

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：36101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10732

研究課題名（和文）心機能変動予測システム開発のための入浴負荷による心機能変動因子の解明

研究課題名（英文）Elucidation of factors contributing to changes in cardiac function with bathing for the development of a prediction system for changes in cardiac function.

研究代表者

山口 豪（Yamaguchi, Takeshi）

四国大学・看護学部・准教授

研究者番号：60532182

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：今回は夏季において主に全身浴で入浴に伴う循環器系の変化のデータを取得した。対象者は健康成人男性である（n=10）。

入浴中は入浴前に比べ脈拍数（心拍数）が有意に増加するが、出浴後は抑制される。血圧は収縮期血圧、拡張期血圧ともに入浴中は減少し、出浴後は増加して入浴前とほぼ同じレベルまで戻る。ただし有意差は認めなかった。心臓の自律神経活動について入浴中は副交感神経活動（HF）が抑制された。一方、交感神経活動（L/H）に関しては入浴中有意に増加した。心エコー（n=5）では現在収縮能である左室駆出率を検討しており、出浴直後には有意に増加していることから入浴中にも有意に増加するのではないかと予想している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は健康成人男性を対象としており、入浴事故の主体たる犠牲者である高齢者を現在は対象としていない。しかし、現段階は高齢者を対象とする前の段階であり、その基礎データは高齢者を対象とした段階では必ず生きてくる。特に、入浴に関して心エコーを加えた研究はほとんどなく、入浴という日常生活行動と心機能の関係を客観的に評価する点では学術的に非常に意義がある。また、本研究は看護師が行っているという点でも意義があると考えている。看護師は医療機関だけではなく、地域や在宅でも働いている。入浴事故は圧倒的に自宅で発生するため、その評価・予防に看護師が関与・貢献することは社会的に意義があると考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we obtained data on changes in the circulatory system during bathing, primarily with full-body immersion, during the summer season. The study participants were healthy adult men (n=10).

During bathing, the heart rate significantly increased compared to before bathing, but it was suppressed after bathing. Both systolic and diastolic blood pressures decreased during bathing and returned to nearly the same level as before bathing after bathing, although the differences were not statistically significant. The parasympathetic nervous system activity (HF) was inhibited during bathing, while the sympathetic nervous system activity (L/H) significantly increased. We are also investigating the left ventricular ejection fraction as a measure of myocardial contractility using echocardiography (n=5). We expect that it will significantly increase during bathing based on the significant increase observed immediately after bathing.

研究分野：心臓解剖学・心臓生理学

キーワード：入浴 心エコー 心臓自律神経活動 心拍変動解析 入浴可否判断 看護師

### 1. 研究開始当初の背景

日本人にとって入浴は日常の楽しみであり、最も身近な日常生活活動の1つでもある。しかし、日本人の好む高温の湯に肩までつかる入浴方法は身体への負荷が大きく、日本では2011年の推計で17,000人が入浴中に心臓機能停止または死亡している。また、2014年の家庭の浴槽での溺死者数は4,866人であった。このように入浴による死亡者が毎年多く出ているにも拘らず、入浴に関する心臓の形態的・機能的変化を検討したものは、心筋梗塞や高血圧患者を対象とした報告はいくつか見られるが、健常者に関する報告はほとんどない。これは疾患を持つ対象者に比べて、健常者では解析する必要性は低く、さらに直接的に心臓を観察することができないためであり、入浴における心機能の研究は末梢の血圧や心拍数などから間接的に心機能を評価するものが中心であった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、入浴負荷による心機能変動予測システムを作製するために、入浴による負荷が心臓の構造や機能に及ぼす影響とその因子との関係を明らかにすることである。

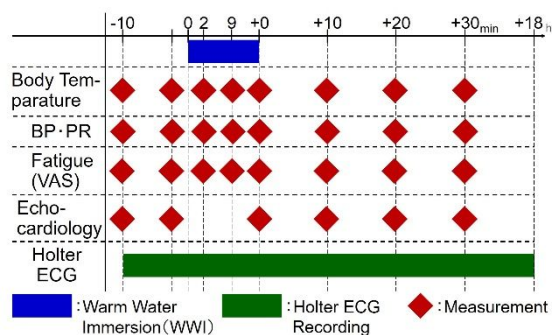


Fig.1 Experimental Protocol

### 3. 研究の方法

(実験の実際の流れは Fig. 1 を参照)

当初、全身浴と半身浴との比較を考えていたが、コロナ禍のため被験者が集まらず、あまり頻回に実験ができなかったこと、心エコーや心拍変動解析など新たなデータ・解析を行うにあたり、基準となるデータが不足しているため、当面は全身浴のみを行うこととした。室温  $25 \pm 1$ 、湯温  $40 \pm 1$ 、入浴水位を腋窩2横指下(全身浴)で行った。被験者は健常成人男性とし、水着に着替え、胸部にホルター心電計の電極を貼付したのち、居室にてベッド上仰臥位で待機し、各種体温(腋窩温、前額部皮膚温)、血圧・脈拍数、自覚的疲労度、心エコーを測定した。自覚的疲労度は日本疲労学会の抗疲労臨床評価ガイドラインで示されている疲労感 Visual Analogue Scale 検査(以下、疲労 VAS)を用いた。被験者は入浴以外の時間帯は保温のため、バスローブを着用している。また、本研究は四国大学研究倫理審査専門委員会の承認(承認番号: 28005)を得ている。

### 4. 研究成果

#### (1) 結果

本実験中の環境温に関して室温は  $26.2 \pm 0.8$ 、湿度は  $66.6 \pm 5.0\%$ であった。湯温は  $39.8 \pm 0.6$ であった。

入浴前・中・後で腋窩温は入浴中低下するものの有意な差は認めなかった。また、前額部皮膚温は外気温の影響を受けるため変動が大きかったが、大きな差は認めなかった。

末梢循環の指標(n=9)に関して入浴中は入浴前に比べ脈拍数(心拍数)が有意に増加するが、出浴後は抑制される(Fig.2)。血圧は収縮期血圧、拡張期血圧ともに入浴中は減少し、出浴後は増加して入浴前とほぼ同じレベルまで戻る。ただし有意差は認めなかった。これらのデータをもとに心筋酸素消費量(PRP)を算出したが、有意な変化は認めなかった。

疲労 VAS を用いた自覚的疲労度に関しては、入浴9分以降は疲労度が上昇するが、こちらも有意な変化を認めなかった。

心臓の自律神経活動(n=9)に関して、入浴中は副交感神経活動(HF)が抑制される傾向にあったが有意差は認めなかった。一方、交感神経活動(L/H)に関しては入浴中有意に増加した(Fig.3)。

心エコー(n=5)では現在収縮能である左室駆出率(EF)を検討しており、出浴直後には有意に増加している(Fig.4)ことから入浴中にも有

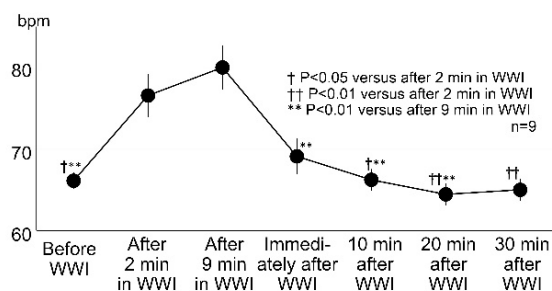


Fig.2 Changes in PR(Pulse Rate)

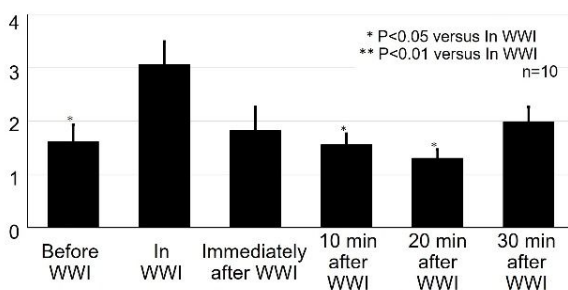


Fig.3 Changes in L/H

意に増加するのではないかと予想している。

(考察)

以上の結果より環境温は安定していた。また、体温も大きな変化は認めなかった。末梢循環指標に関して今回は入浴中に不整脈を認めなかったことから、脈拍数=心拍数として考えてもよい。そこから、心拍数は入浴中有意に上昇するものの、血圧は低下傾向にあるのは代償性変化と考えている。ただし、血圧で有意差が出なかったのは被験者数が少ないためなのか、または被験者が健常成人男性であるため、そこまで大きく変化しなかったのかもしれない。そのため PRP も有意な差が出なかった。

また入浴中はリラックスするというイメージがあるため HF が活性化するように思っていたが、結果は抑制傾向であった。反対に入浴中は L/H が有意に活性化していた。これは入浴が身体にとっては意識しないにせよ、やはり負荷がかかる行為であることが分かる。ただし HF が有意ではなかったのは、若年健常男性であったことと、被験者に訊いたところ、自宅ではなく下宿している被験者はほとんどシャワー浴であり、そもそも入浴習慣が少ないため、本人にとっては軽い負荷だったのかもしれない。

EF に関して今回は入浴中のデータの取得が困難であったため、出浴直後のデータからしかわからないが、出浴直後は有意に増加していた。以上から入浴中も EF が増加していることが示唆される。

今回は被験者を健常成人男性としているため、入浴負荷といってもそこまで大きな負荷とは言えない。そのため結果的に特に末梢循環指標では有意な変化が出なかったものも多い。しかし高齢者ではこの負荷は大きなものになると考えられる。

(今後の課題・展望)

最終的には高齢者を対象とする研究にもっていくが、まだ基礎的なデータに不足がある。今後さらに例数を重ねる必要がある。ただし、高齢者を対象とする場合は倫理的に困難な場合が多いため、代替手段として動物実験も検討している。また、看護師はエコーを使うことが法的に問題はないが、なかなか正確に扱うことが困難である。そこで EF は看護師が測定できるバイタルサイン等で求める予測式を作製することを検討している。

近年、入浴事故に伴う随伴症状として意識障害と疲労感があることが報告されている (Suzuki, M. et al. Intern Med. 2019)。そこで、意識障害の指標として脳血流を測定することを検討している。さらに、やはり入浴中の心臓の負荷を予測するにも入浴中の心エコー (特にドプラ心エコー) が必要である。今後は入浴中の心エコーが測定できるよう検討したい。

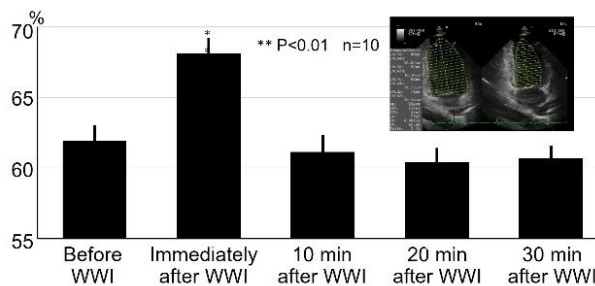


Fig.4 Changes in LVEF (Inset: Raw Data)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山口豪、杉本美優、亀岡優奈、福田一樹、渡辺真帆、荒駒唯、矢野英樹、奥田泰子
2. 発表標題 入浴における左室拡張能の心エコーを用いた解析 -特にE波に着目して-
3. 学会等名 第20回コ・メディカル形態機能学会 学術集会・総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口豪、奥田泰子
2. 発表標題 入浴における左室駆出率の経時的変化に関する心エコーを用いた解析
3. 学会等名 第42回日本看護科学学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口豪
2. 発表標題 Bachmann筋束の走行と形態
3. 学会等名 第128回日本解剖学会全国学術集会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takeshi Yamaguchi, Hideki Yano, Yasuko Okuda
2. 発表標題 Echocardiographic and electrocardiographic analyses of cardiac function analysis during bathing
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口豪、渡辺真帆、後藤唯、唐津朋実、住田菜々美、田上玲那、奥田泰子
2. 発表標題 入浴における左室収縮能および拡張能の心エコーを用いた解析
3. 学会等名 コ・メディカル形態機能学会第19回学術集会・総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口豪、奥田泰子
2. 発表標題 入浴における左室収縮能と心臓自律神経活動の心エコーを用いた解析
3. 学会等名 第9回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口豪、白木克実、切塚茜、石川菜々子、安里優里香、向井隆一郎、下村芽依、平岡知夏、棧敷久美子、中川秀幸
2. 発表標題 遮断薬カルベジロールはイソプロテレノールによる異常Q波の出現を抑制する
3. 学会等名 コ・メディカル形態機能学会 第18回学術集会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中川秀幸、酒井仁美、山口豪
2. 発表標題 オニオコゼ ( <i>Inimicus japonicus</i> ) 背びれ刺毒に由来するレクチンの精製と作用
3. 学会等名 第72回 日本薬理学会西南部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Yamaguchi, Ryuuchirou Mukai, Chinatsu Hiraoka, Hideyuki Nakagawa
2. 発表標題 Carvedilol inhibits the emergence of waves resembling abnormal Q waves, and the spread of inflammation and fibrosis induced by isoproterenol toward the epicardium
3. 学会等名 The 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口豪、向井隆一郎、平岡知夏、島田達生、中川秀幸
2. 発表標題 遮断薬カルベジロールはイソプロテレノールによる心筋傷害、および心外膜の線維化を抑制する
3. 学会等名 第125回 日本解剖学会総会・全国学術集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	奥田 泰子 (Okuda Yasuko)  (30330773)	広島文化学園大学・看護学研究科・教授  (35412)	
研究分担者	富澤 栄子 (Tomizawa Eiko)  (60709096)	国際医療福祉大学・小田原保健医療学部・教授  (32206)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------