate (HR) and rectal temperature (RT) were all continuously measured for 20 minutes during both types of bathing and for 40 minutes after bathing. The Hb concentration, Hct values and plasma volume's relative changes (%PV) were measured at rest, at 20 minutes during the bathing and at 20 minutes after bathing. The body weight was measured before bathing and 40 minutes after, respectively. The water temperature during dynamic and still bathing was  $38.5 \pm 0.03^\circ\text{C}$  and  $38.7 \pm 0.15^\circ\text{C}$ , respectively. The  $\dot{V}O_2$  did not vary during the dynamic bathing, except for a momentary increase when entering or leaving the bathtub. On the other hand, the HR and RT gradually increased during dynamic bathing. But  $\dot{V}O_2$ , HR and RT responses also showed the same tendency during still bathing. The Hb and Hct increased more at 20 minutes during both types of bathing and after both types of bathing than at rest, but the %PV decreased. The body weight loss during dynamic bathing was also the same as that during still bathing.

These results suggest that the effects of dynamic bathing on the  $\dot{V}O_2$ , HR and RT responses and blood properties are not substantially more than usual still bathing under either hydrostatic pressure or hydrodynamic pressure.

**key words:** Hydrostatic pressure, Hydrodynamic pressure, Oxygen intake, Heart rate, Rectal temperature  
(Journal of Health Science, Kyushu University, 17 : 87-91,1995)

---

Institute of Health Science, Kyushu University 11, Kasuga 816, Japan.

\* Institute of Health and Physical Education, Kurume University, Kurume 830, Japan.

\*\* Faculty of Education, Oita University, Oita 870-11, Japan.

## 序

入浴の健康の保持増進に果たす役割に関する関心が高まってきている<sup>7)8)9)10)</sup>。畑ら<sup>4)</sup>および大道ら<sup>7)</sup>は、入浴時の温熱効果に関して、37°Cのいわゆる不感温度での入浴時には、酸素摂取量および心拍数はほとんど変化のないことを示している。そして、それ以上の水温の場合、酸素摂取量には変化がみられないが、心拍数は入浴中に漸増することを認めている。

一方、入浴時には、浸水に伴う静水圧が身体に物理的な影響を及ぼす<sup>5)6)9)10)11)</sup>。例えば田中ら<sup>9)</sup>および植田<sup>10)</sup>は、静水圧の効果として、静脈還流量が促進され、心拍出量が増加することを示している。

近年、通常の入浴ばかりでなく、圧注浴、気泡浴あるいは渦流浴などの新たな入浴方法が模索され、その効用についても関心が高まりつつある<sup>7)10)</sup>。その中で、入浴中に水流を生じさせる動水浴は、単なる静水圧の効果ばかりではなく、さらに動水圧が皮膚を刺激し、血液の循環を促進する可能性が示唆されている<sup>10)</sup>。

そこで本研究は、動水浴の生体への影響を明らかにするために、動水浴と静水浴中の酸素摂取量、心拍数、直腸温および血液性状を比較検討した。

## 実験方法

### 1. 被験者

本研究の被験者は健康な成人男性6名であった。彼らの平均の年齢、身長、体重および二部位(上腕背部・肩甲骨下角部)の皮下脂肪厚より算出した体脂肪率はそれぞれ33.3±2.6歳、168.8±6.3cm、69.6±11.9kgおよび16.3±4.5%であった。

### 2. 実験手順

被験者は、30分間の安静を保った後、静水あるいは動水条件下で20分間の入浴を実施し、さらに、引き続き陸上に於て40分間の回復をとった。両条件での入浴実験は、同一日に実施したが、各試行間には少なくとも1時間以上の休息時間を入れ、直腸温が安静時に回復したことを確認した後、他方の条件における入浴時および回復期の測定を実施した。尚、両条件間の休息時に水および市販のスポーツドリンクの摂水を任意に実施した。

入浴時の測定は、水流を生じさせることの出来るユニットバスを用いて実施し、動水条件下においてのみ、背部より0.95~1.1m/secの水流を生じさせた。入浴時は、脚を少し曲げた半仰臥位の姿勢をとり、陸上で

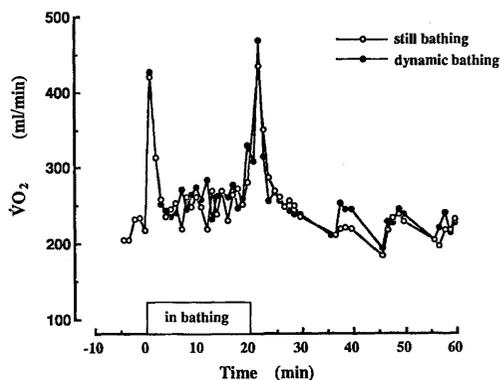


Fig 1. Changes of oxygen intake ( $\dot{V}O_2$ ) by still and dynamic bathing.

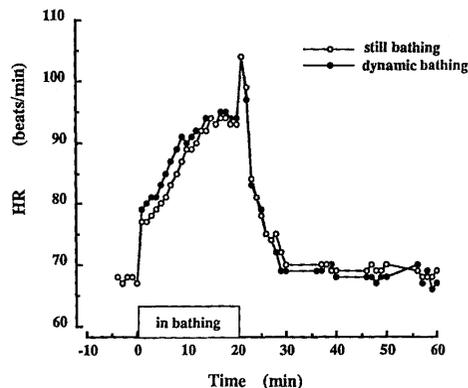


Fig 2. Changes of heart rate (HR) by still and dynamic bathing.

の安静時および回復期測定時には、リクライニングチェアを用いて、入浴時と同様の姿勢とした。被験者の入・出浴は、水治療などで用いる特殊なリフトを用いることはせず、自らの体位変換によって実施した。

両条件における安静時測定前および回復期測定終了後に体重を計量した。

両条件下での入浴時の水位は、鎖骨部位が浸水する程度とした。入浴時の水温は常時モニターを用いて監視し、一定になるようにした。その結果、静水および動水浴時の水温はそれぞれ38.7±0.15°Cおよび38.5±0.03°Cに調節できた。また、静水および動水測定時の室温および相対湿度はそれぞれ32.3±0.9°C、73.0±3.9%および33.3±0.2°C、71.1±1.3%であった。

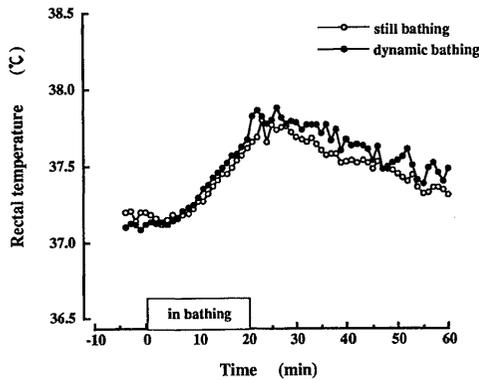


Fig 3. Changes of rectal temperature by still and dynamic bathing.

3. 測定項目

テレメトリー法による心拍数の測定および自動呼吸ガス分析装置(ミナト医科学社製; AE10)を用いた酸素摂取量の測定を陸上安静時, 入浴時および回復期の0~10, 15~20, 25~30および35~40分に連続して実施し, 1分間値で求めた。直腸温は, 多目的携帯用情報記録装置(VINE社製; VMM-67)を用いて連続して測定し, 1分間値で示した。

採血は, 安静時, 入浴終了直前および回復期20分目を実施し, 自動計数法にてHb濃度およびHct値を測定した。相対的な血漿量の変化はHb濃度およびHct

Table 1. Changes of Hb concentration, Hct values and plasma volume changes (%PV) by still (S) and dynamic (D) bathing.

	Hb (g/dl)		Hct (%)		% PV (%)	
	S	D	S	D	S	D
at rest	14.6 0.9	15.0 0.9	42.3 2.9	43.4 2.6		
in bathing	15.1 0.9	15.8 1.2	43.6 3.2	45.4 4.0	-5.1 1.6	-7.8 5.7
after bathing	15.0 1.0	15.3 1.0	43.4 3.2	44.3 3.4	-4.4 2.3	-3.4 3.9

値を用いて Dill と Costill<sup>2)</sup>の式から算出した。

実験結果

1. 酸素摂取量, 心拍数

両条件における酸素摂取量は入浴直後に一過性の増加を示したが, 入浴中には大きな変化は認められ

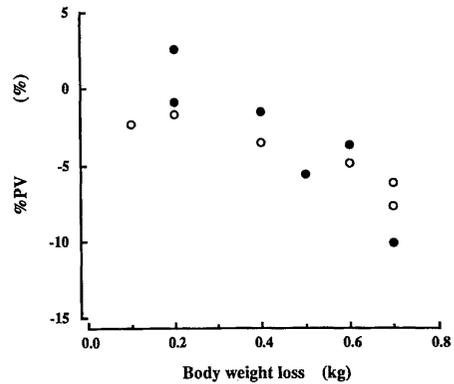


Fig 4. Relationship between body weight loss and plasma volume change (%PV) by still (○) and dynamic (●) bathing.

なかった(図1)。また, 静水および動水の入浴条件による差も認められなかった。

心拍数の経時変化を図2に示した。両条件での安静時心拍数は同程度であり(68±10拍/分), いずれも入浴直後に10拍/分程度増加した。入浴中は漸増し, 入浴20分間には約25拍/分の増加を示した。出浴時に一過性に増加した後, 指数関数的に減少し, 回復10分目にほぼ安静値に戻った。静水および動水の入浴条件による心拍数の差は認められなかった。

2. 直腸温

両条件における直腸温の経時変化を図3に示した。被験者のうち1名は, センサーが確実にセッティングされていないような直腸温の変化を示したので平均値から除外した。従って, 直腸温は5名の平均値で示した。

静水および動水浴前の値はそれぞれ37.19°Cおよび37.11°Cであり, 入浴後5~6分間は変化が認められなかった。その後, 両条件とも同様な漸増傾向を示し, 20分間で約0.5°Cの増加が認められた。さらに入浴後数分間は増加を示し, 以後緩やかに低下した。両条件とも, 回復40分間では安静値までには戻らず, さらに30分~60分間程度の時間を要した。直腸温の変化においても条件間の差は認められなかった。

3. 血液性状, 体重

安静時, 入浴20分目および回復20分目のHb濃度, Hct値および相対的な血漿量の変化を表1に示した。両条件における入浴時および回復時のHb濃度は安静

値よりも増加した。また、両条件の Hct 値も入浴時および回復時に安静値より高い値を示した。相対的な血漿量の変化は、両条件の入浴時および回復時に減少を示したが、条件間の減少量に差は認められなかった。

静水条件の体重の減少量は0.3~0.8kgの範囲であり、平均で0.6±0.2kgであった。動水時の体重の減少量は0.4~0.8kgの範囲で、平均0.5±0.1kgであり、両条件間の体重の減少は同程度であった。

体重の減少と回復20分目の相対的な血漿量の変化との関連性を図4に示した。両条件ともに、体重の減少が大きい被験者ほど相対的な血漿量の減少が大きい傾向を示した。

## 考 察

入浴時の生理的応答に関していくつかの報告がある<sup>114)112)</sup>。畑ら<sup>4)</sup>は水温37°Cの入浴中の呼吸循環系の応答を経時的に測定した。その結果、酸素摂取量および心拍数は入・出浴時に一過性に増加するが、入浴中はほとんど変化を示さなかったことを報告している。大道ら<sup>7)</sup>も37°Cの入浴時に酸素摂取量と心拍数の一過性の増加を示している。さらに、彼らは水が入っていない空の浴槽における入浴模擬動作時にも酸素摂取量および心拍数が一過性に増加することから、これらの応答は温熱刺激より浴槽を自ら出入りするという入・出浴動作そのものの運動性刺激に対する応答であることを示している。

本研究における動水浴時の酸素摂取量は、静水浴での先行研究<sup>114)7)9)12)</sup>および本研究の静水浴と同様な傾向を示した。すなわち、入・出浴後の運動刺激に対する一過性の増加を除けば、ほとんど変化が認められなかった。従って、動水浴および静水浴条件の差は、酸素摂取量に影響を及ぼすほどではないものと思われる。

動水浴時の心拍数は、入浴中に漸増した。大道ら<sup>7)</sup>は37°Cおよび40°Cでの入浴時の心拍数を測定し、その結果、37°Cの入浴中には心拍数の増加は認められなかったが、40°Cの入浴中には心拍数が漸増することを示した。植田<sup>10)</sup>も40°Cでの10分間の入浴中に心拍数が漸増することを報告している。そして、心拍数の増加は表皮も細管レベルで加熱された血液による体温上昇のためであることを示唆している。今回用いた水温は38°C~39°Cであり、いわゆる不感温度(33°C~36°C)より僅かに高い温度であり、深部体温の指標として用いた直腸温も入浴中に漸増傾向を示した。従って、入浴中の心拍数の増加は、温熱効果による深部体温の上昇によると思われる<sup>9)</sup>。

直腸温には数分間の潜熱期が認められ、これに先行して心拍数は入浴直後に急激な増加を示した。この入浴直後の急激な心拍数の増加は、皮膚に存在する温度感覚受容器からの神経性の応答であることが示唆されている<sup>7)</sup>。しかしながら、これらの傾向は本研究の静水浴時にも同様に認められ、入浴時の心拍数の応答にも両条件間で差が認められなかった。

ところで、生体に及ぼす入浴の影響として上述の温熱効果の他に、浸水部位に依存した静水圧効果があげられる<sup>9)10)</sup>。浸水に伴う静水圧の結果として、下肢からの静脈還流量の増加や血液の希釈が報告されている<sup>3)5)6)</sup>。本研究で用いた動水浴は、入浴に伴う静水圧のみならず、さらに動水圧も加わるために、静水浴とは異なる効果を示すことが期待される<sup>10)</sup>。そこで、本研究では血液の希釈の指標としての相対的な血漿量の変化を検討した。その結果、両条件において相対的な血漿量の減少が認められ、血液の濃縮が両条件で同程度に生じていたものと思われる。さらに、発汗量の一部を説明する体重の減少量が両条件で同程度であった。従って、血液の希釈が生じていたかどうかは明確ではないが、少なくとも血液の希釈を凌駕する血液の濃縮が両入浴中に生じていた。この点に関しても静水浴(圧)および動水浴(圧)の条件の違いによる差は見い出せなかった。

以上のことより、動水浴の効果を示唆するような特別な変化は認められなかった。

## 要 約

動水浴が、通常の静水浴と異なる生体応答を示すかどうかを検討した。静水および動水浴の水温は38.5°Cおよび38.7°C、入浴時間は20分間であり、動水浴時に背部より0.95~1.1m/secの水流が生じることを除いて、同一条件下で実施された。

静水浴条件時の酸素摂取量は、入浴中ほとんど変化がみられなかった。一方、心拍数および直腸温は入浴中に漸増した。動水浴時の酸素摂取量、心拍数および直腸温は、静水浴と同様な応答を示し、両条件間に差異は認められなかった。また、発汗量を反映すると思われる体重の減少およびHb濃度、Hct値および相対的な血漿量の変化も両条件間に差は認められなかった。

従って、動水浴(圧)の効果を示唆するような特別な変化は認められなかった。

本研究の実施にあたり、ジャパンアクアティック社の太郎丸一氏および小宗隆喜氏に多大なご協力を頂い

たことをここに記して謝意を表します。

### 文 献

- 1) 秋永秀孝：浴と肺機能についての実験的研究。温研紀要, 12 : 257-308, 1960.
- 2) Dill, D. B. and Costill, D. L. : Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J. Appl. Physiol., 37 : 247-248, 1974.
- 3) Greenleaf, J. E., Morse, J. T., Barnes, P. R., Silver, J. and Keil, L. C. : Hypervolemia and plasma vasopressin response during water immersion in men. J. Appl. Physiol., 55 : 1688-1693, 1983.
- 4) 畑 洋一, 市丸雄平, 大塚邦明, 上野照紀, 岡本健次, 仲西廣展, 吉岡政満, 横井忠滋, 垣本毅一, 佐藤義則, 矢永尚士 : 入浴の呼吸循環機能におよぼす影響。温研紀要, 32 : 116-122, 1980.
- 5) 黒川隆志 : 水中運動の循環反応。体育の科学, 34 : 510-517, 1984.
- 6) 宮本忠吉, 藤本繁夫, 栗原直嗣, 金尾顕郎, 辻 英次, 前田如矢 : 健常者における頸椎水位と横隔膜水位の動的および静的肺機能に及ぼす影響。体力科学, 43 : 155-161, 1994.
- 7) 大道 等, 大城戸道生, 岩崎輝雄 : 入浴時の生理的反応—水温が体温, 心拍数, 酸素摂取量に与える影響—。体育の科学, 34 : 502-509, 1984.
- 8) 白倉卓夫 : 脳卒中と温泉。保健の科学, 32 : 276-281, 1990.
- 9) 田中信行, 鄭 忠和, 堀切 豊 : 温泉の効果とその利用法。保健の科学, 32 : 272-275, 1990.
- 10) 植田理彦 : 家庭の入浴。保健の科学, 32 : 292-296, 1990.
- 11) 山本義春 : 水中における呼吸制限の影響。体育の科学, 34 : 518-523, 1984.
- 12) 矢永尚士, 市丸雄平, 畑 知二, 矢野健一, 長井克介, 川崎義巳 : 人工泉浴の健康人における呼吸循環系に対する作用。日温気物医誌, 51 : 135-146, 1988.