

# Physiological and Subjective Responses to Sauna Bathing and Applications in Nursing

宮園, 真美  
九州大学大学院保健学部門 臨床看護学講座

<https://doi.org/10.15017/19720>

---

出版情報：九州大学, 2010, 博士（芸術工学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：

## 第3章

### 頸部下ドーム型サウナ使用時の高齢者の生理・心理反応

### 3.1.はじめに

第2章では、健常若年者を対象として頸部下ドーム型サウナを使用した際の生理・心理反応の結果を得た。頸部下ドーム型サウナを使用することによって入浴と同等の体温上昇が約0.8℃見込まれ、入浴時に起こる血圧の著明な変動や心負荷が少ないことが証明された。健常若年者においては、頸部下ドーム型サウナの使用は中間温度60-85℃(以下ML)で、安全に温熱効果を利用できると考える。

本章では、第2章の結果を受けて対象を健常高齢者として頸部下ドーム型サウナ使用による生理・心理反応を明らかにする。高齢化率が65歳以上の人口比率21%以上となったわが国で高齢者の健康維持増進のための取り組みは必須である。医療費高騰の折、温熱効果を活用した薬を使用しない循環動態へ働きかける看護援助は、その方法を開拓することで対象にも有意義であり社会的にも貢献するものと考え。

対象が高齢者であることで、本実験で考慮すべき点は、加齢に伴う機能低下が全身温熱負荷によってどのように影響を受けるかという点である。特に、細胞外液量が少ない高齢者は容易に脱水になる危険性があるため、事前の十分な水分補給方法の検討が必要である。健常若年者では実験前の200mlの水分補給を行っていたため、脱水率を1.3%に留めることができた。高齢者では発汗量は若年者より少ないと予測されるが、どの程度の飲水を促すのが最良の方法なのか検討する必要がある。また、心肺機能の低下に伴う循環動態の変化に十分な注意が必要である。そして、温冷感の温度識別能の低下のために全身温熱に対する感受性が遅れるため、主観的な申告だけでは判断できない異常が潜伏している可能性も考慮しなくてはならない。以上の点を考慮しつつ、本実験では、サウナによる温熱刺激が及ぼす高齢者の生理・心理反応についての基礎的データを得ることを目的に、若年者実験(第1章)と同様に2条件の温度レベルにおける反応を比較するとともに、看護実践に向けてのサウナの適用を検討する。

### 3.2. 実験方法

#### 1)被験者

対象者は、事前に集合してもらい、循環器専門医師の問診による健康チェックを行った。高血圧、循環器疾患等の既往がなく薬物療法中でない健常高齢男性12名(年齢:70.0±4.1歳、身長:162.7±4.5cm、体重:58.3±7.6kg)を被験者とした。被験者には研究内容について十分な説明を行い書面による同意を得た。実験の目的、方法、手順は次の内容について資料を使用して説明した。①予測される問題点:脱水の危険性や採血による疼痛。②危険が予測される場合は即時実験を中止する。③医学的判断と対処は内科医が専門的に行う。④実験への協力は撤回可能であり、撤回による不利益はない。⑤得られた情報は厳重に管理しプライバシーを守る。本研究は「入浴・サウナ浴を用いた心疾患患者における治療的ケアプログラムの開発」の一環として、九州大学医系地区部局倫理審査委員会の承認を受けた。

#### 2)実験期間、場所

2008年4月に、九州大学大学院医学研究院保健学部門、保健学本館内実験施設において実施した。

#### 3)実験条件

頸部下ドーム型サウナ(以下ドーム型サウナ(家庭用遠赤外線サウナ、「スマーティ」(フジカ)を使用))の総出力100%:70-90℃(以下HL)と総出力50%:60-85℃(以下ML)の2種類のサウナドーム温度を実験条件とし、一人の被験者に対し2回の実験を、時間帯を統一して別の日に実施した。室温平均は22.9±0.9℃、平均相対湿度は50.1±4.1%であった。被験者の衣服はトランクスとガウンタイプの病衣とした。また、実験前日から施行日の禁酒と実験開始2時間前を絶食とすることを注意事項とした。

#### 4)実験手順と測定項目(図3.1.)

被験者は排尿、300mlの飲水をした後、実験室へ移り10分間の安静臥床とした。その後、事前に各条件の温度レベルに設定し、電源をONにしたままで準備しておいたド

ーム型サウナを被験者に被せ30分、電源をOFFして30分、ドーム型サウナを除去して30分、計100分間安静臥床とした(図3.2.)。10分間の安静時間からドーム型サウナを除去するまでの100分間に、血圧および心拍数(オムロンデジタル自動血圧計HEM-9000AI)、深部体温(熱流補償法(額部における深部体温))の測定(テルモ社製コアテンプCM-210型)と、主観的温冷感(「熱い」「温かい」「やや温かい」「どちらでもない」「やや涼しい」「涼しい」「寒い」の7項目)、温熱的快適感(「とても快適」「快適」「やや快適」「どちらでもない」「やや不快」「不快」「とても不快」の7項目)の自己申告による調査を行った。実験の前後には体重測定(測定精度1g:ID1Plus KCC150; METTLER)と採血(血算、ヘマトクリット値、ヘモグロビン値、血小板、PAI-1(plasminogen activator inhibitor-1:線溶阻止因子の一つ))を行った。

本実験では、主観的な気分を評価するものとして(Japanese UWIST mood adjective checklist, JUMACL(箱田 2005))を用いた。また、実施の次の日に睡眠や疲労に関する聞き取り調査を電話により行った。

##### 5)統計解析

測定結果は全て平均値(標準偏差)で示した。深部体温、血圧、心拍数の経時変化の検定には、2つの温度レベルと51回反復する測定値の時系列変化に対して、反復測定分散分析(repeated-measure Analysis of Variance)を行った。多重比較検定にはBonferroniを用いた。深部体温、血圧、心拍数の最低値と最高値の比較、および体重減少量、排尿量、血液データ、気分調査チェックリスト点数の条件間およびサウナ実施前後の比較には、対応のあるt検定(paired t-test)を用いた。また、統計解析ソフトには、PASW Statistics 18およびPASW Advanced Statistics18を使用した。統計処理において危険率5%未満を有意水準とした。

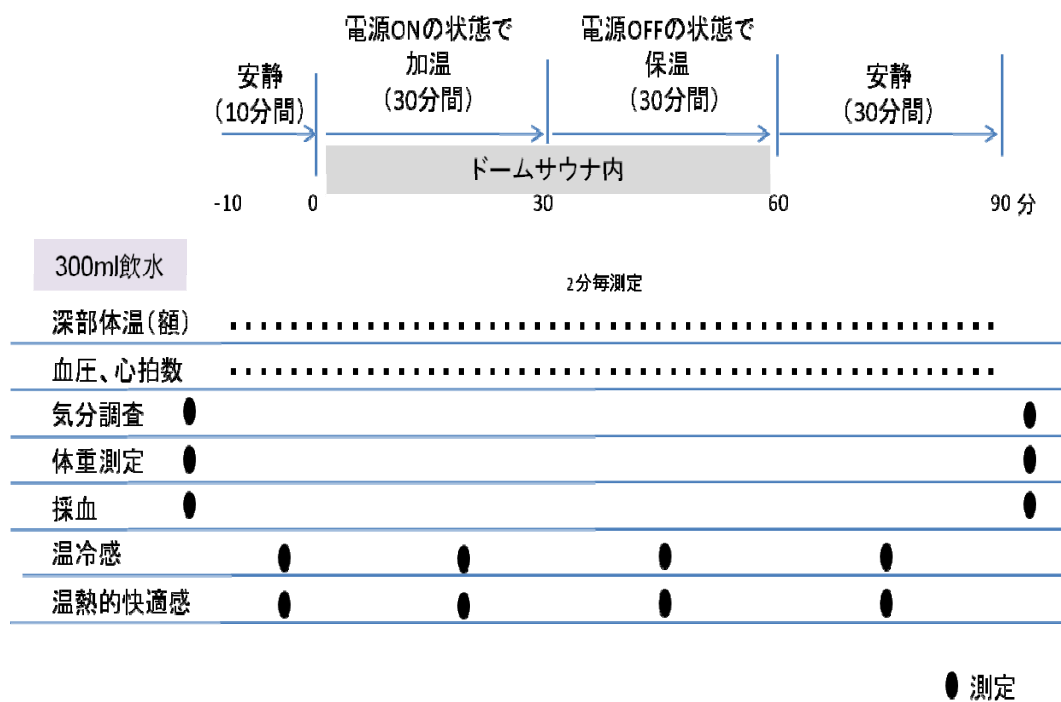


図 3.1. 実験手順と測定項目



図 3.2. 実験風景

### 3.3.結果

#### 1)熱流補償法による深部体温(額)変化

熱流補償法による深部体温(額)の経時的変化を図3.3.に示す。両レベルともドーム型サウナを被せて約10分から徐々に上昇し、電源を切った後も約30分上昇を続け、体温下降はドーム型サウナを除去した約10分後から見られた。深部体温の最高値はHLが電源OFFして25分後36.9(0.6)°C、MLが電源OFFして30分後36.9(0.4)°Cであった。最低値はHLが36.1(0.5)°C、MLが36.1(0.5)°Cで、両レベルとも0.8°Cの体温上昇が見られた。分散分析の結果、温度レベルによる有意な主効果は認めなかった。温度レベルと時間経過の交互作用は見られず、時間経過による主効果は有意であった( $F(50,550)=29.27, p<0.01$ )。多重比較検定を行ったところ、両レベルとも、サウナ浴前値平均と電源ON20分後以降のデータに有意差が認められた( $p<0.05$ )。

#### 2)心拍数

心拍数の経時的変化を図3.4.に示す。サウナ内で経過している間、両レベルとも心拍数の増加がみられ、ドーム型サウナを除去すると減少した。心拍数の最高値は、HLが電源OFF24分後で87.2(12.0)回/分、MLが電源OFF30分後で80.1(15.2)回/分であった。最低値はHLが69.6(9.8)回/分、MLが67.5(10.0)回/分で、それぞれ17.6回/分、12.6回/分増加した。分散分析の結果、温度レベルによる有意な主効果は認めなかった。温度レベルと時間経過の交互作用は見られず、時間経過の主効果は有意であった( $F(50,550)=14.27, p<0.01$ )。多重比較検定を行ったところ、サウナ浴前値平均と電源ON20分から電源OFF30分後の値には有意差が認められた( $p<0.05$ )。電源OFF16分から24分後の間に両レベル間の有意差を認めた。

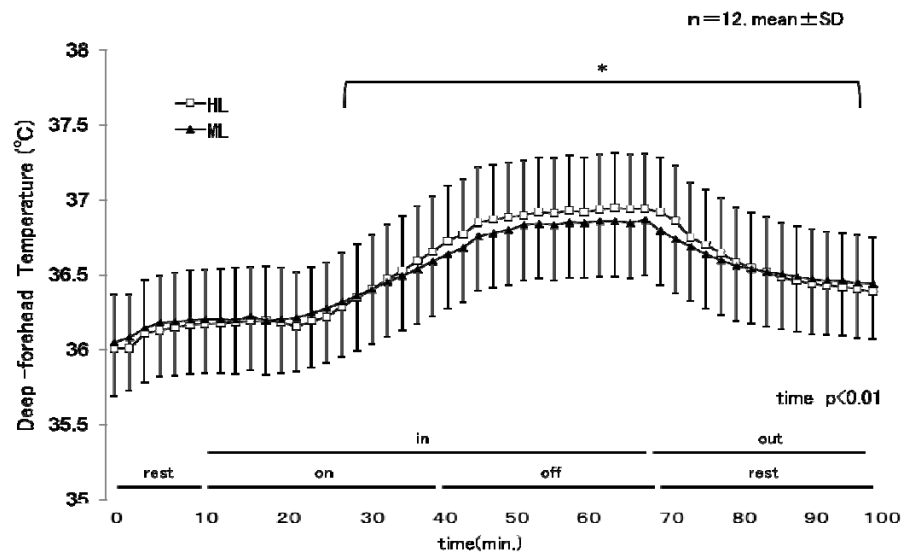


図 3.3. HL と ML における熱流補償法深部体温計の経時的変化

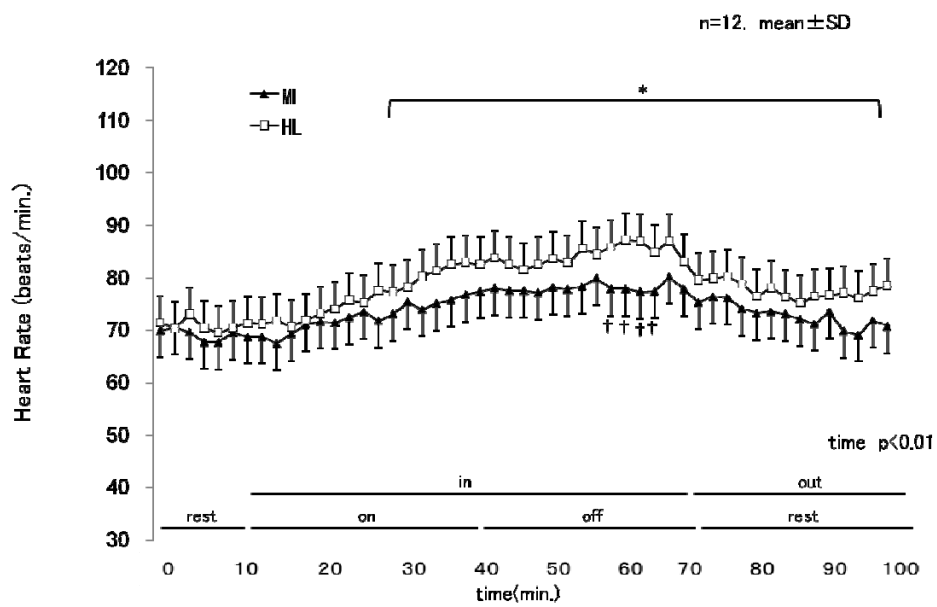


図 3.4. HL と ML における心拍数の経時的変化



### 3) 血圧

血圧の経時的変化を図3.5.および 図3.6.に示す。収縮期血圧、拡張期血圧ともにドーム型サウナを被せてから徐々に低下し、電源を切った後も約30分低下したまま維持し、ドーム除去をした後も著明な血圧上昇は認めなかった。

収縮期血圧の最低値はHLが126.0(15.2)mmHg、MLが126.6(17.2)mmHgで、それぞれ安静時平均142.5(15.8)mmHg、146.1(18.1)mmHgより16.5mmHg、19.5mmHg低下した。分散分析の結果、温度レベルによる有意な主効果は認めなかった。温度レベルと時間経過の交互作用は見られず、時間経過の主効果は有意であった( $F(50,550)=11.30$ ,  $p<0.01$ )。多重比較検定を行ったところ、両レベルにおいてサウナ浴前値平均と電源OFF10分後からドーム除去して10分後の値の間に有意差が見られた( $p<0.05$ )。

拡張期血圧の最低値はHLが68.2(12.5)mmHg、MLが69.5(10.5)mmHgで、それぞれ安静時平均値80.8(11.4)mmHg、83.6(10.4)mmHgより、12.6mmHg、14.1mmHg低下した。分散分析の結果、温度レベルによる有意な主効果は認めなかった。温度レベルと時間経過の交互作用は見られず、時間経過の主効果は有意であった( $F(50,550)=14.98$ ,  $p<0.01$ )。多重比較検定を行ったところ、両レベルともサウナ浴前値平均と電源OFF6分後からドーム除去して12分後の値の間に有意差が見られた( $p<0.05$ )。

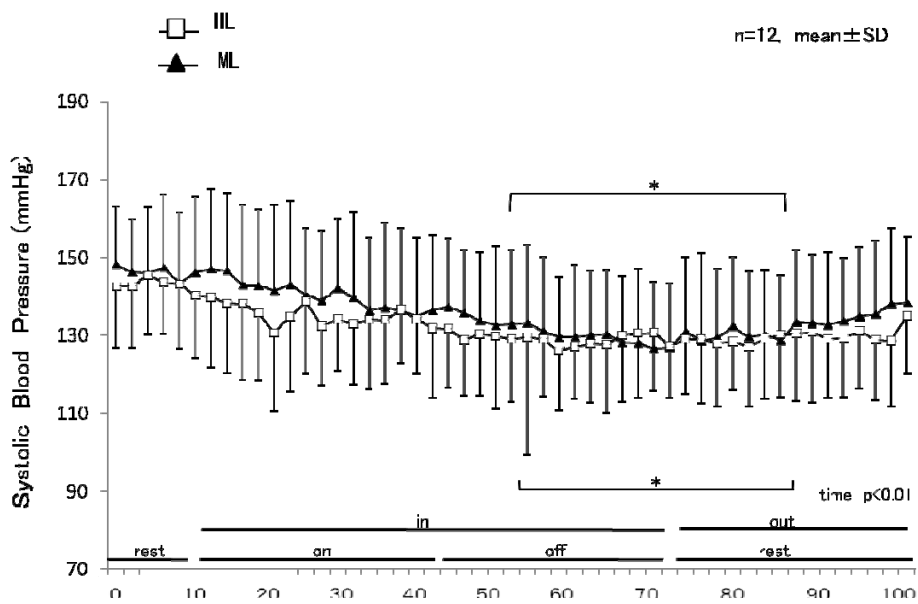


図 3.5. HL と ML における収縮期血圧の経時的変化

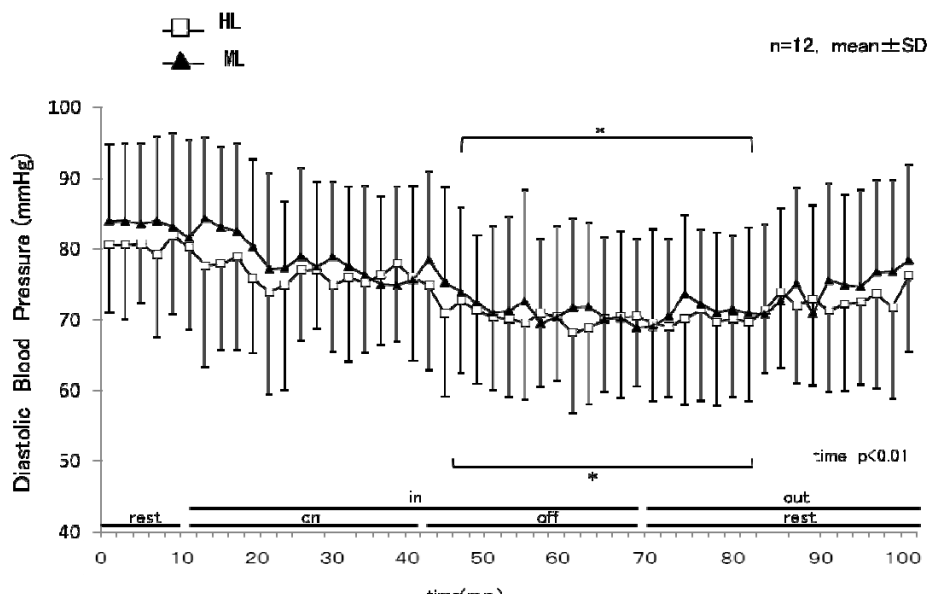
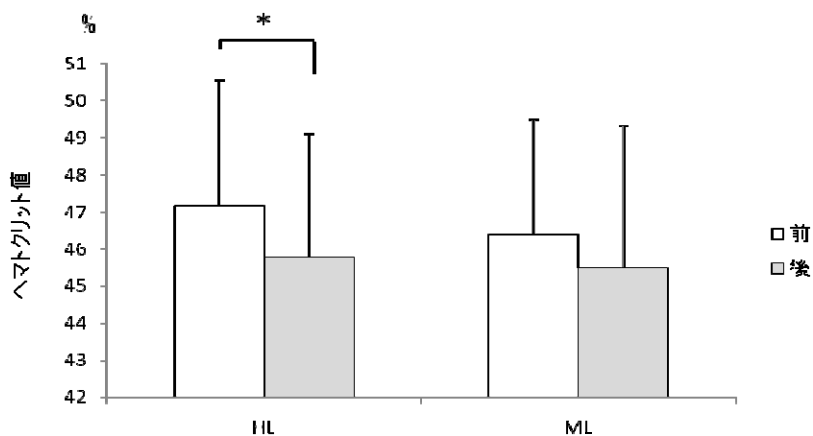


図 3.6. HL と ML における拡張期血圧の経時的変化

#### 4)体重変化、尿量変化および血液データ

サウナ前後の体重減少量の比較では、HLが390.0(165.5)gで、MLが462.5(260.8)gで両レベル間に有意差はなかった。サウナ終了後の排尿量は、HLが168.6(112)ml、MLが179.4(100)mlで、レベル間に有意差はなかった。

血液データのうちヘモグロビン値は、HLでサウナ前15.3(1.3)g/dlからサウナ後15.0(1.4)g/dlに低下した。MLにおいてもサウナ前15.3(1.3)g/dlからサウナ後15.1(1.3)g/dlに低下した。両レベルともサウナ前後間に有意差はなかった。また、血小板、PAI-1ともに両レベルともサウナ前後間に有意差はなかった。サウナ前後のヘマトクリット値を図3.6.に示す。HLではサウナ前47.2(3.2)%からサウナ後45.8(3.8)%に有意に低下した( $p < 0.01$ )。MLではサウナ前46.4(3.4)%から45.5(3.4)%に低下したがサウナ前後間に有意差はなかった。レベル間の有意差は見られなかった。



## 5)主観申告

温熱感に関してはサウナ内に入って30分経過した時点で、両レベルとも全ての被験者が「やや暑い」、「暑い」と答え、レベル間に有意差は見られなかった。温熱的快適感に関しては、サウナ内10分経過した時点では両レベルとも「快適」、「やや快適」であったが、サウナ内に入って30分経過した時点と電源をOFFして28分の時点で「やや不快」を訴えた。

## 6)気分形容詞チェックリスト

サウナ前後の気分形容詞チェックリストJUMACLの変化を図3.7.に示す。緊張覚醒(tense arousal)点数は、HLでは13.8(3.4)点から11.6(1.9)点に、MLでは14.3(4.0)点から10.8(1.4)点に低下しており、サウナ実施前後間において有意な低下を認めた( $p<0.05$ )。

エネルギー覚醒(energetic arousal)の点数は、HLでは33.1(4.1)点から35.1(2.1)点に、MLでは34.2(2.4)点から36.6(2.9)点に上昇した。MLのみサウナ実施前後間において有意な上昇を認めた( $p<0.05$ )。

翌日の聞き取り調査では、HLにおいて12名中5名が「よく眠れた」、2名が「疲れが取れた」と話した。

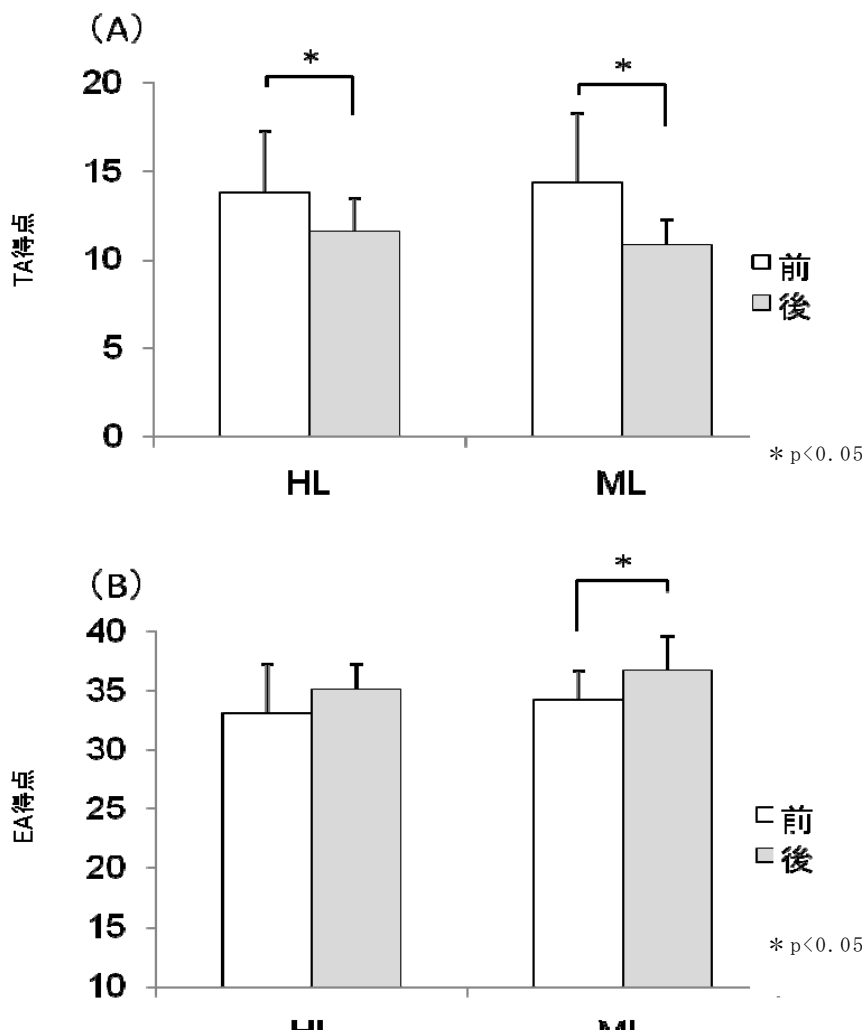


図 3.8. 気分形容詞チェックリスト JUMACL のサウナ前後比較  
 (A) 緊張覚醒 (tense arousal) の点数  
 (B) エネルギー覚醒 (energetic arousal) の点数

### 3.4. 考察

#### 1) 熱補償法による深部体温変化

深部体温には種々の評価方法があるが、今回は、高齢者の深部体温を評価する際に直腸温測定が困難と考え、簡便にかつ継時的にデータを収集できる額で測定する熱流補償法を適用した。

深部体温は両レベルとも同様な経時変化を示し、温度レベルによる差はなかった(図3.3.)。両レベルとも約0.8℃の深部体温の上昇が示され、健常若年者同様、湯温40℃に10分間入浴する場合の0.5℃以上の体温上昇(樗木 2004)が認められた。先行研究では、高齢者が40℃の温湯で入浴した場合、高齢者の体温変化は若年者の体温変化とは有意に違いがあると示されており(美和ら 2002)、その変化の理由は、高齢者の身体の暖まり難さと体温調節機能の反応性の低下および循環血液量の減少による核心温上昇効果の妨げであるとされている。高齢者の安静時の体温が若年者より低値であることは、舌下温度35.4～36.3℃(山蔭 2005)および腋窩温度36.0±0.36℃(柄原 2003)などのデータにより明らかにされており、本実験での高齢者の額部による安静時深部体温も36.1(0.5)℃と、第2章で述べた若年者の安静時体温36.9(0.5)よりも0.8℃低値であった。日本人の腋窩温度の平均が36.6℃で深部体温がそれを0.4～0.7℃上回ること(入来 1988)からも、一般平均体温よりも約1℃低値である。

しかし、頸下ドーム型サウナを使用した際の体温上昇曲線は、若年者同様サウナ電源を切った後も約30分間上昇を続けている点および体温上昇が約0.8℃である点が同様であった。この体温上昇は、身体の暖まり難さと体温調節機能の反応性の低下はあるものの、仰臥位でサウナを実施したことにより体動の負荷を免れていることに要因があるのではないかと考える。体動しないことによって循環血液量を体温上昇のために最大限に活用することができていたためであると考え。若年者の体温上昇と同様の上昇傾向であった点は新たな発見であり今後のサウナ適用への指標となった。

#### 2) 心拍数、血圧変化

心拍数はサウナ内で著明に増加した(図3.4.)。心拍数の最高値87.2(12.0)回/分は通常の運動でも認められる程度の値である。60歳から70歳代の高齢者へ推奨する運動ペースが、通常100回/分以内のニコニコペース(松原ら 2008)であり、心拍出量の増加とともに肺や皮膚への動脈血流量の増加も促進される適度な範囲内の心拍数であると言える。心拍数の増加を見るとHLにおいても、MLにおいても、適度な運動と同様の血行動態の変化を期待できると考えられる。心筋負荷指数PRP(pressure rate product)においても、HLは11,049、MLは10,400と、正常値7,000~12,000の範囲内であり、心筋への負荷は増強していないと考える。本実験では、高齢者の心拍数はHLで18回/分、MLで13回/分増加しているが、この心拍数の増加は、全身を加温したことによる末梢血管拡張にともなう拡張期血圧の低下が、頸動脈洞反射を惹起して循環血液量を増加させようとするためである。しかし、若年者と違い高齢者は心臓の収縮力が弱く代償機能が弱いため、循環血液量が若年者のようには増加しない。そのため循環血液量の指標となる収縮期血圧が上昇できず低下している。今回の実験では、電源OFF16分から24分後の間に若年者に見られなかったHLおよびML間の有意差が一時的に認められたが、これは血圧および体重減少量に温度レベル間の差がないことを考慮すると、循環血液量の差によるものではなく自律神経反応による、つまり暑さを感じたことによる反応の表れではないかと考える。HLの循環血液量が多いために心拍出量が増加しているのであれば、循環血液量の指標となる収縮期血圧や、水分量出納を示す体重減少量に温度間のレベル差が表れると考える。今回の自己申告においても、電源OFFしてから30分後周辺に温熱的快適感が「やや不快」という回答が得られており心拍数の増加と同時間帯であることがわかる。今後の心拍数の評価時には主観的なデータの影響も考慮する必要があると考える。

血圧の結果は前述したように、循環血液量の減少のためにサウナ使用中は収縮期血圧においても拡張期血圧においても、全体的な低下を示した(図3.5.)。サウナ入浴時の血圧を測定した他の先行研究においては、収縮期、拡張期ともに低下の傾向が見られた(水田 1975)もの、中高年女性を対象として収縮期、拡張期ともに変化が見

られなかったもの(細野・岩本 2004)があり、結果がまちまちとなっている。サウナ効果とリスクをまとめた研究(Hannuksela & Ellahham 2001)によると、収縮期血圧、拡張期血圧ともに上昇説、下降説の複数説あるとされている。これらは、サウナ実験の温度条件、室温、姿勢、時間などが一定でないことや、年齢や属性による暑熱環境への適応性などの様々な条件の統一がなされていなかったことによると考える。

### 3)体重減少、血液データ値

サウナ実施前後の体重減少量は約462-390であり、第2章の若年者の発汗の約840-810gの約半分の量であった。つまり、高齢者は加齢のため発汗による放熱の機能が低下しており、同温度の加熱によっても若年者とは異なった反応が表れたと考えられる。プロトコルでは、サウナ適応で脱水を引き起こすことの高齢者への危険性を考慮し、若年者と同等の発汗量を想定して実験前に300mlの飲水を実施した。300mlの飲水とした理由は、脱水率を1%程度にとどめるためであり、一度に摂取できる限界の量であると考えたためである。しかし、発汗や不感蒸泄などによる水分のアウトプットは予測以上に少なかったという結果であった。HLの実際の脱水率は0.7%(脱水率(%)=(前体重-後体重)/前体重×100=(58.4-58.0)/58.4×100=0.68%)に留まり、HLの脱水率も0.8%(脱水率(%)=(58.2-57.8)/58.2×100=0.79%)と1%以内であった。今後は今回の結果である体重当たり約1%の飲水量を基準に飲水量を検討する必要がある。また、大量に発汗した場合はNaが喪失し、血漿浸透圧の低下によって細胞内への水分の移行のため循環血漿量は減少し、ADH(抗利尿ホルモン)の分泌が抑制され、大量の尿が排泄されることにより脱水状態を増悪させる場合がある(高木 2005)。サウナ前だけでなくサウナ実施後の水分補給も必須である。

水分以外にも血液粘度の検討の指標となるものにヘマトクリット値があり、本実験ではサウナ後に有意に低下したが正常範囲内であり、臨床的な問題までには至らなかった。その他、血小板凝集能の亢進とPAI-1の分泌亢進は相関し上昇する(白倉 1992)と言われ、血小板およびPAI-1の測定も行っているがサウナ前後の変化は見られなかったため、脱水に伴う粘度の上昇は回避できたと考える。粘度の急上昇は水分



補給によって抑止されることから、実験前後に水分補給を十分に行った効果は十分にあったと考える。

#### 4)主観申告

温冷感に関しては、サウナ内に入って30分経過した時点で両レベルとも全ての被験者が「やや暑い」もしくは「暑い」と答えたが、若年者の同時期の平均値よりも下回っていた。この結果は、高齢者が暑熱下での暑さに対する感受性の遅れがある(栃原2003)ことを裏付けている。温熱的快適感に関しては、サウナ内10分経過した時点では両レベルとも「快適」、「やや快適」であったが、サウナ内に入って30分経過した時点から電源をOFFして28分の時点で「やや不快」を訴えていた。この区間では、自律神経反応により心拍数上昇ももたらしており、暑さを増強して感じていると考える。今後、介入としてサウナを使用する際は、この不快感が増強する時間帯への対策を検討する必要がある。

#### 5)気分調査:エネルギー覚醒および緊張覚醒の点数変化

気分調査 JUMACL(箱田2005)は、Matthewsら(1990)が開発したUMACL(University of Wales, Institute of Science and Technology, Mood Adjective Checklist)を白澤ら(1999)が翻訳し、さらに20項目に簡便化した短縮版JUMACL(以下JUMACLとする)である。自律神経の覚醒度と正の相関を持つ、エネルギー覚醒(以下EA)と、緊張覚醒(以下TA)の値を測定することができる。一般的にEAが高いと活動的であり、TAが低いと心が落ち着いていると評価される(白澤1999)。今回の結果では、サウナ後にTAの点数がHL、MLともに有意な低下を示した。JUMACLのTA点数は、交感神経系の緊張の程度を示す指標であり、リラクゼーションに関連が深いとされる。このことから、サウナ実施後には気分的にリラックスする傾向にある。また、TAの点数低下は、「快感」の感覚にも近づく傾向がある(小笠原2007)と言われ、サウナによる温熱効果と「快感」との関係を確認することができた。今後もこのような快適性に関する体験を客観的に評価していく必要があると考える。

#### 6)入院患者へのサウナ適用にむけて

本実験において加齢に関わらず深部体温の大きな上昇が認められており、体温調節機能の変化と関連していると言われる睡眠の変化や睡眠パターンの変化(山蔭 2005)についても影響が考えられる。入浴や足浴による体温の変化が入眠導入に影響している(Sung & Tochiyara 2003)ことを考慮すると、深部体温を入浴と同等に上昇させることのできるサウナの活用によって、睡眠障害への介入を検討できると考える。今回、翌日の聞き取り調査でも、HLにおいて12名中5名が「よく眠れた」、2名が「疲れが取れた」と話しており、睡眠への介入に関してサウナの使用は温熱効果として十分に期待できる方法であると考えられた。また、高齢者や入院患者を対象とした場合、不眠だけでなく身体各部の疼痛や精神的な不安なども抱えていることが多い。サウナによる温熱効果を利用した鎮痛や鎮静の効果の先行研究(鄭・増田 2007)もあり、今後は、高齢者や入院患者を対象として、不眠や快適性への追及をしていくことが今後の大きな課題である。

### 3.5.まとめ

頸部下ドーム型サウナによる温熱刺激が対象である高齢者へ与える生理・心理反応の基礎的データを得た。生理反応において、高齢者においても全般的にサウナ温度レベルによる差は少なく、ML(中間温度:60~85℃)はHL(最高温度:70~90℃)とほぼ同様の生理反応が表れた。また、若年者より体温が低下傾向にある高齢者であっても臥床タイプのサウナであれば、深部体温上昇が若年者と同様に期待できると考えられた。循環動態に関しては、サウナの適用によって心拍数は増加するが、通常の運動に準ずる範囲内であることが示された。血圧に関しては、収縮期、拡張期ともに低下する傾向が認められ高齢者の循環血液量および代謝機能の低下が影響していることが明確になった。体重減少量は若年者に比べて約半分と少ないが、脱水の危険性は若年者より高いため十分な考慮が必要である。頸部下ドーム型サウナにおいては、MLにおける実施で十分な生理反応が得られると考え、高齢者や入院患者に適用していく際の温度レベルの指標となった。