

て算出し、男女全体では40%台の低い割合であったが、旧C町に限定した場合は、50%を超えた回収率となった。今回のアンケート調査を健康調査との関連でのみ位置づけており、社会・経済的調査ではないので、公衆浴場の社会的な意義（住民への入浴機会の提供など）の説明は、あえて行わなかったが、追加説明の希望のあった2区（区長）に対しては、住民（班長）に直接説明し、協力を依頼した。

公衆浴場の利用頻度をみたと、[利用者]は住民の2割程度であり、男性が女性よりやや高い割合で、男女全体では60-70歳代が3割弱で最も多かった。さらに、旧B町での利用頻度が高いという居住地域間の利用頻度に有意な差が認められたが、この地域の公衆浴場が温泉であることと関連していると思われる。

公衆浴場利用者と非利用者の2項ロジスティック回帰分析から、[利用者]群は「非利用」群に比べ、一人暮らしで、体の具合で支障がなく、運動し、休養のための旅行を楽しむといった生活・行動パターンと統計的な関連が認められた。

公衆浴場に行く行為（原因）と健康であること（結果）の双方に関連する交絡要因を十分に考慮する必要がある。例えば、「家庭風呂が無い」といった経済・生活状況は公衆浴場の利用を促進するので、公衆浴場利用と健康状況・社会的支援を解釈する際の交絡因子となる。「家庭風呂があるが、健康（元気）なので、公衆浴場に行く」、「家庭風呂があるが、一人暮らしで、家庭風呂は経済的に無駄である等の理由で、公衆浴場に行く」、「家庭風呂が無いので、公衆浴場に行く」であれば、「公衆浴場利用」は結果であり、「家庭風呂の有無とは無関係に、あまり健康でないが心身の健康を維持する（もしくは隣人・知人と交流する）ため、公衆浴場に行く」であれば、「公衆浴場利用」は原因と考えることができる。公衆浴場の利用が「健康の増進」に寄与しているかどうかについて、今後、共分散構造分析などの手法を用いて、さらに詳細な検討を加える予定である。

V. 結 論

健康増進などの面からみた公衆浴場の役割の検証を目的としたベースライン調査を行った。調査は、公衆浴場の利用頻度、家庭風呂入浴状況、浴室や脱衣所での転倒状況、基本属性、医療・疾病の状況、健康生活習慣、心身の健康状態、社会的な支援である。

回収数は3,325名で、有効回答率は44.4%で、平均年齢は男性54.1（±15.9）歳、女性53.7（±16.5）歳であり、公衆浴場の利

用頻度を「月に1-2回」以上を「利用者」群とした場合、「利用者」割合は22.9%（2,835名中649名）であった。

「利用・非利用者群」間で有意差が認められた項目は、独・同居状況、年齢階級、通院状況、整骨院受療状況、歩行の支障、体の具合、運動習慣、社会的な支援（行事参加、孤独感、休養）、居住行政地域であった。「利用・非利用」の2項ロジスティック回帰分析から、「利用者」群は「一人暮らしで、体の具合で支障がなく、よく運動し、休養のための旅行を楽しむ」といった傾向が示唆された。

本研究は、平成17年度厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）「公衆浴場の利用の健康と安全に関する研究」の分担研究として実施した。

謝 辞

本調査の実施にあたり、計画段階から、ご指導をいただいたあわら市商工会徳丸俊夫氏に感謝いたします。また、調査票の配布・回収などに協力いただいた各町内会の区長、行政資料などにご協力いただいた行政機関の関係各位に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 銭湯の謎：町田忍，ソニーマガジズ，東京，2004。
- 2) 健康入浴推進の手引き—公衆浴場（銭湯）の新しい役割をさぐる—(財)全国生活衛生営業指導センター，2005。
<http://www.seiei.or.jp/>
- 3) 鏡森定信（主任研究者）：公衆浴場を利用した安全で有効な健康づくりに関する研究，平成17年度総括・分担研究報告書，厚生労働研究費補助金 健康科学総合研究事業，2006。
- 4) 阿岸祐幸：銭湯における温熱効果の予防医学的意義に関する研究，平成15年度厚生労働科学研究補助金，がん予防等健康科学総合研究事業総括研究報告，2004。
- 5) 熊野宏昭：銭湯における温熱効果の予防医学的意義に関する研究，平成15年度厚生労働科学研究補助金研究報告，入浴の心理効果・脱ストレス・休養作用，102～108頁，2004。
- 6) 鏡森定信，Alexandru Gaina，王 紅兵，他：飲用型カプセル深部体温計からみた日常生活行動—運動，温浴および睡眠を中心に—，日温気物医誌，70（4），227-237（2007）。

著者への通信先：松井利夫，〒910-8551 福井県福井市原目町39-4 福井県衛生環境研究センター

Reprint request to: Toshio Matsui, Fukui Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, 39-4, Harame-cho, Fukui, 910-8551, Japan

脳血流を主とした入浴中の血行動態から見た 安全な入浴法の検討

堀井雅恵¹⁾、鏡森定信¹⁾
麻野井英次²⁾、山田邦博²⁾

1) 富山医科薬科大学医学部保健医学教室

2) 富山医科薬科大学医学部第二内科学教室

Studies on Safe Bathing Based on the Measurement of Cerebral Hemodynamics during Bathing

Masae HORII¹⁾, Sadanobu KAGAMIMORI¹⁾

Hidetsugu ASANOI²⁾, Kunihiro YAMADA²⁾

1) Department of Epidemiology and Welfare Promotion, School of Medicine,

Toyama Medical and Pharmaceutical University

2) Second Department of Internal Medicine, School of Medicine,

Toyama Medical and Pharmaceutical University

Summary

Frequently occurred sudden deaths in the bath have become to serious problem in Japan. Sudden death in the bath possibly concerned with neurally mediated syncope. During and after bathing, bather is possibly tended to occur orthostatic intolerance by thermal stress to the circulatory dynamics. The experiment was performed focused on changes in cerebral and cardiovascular hemodynamics by postural change in the bathing to discuss the safe way of bathing.

On 9 healthy young subjects, 41±1°C bathing was performed 15 minutes, change in oxidized hemoglobin (ΔOxyHb) on the forehead as an indicator of cerebral blood flow was monitored by near-infrared spectroscopy method at interval of 0.5 s through the experiment. In sitting and upright position, blood pressure and heart rate were measured before bathing, at 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes (upright with head down) after immersion and after bathing.

Some subjects felt dizziness at upright during and/or after bathing. It suggests that orthostatic stress under heat stress is implicative even for healthy young. ΔOxyHb for subjects with dizziness at upright during bathing is significant lower below the baseline than it for subject without dizziness.

Degrees of depression of systolic blood pressure, elevation of heart rate and depression of cerebral blood flow by standing at 10 minutes after starting immersion were significant larger than their values before bathing. Degree of elevation of heart rate and depression of cerebral blood flow by

standing with head down were significant smaller than their value at standing without head down. It suggests that upright with head down reduce the orthostatic stress to the cerebral and cardiovascular hemodynamics.

Key words : Sudden Death in the bath, Thermal Stress, Orthostatic Stress, Cerebral Blood Flow

1 緒言

日本においては、健康増進やリハビリテーションなどに温浴が利用されている一方で、高齢者の入浴死亡事故の多発が問題となっている。2003年における厚生労働省人口動態統計によると、浴槽内での溺死、及び溺水は2936人で、65歳以上が88%を占めていた¹⁾。この分類には入浴中の死亡であっても病死とされたものは含まれていない。東京都における病死を含めた入浴中急死の全体数と溺死の比率から、全国の入浴中急死者数は年間約10000-14000人と推定されている^{2, 3)}。入浴中急死の特徴は65歳以上の高齢者に多く、冬季に発生が多いことであり、これらの点については入浴中急死を扱った殆ど全ての文献で一致している²⁻⁹⁾。入浴中急死の死因は心疾患、脳血管障害、溺水が主なものであるが、その内訳は県によって大きな差がある¹⁾。死体検案のみで死因が決定されている例が多く、また剖検が行われている場合でも監察医によって死因確定基準が異なり¹⁰⁾、法医学のデータからは実際の病態の把握は難しい。

入浴中急死あるいは急病の発生場所について言及している文献では死亡、あるいは心肺停止の90%が浴槽内で起こっていると報告している²⁻⁵⁾。諸外国では入浴中の死亡事故は日本に比べると少なく、サウナ浴の盛んなフィンランドでも入浴中の死亡事故は日本ほど多くないこと³⁾を考慮すると深い浴槽につかる日本独特の入浴姿勢が入浴中急死に関連しており、死因には溺水の関与が大きいと考えられる。アメリカ合衆国においてサウナよりスパ、ジャグジー、

ホットタブでの死亡が多い¹¹⁾という報告もある。

入浴中急死者の多くは自力で入浴が出来る健康状態であったと考えられるため、溺水に至るまでには、失神・意識消失が起こっているとの考えが現在有力となっている^{2, 3)}。失神の原因については熱中症と血圧低下によるもの^{2, 3)}、脳血管障害の発作によるもの^{6, 10)}などが挙げられている。

入浴中に心肺停止あるいは一過性意識障害となり救命し得た症例では、失神に至る器質的、薬物的原因が見あらず、起立性低血圧が高頻度に認められるという報告がある^{2, 12, 13)}。

最近、失神やその前駆症状のモニタリングとして脳血流測定が使われている¹⁴⁾。実際に入浴実験を行って、入浴中及び出浴後の心循環を中心とした血行動態を調べ、入浴の負荷について検討した研究例^{7, 15-18)}は多いが、入浴中の脳血流について定量的に調べたものは少ない²⁰⁾。脳血流の定量的な測定は難しいが、最近、足浴の研究で近赤外分光法による血流測定が使われており²¹⁾、近赤外分光法を用いた連続的な血流測定は可能と考えられる。

本研究では、入浴から出浴後までの動作と浴槽中での起立、出浴後の起立に着目して、脳血流の連続測定を行い、起立動作の前後で血圧、心拍数を測定した。入浴中、出浴後の心脳循環動態を健康な若年者において実験的に調べることで、入浴中急死・入浴事故の機序及び安全な入浴法を検討することを目的として研究を行った。

II 対象と方法

1. 対象

年齢 28.7 ± 6.2 歳、身長 171.4 ± 4.5 cm、体重 66.9 ± 6.9 kg（平均±標準偏差）の健康な若年男性9名を対象とした。被験者には実験の手順と目的を説明し、実験の参加に対する同意を得た。

2. 測定項目及び使用機器

脳血流の指標として、前額部の酸化型ヘモグロビンの相対変化 ($\Delta 0xyHb$) をNIR0300（浜松ホトニクス）によって近赤外分光法で連続的に測定した。血圧と心拍数は、それぞれの入浴、出浴、起立動作の前後にカフ式の自動血圧計Kenz45G（SUZUKEN）を用いて左上腕部で測定した。

3. 実験手順

実験は富山医科薬科大学保健医学教室内の環境制御室及び付置されたユニットバスにて室温 25 ± 1 ℃、湿度 50 ± 5 %で行われた。被験者は水着を着用し、前額部に脳血流のセンサーをつけ、左前腕部に自動血圧計のマンシェットを巻いた。入浴前、バスルームの外で座位の安静な状態で、NIR0300をイニシャライズし、その後、一連の実験の終わりまで、 $\Delta 0xyHb$ を0.5秒間隔で連続測定した。入浴前の安静時に座位と立位で血圧、心拍数を測定した (U0)。その後、浴室に移動し、 41 ± 1 ℃の温度で、座位にて腋下部までの水位で入浴を開始した。入浴開始から約5分後に血圧、心拍数を測定した後、被験者を浴槽中で起立させ、起立した状態で血圧、心拍数を測定し (U5)、その約1分後再び浴槽につからせた。入浴開始から約10分後に血圧、心拍数を測定した後、再び被験者を浴槽中で起立させ、起立した状態で血圧、心拍数を測定した (U10)。約一分後、再び浴槽につからせた。入浴開始から約15分後に血圧、心拍数を測定した後、頭位を低くしたまま起立させ、血圧、心拍数を測定した (UD)。その後出浴させ、風呂の縁に座らせて約5分間安静な状態を保った。その後、浴槽の縁に座った状態で、血圧、心拍数を測定した後、起立させ血圧、心拍数を測定し

た (UA)。U0、U5、U10、UD、UAの動作の前後における血圧、心拍数測定時に $\Delta 0xyHb$ の記録上にタイムマークを入れた。参考測定として4人の被験者で 36 ± 1 の入浴も行った（例数が少ないため、統計解析には含めていない）。

4. 統計処理

入浴前の起立 (U0)、入浴開始5分後の起立 (U5)、入浴開始10分後の起立 (U10)、頭位を低くした起立 (UD)、出浴後の起立 (UA) のそれぞれの動作における座位時の収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP)、心拍数 (HR)、脳血流 ($\Delta 0xyHb$) の値について欠損値のある被験者を除き、repeated measure ANOVAで解析し、その後、Dunnnettの多重比較を行った。また、U0、U5、U10、UD、UAのそれぞれの動作におけるSBP、DBP、HR、 $\Delta 0xyHb$ の座位時と立位時の差についてrepeated measure ANOVAで解析し、その後、Tuckeyの多重比較を行った。P<0.05を統計的有意差ありとみなした。

III 成績

1. 入浴中の脳血流の経時変化

それぞれ、入浴前に起立 (U0)、入浴開始5分後に起立 (U5)、10分後に起立 (U10)、15分後に脳血流の低下を防ぐ目的で頭位を低くして起立 (UD)、その後出浴し、出浴5分後に起立 (UA) の動作を行った結果、すべての被験者において、入浴中の座位時は時間と共に $\Delta 0xyHb$ が上昇するが、起立時は急な下降が見られ、入浴前の起立 (U0)、頭位を低くした起立 (UD) に比べて入浴中の起立 (U5、U10) による $\Delta 0xyHb$ の低下はるかに大きいことが観察された。Fig.1に同一被験者の 36 ℃入浴と 41 ℃入浴における $\Delta 0xyHb$ 測定の例を示す。入浴前の立位に比べて入浴中の立位 (U5、U10) で顕著な $\Delta 0xyHb$ の低下が見られ、入浴温度による比較では 36 ℃入浴より 41 ℃入浴の方が入浴中の $\Delta 0xyHb$ の上昇が大きく、立位による $\Delta 0xyHb$ の低下の程度が大きいことが見受けられた。Fig.2に 41 ℃入浴と

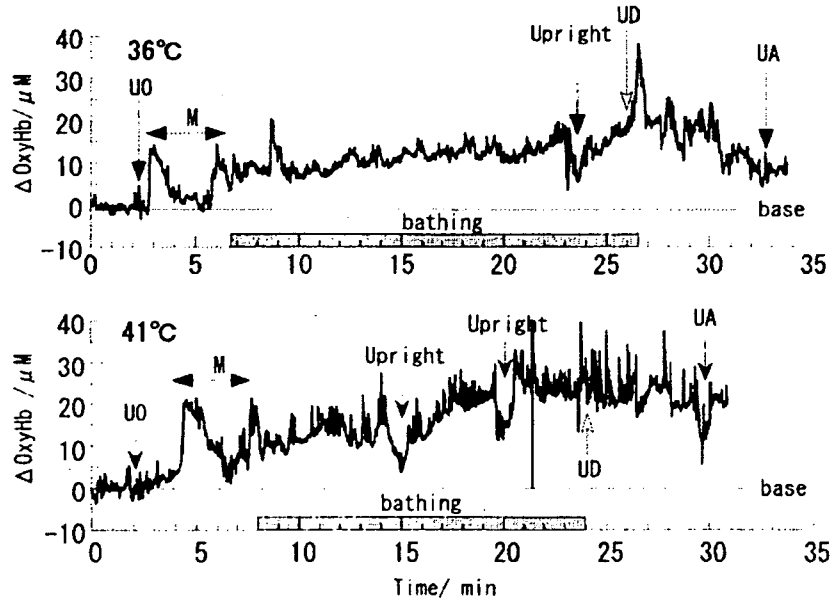


Fig.1 Time profile for ΔOxyHb of the forehead of a subject on 36°C (upper) and 41°C (lower) bathing. U0: Upright before bathing, UD: Upright with head -down and step out from bathtub UA: Upright after bathing.

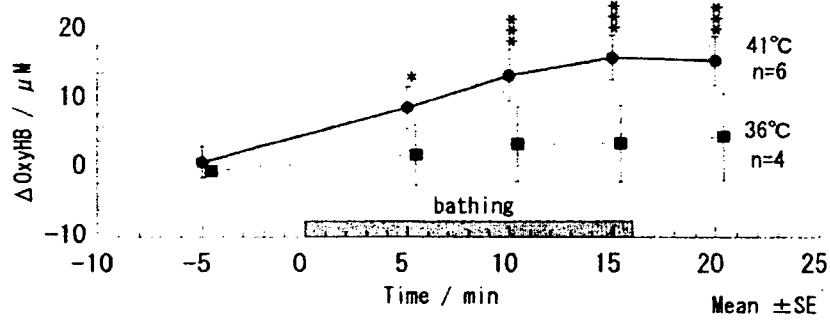


Fig.2 Changes in ΔOxyHb of the forehead during bathing (41 °C and 36 °C). *: $P < 0.05$ compared with baseline, ***: $P < 0.001$ compared with baseline (Dunnnett's multiple comparison).

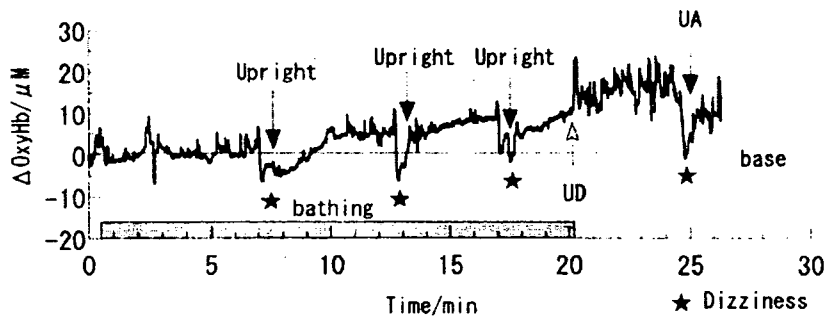


Fig.3 Time profile for ΔOxyHb of the forehead of the subject with dizziness at uprights during and after bathing. UD: Upright with head-down and step out from bathtub, UA: Upright on 5 minutes after bathing.

37℃入浴について入浴前、入浴開始後5分、10分、15分、出浴後5分における被験者間の平均値を示す。

また、9人中4人の被験者に入浴中の立位時あるいは出浴後の立位時に立ちくらみの症状があった。Fig.3は、入浴中の立位時(U5、U10)、出浴後の立位時(UA)に立ちくらみの症状があった被験者の Δ OxyHbの経時変化を示す。立ちくらみの症状がなかったFig.1の例に比べて立位時の Δ OxyHbの下降が大きく、入浴前のベース

ラインを下回る傾向が見受けられた。

座位時の Δ OxyHb、立位時の Δ OxyHb、立位時と座位時の Δ OxyHbの差について、立ちくらみの症状があった被験者となかった被験者の比較をTable 1に示す。立ちくらみ症状のあった被験者については立ちくらみを起こした起立時の平均、なかった被験者については入浴中の起立(U5、U10)、出浴後の起立(UA)を平均したデータを用いた。検定は対応のないt検定を行った。座位時の Δ OxyHbは両者で有意差がないが、立位時の Δ OxyHbは、立ちくらみありの被験者においてベースラインを下回って負の値となっており、立ちくらみなしの被験者と有意差が認められた(P<0.05)。立位時と座位時の Δ OxyHbの差についても立ちくらみありとなしで有意差があった(P<0.05)。

2. 座位における血圧、心拍数、脳血流の変化

Table 2に入浴前、入浴開始5分後、10分後、15分後、出浴5分後の座位時における収縮期血圧(SBP)、拡張期血圧(DBP)、心拍数(HR)、脳血流(Δ OxyHb)のrepeated measure ANOVA及びDunnellの多重比較の結果を示す。

SBPは入浴中上昇する傾向があり、入浴前値と入浴15分後の値に有意差があった(P<0.05)。

Table 1 Comparisons between subjects without dizziness and subjects with dizziness at upright during and after bathing on Δ OxyHb at sitting, at upright and the difference.

	Dizziness(-) n=5	Dizziness(+) n=4
Δ OxyHb_sitting (μ M)	13.1 \pm 5.9	12.5 \pm 2.1
Δ OxyHb_upright (μ M)	5.9 \pm 1.9	-2.6 \pm 1.3 *
Δ Δ OxyHb (μ M)	-7.1 \pm 1.9	-15.1 \pm 2.2 *

Mean \pm SE

*: P<0.05 (unpaired t test)

Table 2 Hemodynamic parameters at sitting position before, during and after bathing.

	Before	5min	10min	15min	After	RM ANOVA
SBP (mmHg) n=7	102.9 \pm 2.4	109.3 \pm 2.3	110.1 \pm 2.6	117.6 \pm 4.4	103.4 \pm 3.4	P < 0.05
DBP (mmHg) n=7	69.9 \pm 3.5	64.6 \pm 3.7	55.6 \pm 3.8	48.3 \pm 4.3	56.4 \pm 4.6	P < 0.001
HR (/min) n=6	76.0 \pm 3.9	82.5 \pm 4.1	92.2 \pm 3.6	97.3 \pm 4.4	90.7 \pm 3.5	P < 0.001
Δ OxyHb (μ M) n=6	0.95 \pm 2.3	8.9 \pm 3.1	13.6 \pm 3.8	16.2 \pm 3.2	15.7 \pm 3.5	P < 0.001

Mean \pm SE

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001 compared with the value before bathing (Dunnell's multiple comparison). SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HR: Heart rate, RM ANOVA: Repeated measure analysis of variance.

Table 3 Difference between sitting and upright on the hemodynamic parameters.

	U0(before)	U5 (5min)	U10 (10min)	UD	UA(after)	RM ANOVA
Δ SBP (mmHg) n=7	1.4±2.8	-15.0±5.5	-15.3±2.2	-11.1±4.0	-6.6±4.0	P < 0.05
Δ DBP (mmHg) n=7	5.1±3.0	-3.1±2.4	-3.9±2.3	5.7±4.2	3.7±4.3	P = 0.143
Δ HR (/min) n=6	4.5±4.4	10.7±3.7	22.7±4.7	12.5±3.9	6.7±4.6	P < 0.001
Δ Δ OxyHb (μ M) n=6	-3.6±0.8	-8.0±1.5	-11.6±2.1	-5.1±0.9	-13.6±2.6	P < 0.001

Mean \pm SE

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001 (Tukey's multiple comparison). SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HR: Heart rate, RM ANOVA: Repeated measure analysis of variance.

SBPは入浴5分後には入浴前値に戻っていた。DBPは入浴中下降する傾向があり、入浴前値と入浴開始10分後 (P<0.01)、15分後 (P<0.001)、出浴5分後 (P<0.05) に有意差があった。HRは入浴中上昇する傾向があり、入浴前値と入浴開始10分後 (P<0.01)、15分後 (P<0.001)、出浴5分後 (P<0.05) に有意差があった。 Δ OxyHbは入浴中上昇する傾向があり、入浴前値と入浴開始5分後 (P<0.05)、入浴開始10分後 (P<0.001)、15分後 (P<0.001)、出浴5分後 (P<0.001) に有意差があった。

3. 血圧、心拍数、脳血流の座位時と立位時の差

Table 3に入浴前 (U0)、入浴開始5分後 (U5)、入浴開始10分後の起立 (U10)、頭位を低くした起立 (UD)、出浴後の起立 (UA) のそれぞれの動作における収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP)、心拍数 (HR)、脳血流 (Δ OxyHb) の起立時と座位時の差についてのrepeated measure ANOVAとTukeyの多重比較の結果を示す。SBPは、入浴開始5分後 (U5) と10分後 (U10) で大きな低下を示し、頭位を低くした立位 (UD) でも依然低下が大きい、出浴5分後にはかなり回

復している。SBPについては、U0とU10の間に有意な差があった (P<0.05)。DBPは、U0、UD、UAでは上昇したが、入浴中の起立のU5、U10では、下降していた。しかし、DBPについては、統計的に有意な変化は見られなかった。HRは、入浴の時間が長くなるほど起立による上昇が大きくなり (U5、U10)、UDでも依然上昇が大きく、UAでかなり回復する。HRについては、U10とU0 (P<0.001)、U10とU5 (P<0.05)、U10とUD (P<0.05)、U10とUA (P<0.001) に有意差があった。 Δ OxyHbについては、座位時の Δ OxyHbが入浴時に上昇し続けるため、差も次第に大きくなる傾向があるが、頭位を低くした起立 (UD) では、低下の程度がU0と同じ程度に小さくなっていた。 Δ OxyHbについては、U0とU10 (P<0.05)、U0とUA (P<0.01)、U10とUD (P<0.05)、UDとUA (P<0.01) に有意差があった。

IV 考察

1. 入浴中の脳血流の経時変化

本実験では脳血流の指標として Δ OxyHbを用いた。脳血液の酸素飽和度、血液Hb濃度、脳細胞の代謝が変化しなければ、起立時にお

る $\Delta 0xyHb$ の低下は脳血流の減少を意味すると考えられる¹⁴⁾。入浴前 (U0) に比べて入浴中の起立 (U5, U10)、出浴後の起立による $\Delta 0xyHb$ の低下が大きく、36℃より41℃の方が入浴中の起立による $\Delta 0xyHb$ の低下が大きかった (Fig.1)。座位時の $\Delta 0xyHb$ は41℃入浴中上昇する傾向が見られ、36℃より上昇の程度が大きかった (Fig.2)。温熱効果による血管拡張反応のために起立時に血液が下肢へ移動し、静脈還流が減少し、血圧が低下することと関連すると考えられる。

$\Delta 0xyHb$ は脳の比較的表層に近い部分を測定しているため、皮膚血流の増大の影響も含まれている可能性があり、このデータから41℃入浴による脳血流の上昇を結論付けることはできないが、42℃の足浴において血液量の増大と脳圧の亢進が示唆されており²¹⁾、40度以上の温浴では脳血流は上昇している可能性がある。今後、表層の影響を受けにくい空間分解分光法 (SRS) のパラメータ²²⁾も併せて考慮し、確認する必要がある。

本研究の実験において立ちくらみ症状を自覚した事例が少なからずあった。40℃以上での入浴中、入浴後は若年者でも起立性失調を起こしやすい状況にあると言える。立ちくらみを起こした事例では起こしていない事例に比べて $\Delta 0xyHb$ の低下の程度が大きく ($P<0.05$)、起立時の $\Delta 0xyHb$ もベースラインを下回り、有意に低い値を示した ($P<0.05$) (Table 1)。 $\Delta 0xyHb$ の測定は失神やその前駆症状の診断に有効である可能性がある。

2. 座位における血圧、心拍数、脳血流の変化

入浴時の座位におけるSBPは上昇する傾向にあり、15分後の値は入浴前値と有意差があった ($P<0.05$)。先行文献では血管拡張のため入浴中、下降し続けるか^{7, 15)}、入浴直後に静水圧による静脈や胸郭の圧迫で一時的に上昇した後、血管拡張のため下降する例が多く¹⁶⁻¹⁹⁾、本研究の結果と矛盾する。本実験では、入浴中に起立を繰

り返しているため、そのことが座位時の値に影響しているのかもしれない。

DBPは下降する傾向にあり、10分後 ($P<0.01$)、15分後 ($P<0.01$)、出浴後 ($P<0.05$) の値に入浴前値と有意差があった。このDBPの下降する傾向については従来文献と矛盾しない^{7, 15-19)}。

HRは上昇する傾向にあり、10分後 ($P<0.01$)、15分後 ($P<0.01$)、出浴後 ($P<0.05$) の値に入浴前値と有意差があった。心拍数の上昇は交感神経の亢進によって40℃以上の入浴で通常観察される現象である^{7, 15-19)}。

$\Delta 0xyHb$ については入浴中上昇する傾向が見られ、5分後 ($P<0.05$)、10分後 ($P<0.001$)、15分後 ($P<0.001$)、出浴後 ($P<0.001$) の値に入浴前値と有意差があった。 $\Delta 0xyHb$ のデータの考察については前項でふれた。

3. 血圧、心拍数、脳血流の座位時と立位時の差

1) 入浴時間による比較 (U5, U10)

SBP, HR, $\Delta 0xyHb$ について入浴前値と入浴開始10分後の間に有意差が見られ (それぞれ $P<0.05$, $P<0.001$, $P<0.05$)、入浴後10分で起立による収縮期血圧の低下、心拍数の上昇、脳血流の低下が大きく、入浴前より起立の負荷が大きくなっていると考えられる。特に心拍数では入浴開始後5分の値と10分の値にも有意差が見られ ($P<0.05$)、5分間の入浴より10分間の入浴の方がより負荷が高いことがわかった。

2) 起立の姿勢による比較 (U10, UD)

HRと $\Delta 0xyHb$ について入浴開始10分後の起立と15分後の頭位を低くした起立に有意差が見られ (それぞれ $P<0.05$)、頭位を低くすることで心拍数の上昇と脳血流の低下が抑えられ、起立の負荷が軽減されることがわかった。 $\Delta 0xyHb$ については頭位を低くした起立と出浴後5分での起立にも有意差があった ($P<0.01$)。

V まとめ

- 1) 入浴中の $\Delta OxyHb$ の測定から入浴中の起立によって起こる脳血流の低下は入浴前より大きく、 37°C より 41°C での入浴の方が低下の程度が大きかった。出浴から5分程度経過しても温熱の効果が残っており、起立による脳血流の低下は入浴前より大きい傾向がある。
- 2) 他のパラメーターも考慮する必要があるが、 $\Delta OxyHb$ の座位時の測定によると入浴中の脳血流は上昇している可能性がある。
- 3) 被験者はすべて若年者であるが、入浴中の起立実験で立ちくらみ症状を呈した被験者が少なからずあった。立ちくらみ症状があった被験者となかった被験者の $\Delta OxyHb$ を比較すると立ちくらみ症状があった被験者では起立時の値が入浴前のベースラインより下がる傾向があり、座位時と起立時の $\Delta OxyHb$ の差が立ちくらみのなかった被験者に比べて有意に大きかった。近赤外分光法を用いた $\Delta OxyHb$ 測定は失神やその前駆症状の診断に有効である可能性がある。
- 4) 41°C 入浴10分で起立による収縮期血圧の低下、心拍の上昇、脳血流の低下の程度が大きくなり、入浴時間が長くなると起立負荷が大きくなることがわかった。
- 5) 起立の際に頭位を低く保つと心拍の上昇、脳血流の低下を軽減できることがわかった。
 40°C 以上の高温浴、長時間の入浴は、循環動態に与える影響が大きく、心事故の危険を増すことが従来から指摘されているが^{2)・9)}、入浴中の起立の実験から 40°C 以上の高温浴、長時間の入浴は起立による負荷も増大させることがわかった。また、入浴後5分経過しても温熱の起立負荷に対する効果は続いていると考えられる。頭位を低くした姿勢は体位変化による脳循環への負担を軽減するのに有効であり、頭位を低くして出浴し、出浴後しばらく休息が取ることが必要であると考えられる。

本研究では若年者を対象として実験を行ったが、入浴事故の多くを占める高齢者においては、起立性低血圧の傾向や自律神経機能の低下、動脈硬化の影響などを考慮すると、温熱効果がある状態での起立は、より心・脳循環に対する負担が高いと考えられる。

謝辞

本研究は厚生労働科学研究補助金（健康科学総合研究事業）の一環として実施された。

参考文献

- 1) 厚生労働省：人口動態統計，2003.
- 2) 堀進吾，中村岩男，鈴木昌，他：寒冷期における中高年者の入浴中の事故 救急医学の面から，日本医事新報 2000；3996：15-20.
- 3) 中村岩男：失神と入浴急死，Heart View 2002；6：1163-1168.
- 4) 吉岡尚文，二部恒美，丸山啓司，他：浴室での内因性急死例の実態調査と問題点について，法医学の実際と研究 1998；41：353-359.
- 5) 秋山久尚，相馬一玄，大和田隆，他：老年者の入浴中に発生した心肺機能停止症例の最近10年間の臨床的検討，日救急医学会誌 1999；10：132-140.
- 6) 稲村啓二：高齢者の入浴中の急死の検討，法医学の実際と研究 1995；38：349-351.
- 7) 重臣宗伯，佐藤ワカナ，門山啓司，他：高齢者の入浴突然死に関する調査研究，日救急医学会誌 2001；12：109-120.
- 8) 奈良昌治，谷源一，小松本悟：高齢者の入浴事故死の医学的および社会的検討，日本老年医学会雑誌 1994；31：352-357.
- 9) 舟山真人，山口吉嗣，徳留省吾，他：東京都監察医務院で扱った最近の入浴急死，法医学の実際と研究 1989；32：301-307.
- 10) 黒崎久仁彦，栗岩ふみ，原修一，他：入浴中急死例における死因決定の現状と問題点，法医学の実際と研究 2002；45：175-180.

- 11) Press, E: The Health Hazards of Saunas and Spas and How to Minimize Them. American Journal of Public Health 1991 ; 81: 1034-1037.
- 12) 副島京子, 堀進吾, 藤島清太郎, 他: 入浴中急死の原因として神経調節性失神の関与が考えられた2症例. 日本救命医療研究会雑誌 1997 ; 11: 57-62.
- 13) 鈴木昌, 堀進吾, 藤島清太郎, 他: 入浴中に意識障害が発生し救助された1例. 日救急医学会誌 1999 ; 20: 102-103.
- 14) 田中英高, 松島礼子, 山口仁: 小児科領域における近赤外線脳酸素モニタの臨床応用—起立性調節障害における脳循環動態の評価について—. 臨床医のための近赤外分光法(脳代謝モニタリング研究会編), 新興医学出版社, 東京, 2002 ; p134-139.
- 15) 桑島巖: 寒冷期における中高年者の入浴中の事故 循環動態の面から. 日本医事新報 2000 ; 3996: 1-4.
- 16) 美和千尋, 岩瀬敏, 小出陽子, 他: 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 1998 ; 26: 355-361.
- 17) 栲木晶子, 長弘千恵, 長家智子, 他: 入浴中の循環動態の変化に関する基礎的研究 高齢者を対象に . 日循予防誌 2004 ; 39: 9-14.
- 18) Nagasawa Y, Komori K, Sato M, et al.: Effects of Hot Bath Immersion on Autonomic Activity and Hemodynamics -Comparison of the Elderly Patient and the Healthy Young-. Jpn Circ J 2001; 65: 587-592.
- 19) Allison TG, Miller, TD, Squires, RW, et al.: Cardiovascular Responses to Immersion in a Hot Tub in Comparison With Exercise in Male Subjects With Coronary Artery Disease. Mayo Clin Proc 1993 ; 68: 19-25.
- 20) 渡邊弘美, 頼住孝二: 健康成人において温水浴が脳血流量に及ぼす影響 — Technetium-99m ethyl cysteinate dimmer 使用の Patlak plot 法による定量的検討—. 日温気物医誌 1997 ; 60: 96-100.
- 21) Xu FH, Uebaba K: Temperature Dependent Circulatory Changes by Footbath-Changes of Systemic, Cerebral and Peripheral Circulation-, J Jpn Assoc Phys Med Balneol Climatol 2003 ; 66: 214-226.
- 22) 酒谷薫: 基礎原理 Q&A. 臨床医のための近赤外分光法(脳代謝モニタリング研究会編), 新興医学出版社, 東京, 2002 ; p1-9.

連絡先: 〒930-0194 富山市杉谷2630 (Tel 076-434-7274 Fax 076-434-5022)
富山医科薬科大学医学部保健医学教室 堀井 雅恵
e-mail: horiims@eng.toyama-u.ac.jp