

加温入浴における循環動態と体温の変化

美和千尋¹⁾, 長江悦史²⁾, 鈴木 彰²⁾
¹⁾愛知医療学院短期大学, ²⁾ 株式会社デンソー

Changes in cardiovascular function and body temperature during warming bathing

Chihiro Miwa¹⁾, Etsushi Nagae²⁾, Akira Suzuki²⁾
¹⁾AICHI Medical College, ²⁾DENSO Corporation

Abstract: The purpose of this study was to clarify the effect of warming bathing from 38°C to 41°C on cardiovascular function and body temperature in comparison with conditions of the 38°C and 41°C bathing. The subjects were 10 young persons (20.4 years old). We used three types bathing at 38°C, 41°C, and warming from 38°C to 41°C. Systolic and diastolic blood pressures (SBP and DBP) and heart rate (HR) was measured using an autonomic sphygmomanometer. Tympanic temperature was measured using a thermistor during bathing. In addition, we calculated the double product (SBP×HR) which was an index of the load to heart. SBP at warming bathing was significant increased in comparison with 38°C. However SBP at just after 41°C bathing was rose in comparison with 38°C and warming bathing. Double product at 41°C bathing was significant increased in comparison with warming bathing. Body temperature at 41°C and warming bathing was significant increased in comparison with 38°C. These results show synergistic effects due to heat stress and heating during warming bathing.

Key words: cardiovascular function, body temperature, warming bathing, human

要旨: 入浴時 38°C で入浴し、その後 41°C まで加温する入浴方法（加温入浴）の循環動態機能および体温に与える影響を検討した。若年健康男性 10 名（年齢 20.4 歳）を対象とし、38°C 入浴、41°C 入浴、加温入浴を 15 分間行った。入浴中の収縮期・拡張期血圧、心拍数、鼓膜温を比較検討した。また、心臓への負荷の指標であるダブルプロダクト（収縮期血圧×心拍数）を計算した。収縮期血圧は 38°C 入浴と加温入浴の間には有意差を示し、入浴直後の上昇は 38°C 入浴と加温入浴は 41°C 入浴に比べ、有意な上昇は認められなかった。心拍数とダブルプロダクトは、41°C 入浴と加温入浴は 38°C 入浴に比べ、有意な増加を示した。ダブルプロダクトにおいて 41°C 入浴は加温入浴に比べて有意な増加が認められた。体温は 38°C 入浴に比べて、41°C 入浴と加温入浴は有意な温度上昇がみられた。これらの変化には入浴直後のヒートストレスと途中から加温する効果が関与していると考えられる。

キーワード: 循環動態機能, 体温, 加温入浴, ヒト

1. はじめに

日本人の入浴方法は、浴槽に湯を浸して肩まで浸かる「全身浴」が主流である。この入浴方法は、虚弱高齢者や心循環器系の障害者にとって健康に害を及ぼす側面も持っている。入浴中の突然死の頻度は全国で 17,000 人/年と推定されている。中村ら (2002) は、①日本に独特、②高齢者に多い、③頻度は年々増加、④冬季に多く、温暖地より寒冷地で多い、⑤ほとんどが浴槽内で発生などを挙げている。高橋 (2002) は、高齢者の入浴事故を防ぐために以下の 5 点を上げている。①湯温は 39~41°C くらいにして、長湯をしない、②脱衣場や浴室の室温が低くならないよう工夫する、③食

後直後や深夜に入浴しない、④気温の低い日は、夜早め (16~20 時) に入浴する、⑤心肺の慢性疾患や高血圧症を持つ人では半身浴が望ましい。

このように、入浴には危険な面を持っている。入浴の心地よくリラックスする良い面を生かし、悪い面を予防する入浴方法を工夫することは、長寿社会を迎えている日本において重要である。

そこで、今回、湯に浸かる時の身体の影響を軽減させ、入浴の加温効果を維持する入浴方法に着目し、入浴時は比較的低い温度で入り、その後、湯温を上げるにより、入浴本来の体が温まり、快適感を増す入浴方法の身体への影響を検討した。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、健康な若年男性 10 名 (平均年齢 20.4 ± 0.5 歳, 身長 172.5 ± 1.2 cm, 体重 62.5 ± 2.1 kg, 体脂肪 18.7 ± 1.2 %) とした。被験者には書面にて実験の説明を行い、同意書を得た。本実験は愛知医療学院短期大学の倫理委員会 (倫理受付番号 15001) の了承を得て行った。

2.2 入浴条件

以下の 3 条件を負荷した。

- 1) 湯温設定を 38°C にし, 入浴を 15 分間行う。
- 2) 湯温設定を 41°C にし, 入浴を 15 分間行う。
- 3) 湯温設定を 38°C から 41°C 昇温させ, 入浴を 15 分間行う。

2.3 測定項目

1) 循環動態機能

- ① 血圧, 心拍数を自動血圧計 (日本コーリン、自動血圧計 BP-203i) により右上腕にて 1 分間隔で測定した。
- ② ダブルプロダクトを心臓の負担 (心臓に対する負荷強度) として, 心拍数 $\times$ 収縮期血圧が酸素消費量にて算術した。

2) 体温

鼓膜温をサーミスター (センサーテクニカ, PZL-64S) にて右の耳において 1 分間毎の測定した。

- 3) 環境温, 湿度 (THERMOMETER, HYGROMETER: SATO KEIRYOKI), 湯温 (エアンド・ティ, AD-6205) を用いて 1 分間隔で測定した。環境温は実験室に温室時計を設置し, 実験開始時に温度と湿度を測定した。

2.4 実験手順

- ① 被験者入室後, 排尿, 水着に着替える。その後, 体重測定, 体脂肪測定を終了した後, 測定用の各種センサーを装着する。
- ② 入浴前の安静を 5 分間とる。
- ③ 入浴 (課題の一つ) 15 分間を行う。
- ④ 体をバスタオルで拭いてから更に入浴後安静 5 分間保つ。
- ⑤ センサーを外す。
- ⑥ 服を着て実験終了。

* 課題の順序は被験者により変えて, 順序の影響をなくした。

2.5 統計解析

測定結果は, 被験者の年齢および環境温度, 湿度については平均 $\pm$ 標準誤差 (mean $\pm$ SE) で表し, 他の測定項目は実測値の図表時と安静時を 0 としてその差で

表した。また, 収縮期血圧, ダブルプロダクトについては入浴直後の変化を観察するため, 入浴 1 分目値から安静時値を減じた値を平均 $\pm$ 標準誤差 (mean $\pm$ SE) で表した。統計解析として条件間において繰り返しのある反復測定分散分析法 (repeated measure ANOVA) を使用し, 同一条件での時間の差は, 一元配置分散分析で有意差が認められたものには多重比較として Tukey-Kramer 法を, 有意差が認められなかったものには, Dunn's Procedure As A Multiple Comparison Procedure を用い, 危険率 0.05 未満を有意とした。

3. 結果

3.1 環境温と湿度

環境温は, 38°C 入浴時 $23.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, 41°C 入浴時 $23.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 時 $23.4 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ であり, 湿度は 38°C 入浴時 $53.8 \pm 0.8\%$, 41°C 入浴時 $53.7 \pm 1.4\%$, $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 時 $52.8 \pm 1.5\%$ であった。入浴条件間で有意差は認められなかった。

3.2 循環動態機能の変化

① 血圧の変化

収縮期・拡張期血圧の安静 5 分目を 0 とした時の変化と入浴直後の収縮期血圧の上昇値を示す (図 1, 2, 3)。収縮期血圧の変化は, 38°C 入浴と $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 入浴に有意差が認められた。ただ, 入浴直後の収縮期の変化は, 41°C 入浴 7.2mmHg , 38°C 入浴 0.1mmHg , $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 入浴 -2.1mmHg で, 41°C 入浴は 38°C 入浴, $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 入浴に比べて有意な上昇を示した。

拡張期血圧の変化は, 38°C 入浴と $38 \rightarrow 41^{\circ}\text{C}$ 入浴に有意差が認められた。

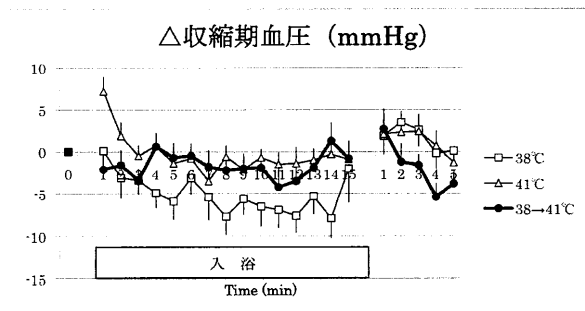


図 1 入浴時の収縮期血圧の変化

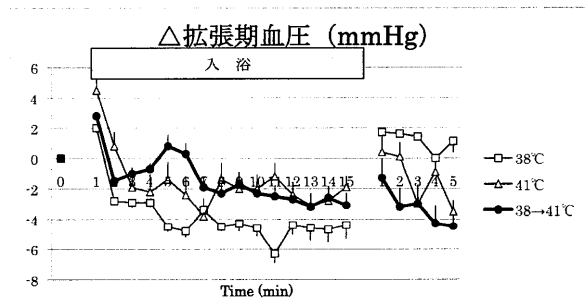


図 2 入浴時の拡張期血圧の変化

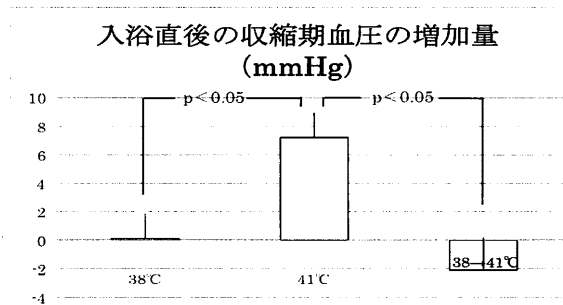


図3 入浴直後の収縮期血圧の上昇量

② 心拍数の変化

心拍数の安静5分目を0とした時の変化と入浴直後の増加値を示す(図4). 心拍数は, 38°C入浴に比べ, 41°C入浴と38→41°C入浴に有意差が認められた. また, 増加量は, 38°C入浴では入浴中最後の1分目で, 41°C入浴では入浴直後から入浴終了後まで, 38→41°C入浴では入浴5分目から入浴後終了後まで有意差を示した. 入浴直後の心拍数増加量は, 41°C入浴 9.9 beats/min, 38°C入浴 7.2 beats/min, 38→41°C入浴 5.9 beats/min だったが有意差は認められなかった.

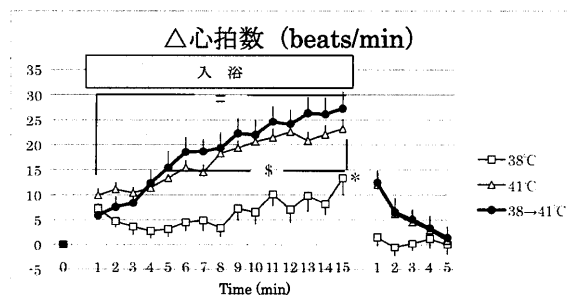


図4 入浴時の心拍数の変化

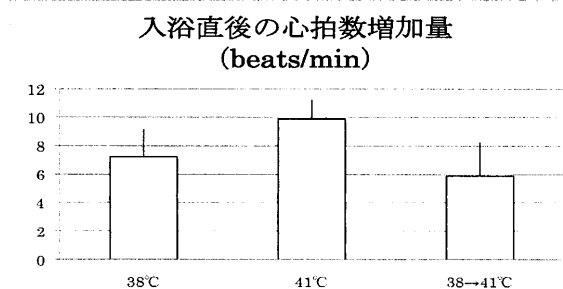


図5 入浴直後の心拍数の増加量

③ ダブルプロダクトの変化

ダブルプロダクトの安静5分目を0とした時の変化と入浴直後の増加量を示す(図6, 7). ダブルプロダクトは, 38°C入浴に比べ, 41°C入浴と38→41°C入浴に有意差が認められた. また, 38°C入浴では有意差は示さなかったが, 41°C入浴では入浴中, 38→41°C入浴では入浴4分目から入浴後終了後まで有意差を示した. 入

浴直後のダブルプロダクト増加量は, 38°Cでは 898.7 mmHg · beats/min, 41°Cでは 1485.1 mmHg · beats/min, 38→41°Cでは 373.4 mmHg · beats/min であり, 41°C入浴と38→41°C入浴の間に有意差が認められた.

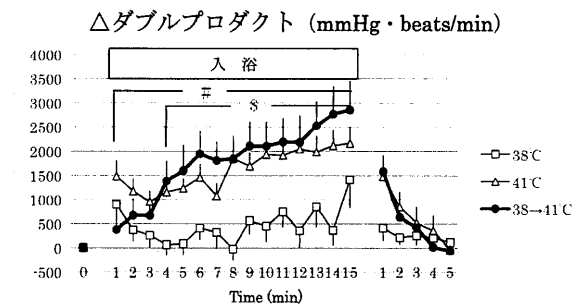


図6 入浴時のダブルプロダクトの変化

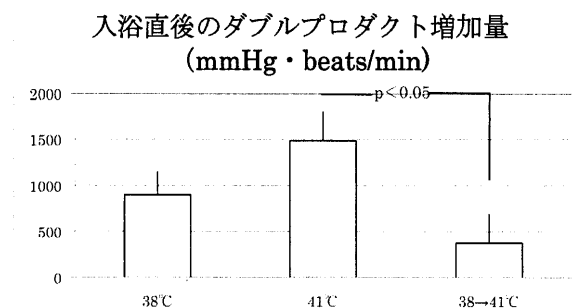


図7 入浴直後のダブルプロダクトの増加量

3.3 体温の変化

鼓膜温の安静5分目を0とした時の変化を示す(図8). 鼓膜温の上昇温は, 38°C入浴に比べ, 41°C入浴と38→41°C入浴に有意差が認められた. また, 38°C入浴では有意差は示さなかったが, 41°C入浴では入浴13分目から15分目まで, 入浴後の安静1分目から3分目まで, 38→41°C入浴では入浴11分目から入浴後の安静中有意差を示した.

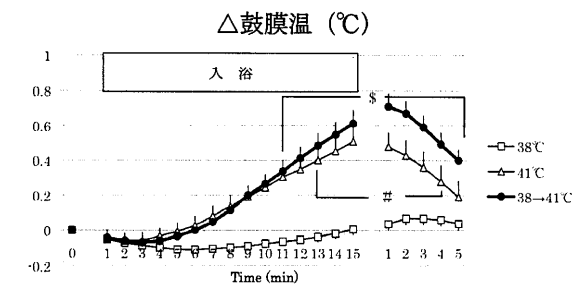


図8 入浴時の鼓膜温の変化

4. 考察

今回、湯に浸かる時の身体の影響を軽減させ、入浴の加温効果を維持する入浴方法に着目し、入浴時は比較的低い温度で入り、その後、湯温を上げることで、入浴本来の体が温まり、快適感を増す入浴方法の身体への影響を検討した。

その結果、入浴時 38℃で入浴し 41℃まで加温する入浴は、38℃入浴と同様に入浴直後の血圧上昇、心臓への負荷の指標であるダブルプロダクトの増加を軽減し、41℃入浴と同様の体温上昇を引き起こす入浴であることが明らかになった。

1) 加温入浴は、入浴直後の血圧上昇を低下させる。

入浴には体を温め、リラックスするという良い面を持っている反面、1 年間で入浴中に死亡する数も多い。特に高齢者多く、高橋は (2011)、この事故を軽減させるには、その引き金になる環境温度と湯温の温度差を少なくすることを推奨している。今回、入浴時には 38℃と比較的体温に近い温度を用いたことが、この温度差を軽減したと考えられる。桑島は (2007)、温度の差は末梢血管の収縮を促進させ、収縮期血圧を上昇させる。また、入浴後には 38℃入浴で見られたように血圧は下降する。この時に脳や心筋への血流が低下し、脳虚血、心筋虚血を引き起こす。あるいは、意識低下による溺死を招く可能性がある。加温入浴では、温熱負荷が後半の血圧下降も 38℃入浴に比べ、抑制された。同時に、加温入浴は、心臓への負荷も軽減させる入浴方法である。

また、Tochihara ら (2012) は、高齢者は、入浴時の生理的反応と主観的な温熱感との乖離も問題となると報告している。

2) 加温入浴は、温熱効果が期待できる入浴方法である。

38℃から 41℃まで加温した入浴は、最初から 41℃で入浴したのと同様な加温効果があった。このことは、加温することで浴槽の湯が攪拌され、皮膚表面と接している湯の温熱効果が高いことが考えられる。ポンプで水を噴射する入浴方法に渦流浴がある (前田 2012)。美和ら (2003) は、渦流浴のように浴槽内で湯が移動する入浴方法に比べて、核心温である鼓膜温を上昇させることを報告している。これは、皮膚と接している部分の湯温の温度が熱の伝導により失われ、低下していくのを防ぐからであると考えられる。

5. まとめ

入浴時は 38℃の比較的低い温度で入り、その後、湯温を 41℃まで上げる加温入浴は、38℃入浴と同様に、入浴直後の血圧上昇、心臓への負荷を軽減し、変動を少なくする、また、41℃入浴と同様の体温上昇を引き

起こす。

謝辞 研究をするにあたって実験に参加してくれた学生さんに謝意を述べる。また、この研究は民間との共同研究として、デンソー株式会社からの研究費によって行われた。

6. 文献

- 中村岩男. 2002. 失神と入浴急死. *Heart View*. 6 (8) : 83/87.
- 高橋龍太郎. 2002. 高齢者の入浴事故を防ぐ 5 つのポイント. *高齢者ケア*. 18 (10) : 22/24.
- 高橋龍太郎. 2011. 高齢者の事故 高齢者の入浴事故. *公衆衛生*. 75 (8) : 595/599.
- 桑島 厳. 冬季における各種疾患の診療の実際 高血圧の診療の実査. 2007. *臨床と研究*. 84 (12) : 1621-1624.
- Tochihara, Y., Hashiguchi N., Yadoguchi I., Kaji Y., Shoyama S. 2012. Effects of room temperature on physiological and subjective responses to bathing in the elderly. *J Hum Environ Syst*. 15 (1): 13/19.
- 前田眞治. 2012. 物理療法のエビデンスと実践 水治療法・温泉療法. *J Clin Rehabil*. 21 (7) : 704/710.
- 美和千尋, 河原ゆう子, 岩瀬 敏. 2003. ジェットバスと渦流浴における体温調節機能の変化. *自律神経*. 40 (4) : 399-405.

<連絡先>

連絡先氏名 美和千尋

住所 〒452-0931 愛知県清須市一場 519 番地

所属 愛知医療学院短期大学

E-mail miwa@yuai.ac.jp