

原著

## 圧迫性皮膚障害に対する温浴効果の検討

三浦大志<sup>1)</sup>，篠原由紀菜<sup>1)</sup>，島袋梢<sup>1)</sup>，喬炎<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 長野県看護大学 基礎医学・疾病学分野

長野県看護大学紀要

第21巻別刷

2019年3月

## 圧迫性皮膚障害に対する温浴効果の検討

三浦大志<sup>1)</sup>, 篠原由紀菜<sup>1)</sup>, 島袋梢<sup>1)</sup>, 喬炎<sup>1)</sup>

**【要 旨】** 温泉には様々な医学的作用があり、古くから皮膚に対して温泉（温浴）が良いと言われている。このことから、温浴が褥瘡に対して効果があると考えられる。本研究では、温浴が褥瘡の発症予防や重症化抑制に効果が認められるのかを検討することとした。

磁石でラットの皮膚に圧迫を行い、圧迫性皮膚障害を作成した。対照群、温水群、温泉群の3群に分け、各種測定を行った。圧迫解除後36時間から12日目まで、いずれの時点でも温水群と温泉群は対照群よりも有意に創スコアが低かった。圧迫性皮膚障害の最大発生率は、対照群では70.0%であったのに対し、温水群では12.5%、温泉群では7.1%と著明に低下した。最大潰瘍面積は、対照群では14.9mm<sup>2</sup>であったのに対し、温水群では6.5mm<sup>2</sup>、温泉群では4.1mm<sup>2</sup>と低下した。温浴した群において明らかな潰瘍の発症予防と重症化抑制の効果が得られた。また、温泉浴では温水浴を行うよりもその効果がより増加する可能性が示唆された。

以上より、温浴を行うことにより、圧迫性皮膚障害の発症予防や重症化抑制に対して効果があることが示された。

**【キーワード】** 褥瘡, 圧迫性皮膚障害, 温浴, 発症予防, 重症化抑制

### はじめに

褥瘡とは、皮膚局所に持続的な圧迫が加わることで血流の障害が生じ、皮膚や皮下組織が損傷し壊死に陥った状態である。褥瘡が発生した多くの患者は褥瘡のほかに骨の突出や関節拘縮による部位への圧迫とずれ、褥瘡周囲の浮腫に伴う皮膚の脆弱性など、創傷治癒過程の連続性を障害する危険要因をかかえ、治癒過程を複雑なものとする。このような背景から、褥瘡は慢性創傷の代表的疾患として位置付けられている（田中, 2009）。褥瘡は発症すると治癒するためには日数がかかり、重症な褥瘡であれば治癒にかかる日数はより長くなる。それに伴い患者に与える苦痛と、介護者や看護者の負担が増大する。また、現在は入院日数の短縮により、完治に至らないまま在宅に移行し、悪化

してしまうケースも少なくない（田中, 2009）。このような現状から、褥瘡の発生予防や早期発見、適切なケアを行っていくことが重要である。

加齢による老化現象により、外部環境に対する皮膚のバリア機能、圧迫やずれに対するバリア機能などが低下することで外部からの刺激に対して敏感になる。皮脂層を含む角質機能の低下によって角質内に十分な量の水分を保持することができなくなり、皮膚の表面は乾燥し容易に皸や亀裂が生じるようになる。さらに、アトピー性皮膚炎や荒れ肌にみられる皮膚恒常性の異常に際しても、皮膚が本来持つバリア機能が低下している状態にあるといえる（井上, 2003）。そのため、このような状態になることを避けるためにも皮膚を保湿し、皮膚本来のバリア機能を維持することは非常に

<sup>1)</sup>長野県看護大学 基礎医学・疾病学分野  
2018年9月4日受付  
2019年2月13日受理

重要だと言える。

温泉には様々な医学的作用があり、古くから皮膚に対して温泉浴が良いと言われている。それらは物理作用、化学作用、総合的生体調整作用に分類される(久保田, 2006)。また、温泉は含有成分によって性質が異なる。これらの化学的性質は泉質と呼ばれ、泉質に共通した効能は一般適応症と呼ばれている。その内容としては、筋肉若しくは関節の慢性的な痛みや運動麻痺などにおける筋肉のこわばり、冷え症、末梢循環障害、疲労回復、健康増進などが挙げられている(環自総発第1407012号, 2014)。しかし、泉質別適応症として、論文に科学的根拠のあるものは限られている(前田, 2010)。

ラットを温浴させることにより心臓の虚血性傷害に対して保護効果があることが報告されている(Currieら, 1988)。褥瘡の発生には、持続的な圧迫が加わることにより血流の障害が生じ虚血状態となっているため、温浴によりその傷害を軽減できるのではないかと考えられる。

以上のことから、本研究では、温水浴または温泉浴を行なうことにより、圧迫性皮膚障害の発症予防と重症化抑制が期待できることに着目し検討を行うこととした。

## 研究方法

本実験は、長野県看護大学動物実験倫理委員会の承認を受けて実施した(承認番号2016-4)。

### 1. 実験動物

9週齢、体重 $242.8 \pm 6.2$ gの雄性ヘアレスラット(HWY/Slc)(以降ラットとする)23匹を用いた。飼育は室温 $23.7 \pm 0.5$ ℃、湿度 $68.4 \pm 2.4$ %で実施した。

### 2. 実験場所

長野県看護大学 動物実験施設にて実施した。

### 3. 実験方法

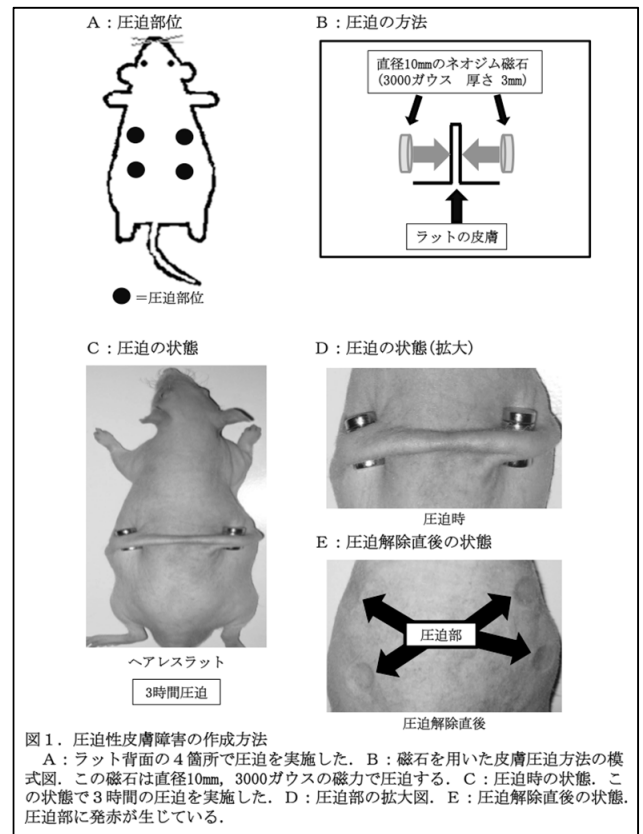
#### ア) グループ分類

ラットを対照群(8匹)、温水群(8匹)、温泉群(7匹)に分類した。温水群は、水道水を使用

した。温泉群は、松代温泉(含鉄(II)-ナトリウム・カルシウム-塩化物泉：中性高張性高温泉)を用いた。

### イ) 圧迫性皮膚障害(以降創とする)の作成方法

直径10mmのネオジム磁石(NE057, 株式会社二六製作所)でラットの両側背部への圧迫を3時間行い、ラット1匹につき4か所の圧迫部を作成した(図1)。



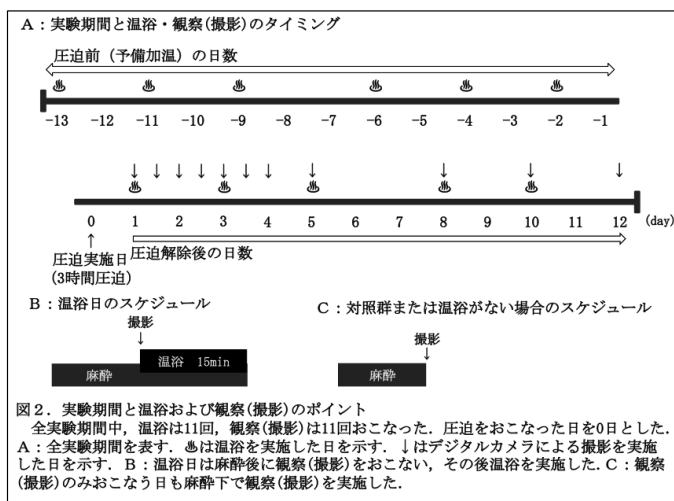
圧迫部を中心として、直径1.5cmにあたる両端に油性マジックで印をした。ただし創を作成中、圧迫が不十分な個体があり圧迫部の総数は変動している。対照群個体番号No.3の左側の圧迫は2時間で磁石が外れたため、解析からは除いた。以降、圧迫した日を0日目とし、実験の結果を示す。

### ウ) 温浴方法

高さ15cm、幅45cm、奥行き30cmのプラスチック容器に温水または松代温泉水を入れ、恒温槽(NTT-2200, 東京理化学器械株式会社)にて湯温を温度計で実測しながら42℃に保持し、温浴を実施

した。ラットの体動による温浴部位や浸水時間の変動を防ぐため、温浴前に麻酔を実施した。麻酔薬剤にはソムノペンチル（ペントバルビタールナトリウム、40mg/kg、共立製薬株式会社）を使用し、腹腔内に投与した。温浴時、ヘアレスラットは長さ31cm、直径3cm、円周9cmの木製の棒に胸腹部を密着させ、テープ（バトルウィン®テーピングテープ非伸縮タイプ、C12F、C25F2、ニチバン株式会社）にて腋窩部、背部、尾部を固定した。なお、テーピング固定部位は圧迫部を避けるよう配慮した。温水群と温泉群は、麻酔後、腋窩から尾部までを15分間温浴した。温浴の温度と時間は、Currieらの方法に従った（Currieら、1988）。温浴後は皮膚表面についた水滴を紙製タオル（キムタオル、日本製紙クレシア株式会社）で拭き取った後、気道が確保される体勢で飼育ケージへ戻した。対照群は同様の麻酔後、温浴せずに測定のみを実施した。

温浴の褥瘡発生予防効果や重症化抑制効果を観察するため圧迫前後で温浴を実施した。圧迫前の温浴を予備加温と呼ぶ。入浴ポイントは図2に示した全11回で入浴を実施した。



#### 4. 測定方法

本実験では以下の測定を各プロトコールに従い利用した。

##### ア) 圧迫部の肉眼所見

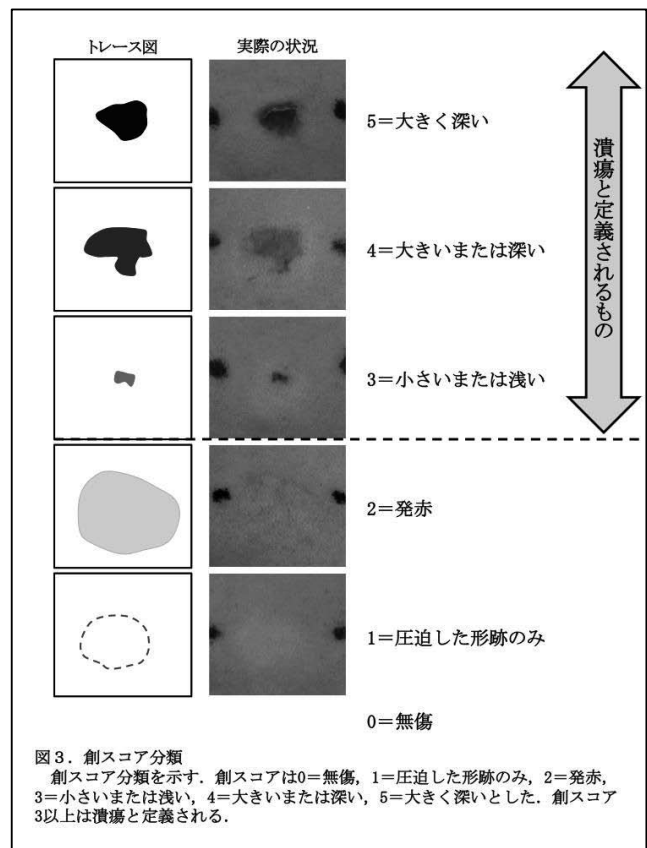
デジタルカメラ（PENTAX Optio, NG2, RICOH）を使用した。カメラの設定は倍率4倍で撮影をおこなった。撮影部位はラットの側腹部で、創

4か所がそれぞれ中心になるよう撮影した。撮影は、図2に示した撮影ポイント、全11回を実施した。温浴日に撮影する場合には、麻酔後に先に撮影し、その後、温浴を実施した。

創スコア分類は、5=大きく深い、4=大きいまたは深い、3=小さいまたは浅い、2=発赤、1=圧迫した形跡のみ、0=無傷の6段階評価とした（図3）。本研究で定義する創スコア3以上は、上皮が破綻し真皮層まで障害が到達しているものである。

日本褥瘡学会では、「潰瘍」とは「瘢痕治癒により組織の連続性のみが回復する上皮およびその下床組織を含む欠損である。皮膚では真皮全層、あるいは皮下組織にも達する深い欠損を潰瘍と呼ぶ。」と定義されている（日本褥瘡学会ホームページ用語集, 2018）。そのため、本研究では創スコア3以上のものを「潰瘍」と定義した。

各測定ポイントごとに潰瘍となった部位数を潰瘍出現数とし、各群の圧迫数に対して潰瘍出現数の割合を算出したものを潰瘍出現率とした。



##### イ) 潰瘍の面積

潰瘍の面積はデジタルカメラで撮影したものを専用

解析ソフトウェア (Image J, NIH) で解析した。面積は潰瘍に沿ってエリアを指定して値を求め、各群の平均値を算出した。

温泉群の潰瘍出現数が最大2例と極端に少なかった。そのため統計的検討はできなかった。

### 5. 解析方法

本解析では、圧迫解除後12日間、圧迫部の肉眼所見および創面積の解析を実施した。なお、統計的検定は、検定方法に指定がない限り、等分散性を検定した後に分散分析 (一元配置分散分析またはクリスカル・ウォレス検定) を実施し、有意差が認められた場合は多重検定を行い、各群間の有意差の検定を実施した。有意水準は危険率5%未満の有意差が認められた場合には $p < 0.05$ 、危険率1%未満の有意差の場合には $p < 0.01$ と表記した。

## 結果

### 1. 圧迫部の肉眼所見

各群の圧迫部の典型的な経過を図4に示す。対照群では圧迫解除後24時間で上皮の破綻を認め、経時的に重症化した。温水群では、上皮の破綻が少数例で出現したが、時間が経過しても対照群のように重症化しなかった。温泉群では、上皮が破綻し、潰瘍となった例は稀であった。

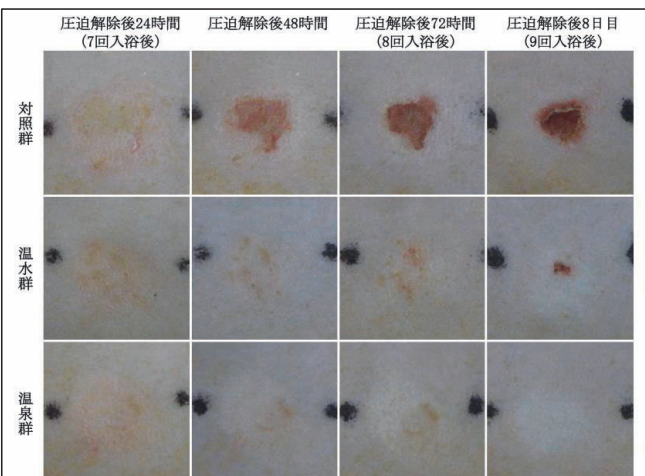


図4. 圧迫部の圧迫解除後の経過  
圧迫部の圧迫解除直後から圧迫解除後8日目までの時間経過による典型的な変化を示す。対照群では圧迫解除後24時間で潰瘍が出現し、時間経過とともに重症化した。温水群では潰瘍が出現するが、重症化しなかった。温泉群では軽度の潰瘍が出現するが、重症化せず治癒が早かった。

創スコア分類に従い、各測定ポイントにおいて各群の平均創スコアを算出し解析を行った。圧迫解除

後36時間以降、観察最終日である圧迫解除後12日目まで有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。対照群は温水群と比べて、上記すべての期間において有意に創スコアが高かった ( $p < 0.05$ )。また、対照群は温泉群と比べて、上記すべての期間において有意に創スコアが高かった ( $p < 0.05$ )。温泉群は温水群と比べて、圧迫解除後48時間と72時間で有意に創スコアが低かった ( $p < 0.05$ )。その他の期間では温泉群は温水群よりも創スコアが低い経過を示したものの、有意差は認められなかった (図5, 表1)。次に、肉眼所見による

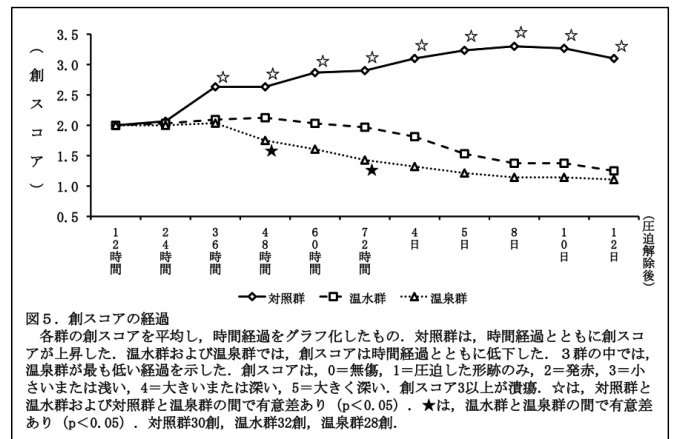


図5. 創スコアの経過  
各群の創スコアを平均し、時間経過をグラフ化したもの。対照群は、時間経過とともに創スコアが上昇した。温水群および温泉群では、創スコアは時間経過とともに低下した。3群の中では、温泉群が最も低い経過を示した。創スコアは、0=無傷、1=圧迫した形跡のみ、2=発赤、3=小さいまたは浅い、4=大きいまたは深い、5=大きく深い。創スコア3以上が潰瘍。☆は、対照群と温水群および対照群と温泉群の間で有意差あり ( $p < 0.05$ )。★は、温水群と温泉群の間で有意差あり ( $p < 0.05$ )。対照群30創、温水群32創、温泉群28創。

	総圧迫数	圧迫解除後										
		12時間	24時間	36時間	48時間	60時間	72時間	4日	5日	8日	10日	12日
対照群	30	2.0±0.0	2.1±0.3	2.6±0.7	2.6±0.8	2.9±0.9	2.9±1.1	3.1±1.2	3.2±1.5	3.3±1.6	3.3±1.7	3.1±1.6
温水群	32	2.0±0.0	2.0±0.2	2.1±0.4	2.1±0.4	2.0±0.7	2.0±0.8	1.8±0.9	1.5±0.9	1.4±0.9	1.4±0.9	1.3±0.8
温泉群	28	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.2	1.8±0.5	1.6±0.6	1.4±0.6	1.3±0.6	1.2±0.6	1.1±0.5	1.1±0.5	1.1±0.4
一元配置分散分析		ns	ns	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$
対照群 対 温水群		-	-	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$
対照群 対 温泉群		-	-	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$
温水群 対 温泉群		-	-	ns	$p < 0.05$	ns	$p < 0.05$	ns	ns	ns	ns	ns

(mean±SD, 創スコア)

3群それぞれの各測定ポイントにおける平均創スコア一覧表。平均値±標準偏差で示す。有意差を認めた場合には、 $p < 0.05$ または $p < 0.01$ と示す。nsはnot significantで、有意差を認めない。

創スコア分類から3以上のものを潰瘍とし、その出現数と出現率を算出した (図6, 表2)。対照群と温水群では、圧迫解除後24時間で最初の潰瘍が出現した (対照群: 30圧迫部位中2部位, 温水群: 32圧迫部位中1部位)。温泉群では、圧迫解除後36時間で最初の潰瘍が出現した (28圧迫部位中1部位)。対照群の潰瘍出現率は、圧迫解除後60時間で最大の70.0% (30圧迫部位中21部位) となり、圧迫解除後8日まで継続した。温水群の潰瘍出現率は、圧迫解除後60時間で最大の12.5% (32圧迫部位中4部位) となり、圧迫解除後8日まで継続した。また、温泉群の潰瘍出現率は、圧迫解除後4日で最大の7.1% (28圧迫部位中2部位) となり、圧迫解除後8日まで継続した。

圧迫解除後36時間から12日目の間、対照群は温水

群と温泉群に比べて潰瘍の出現数が有意に多かった ( $p<0.01$ ).

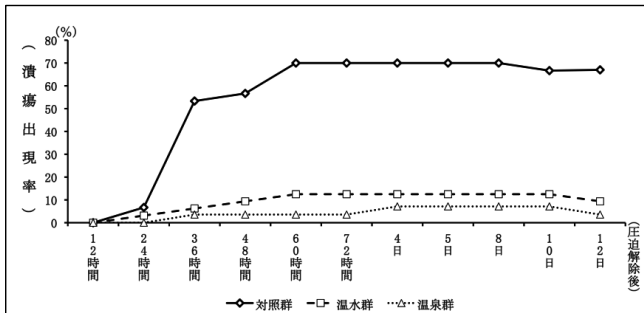


図6. 潰瘍出現率の経過  
3群の潰瘍出現率の推移を示す。対照群は圧迫解除後24時間で潰瘍の出現を認め、圧迫解除後60時間で最大となり、観察終了時まで高い潰瘍出現率を維持していた。温水群は対照群と同様に圧迫解除後24時間で潰瘍が出現し、60時間で最大となり10日目まで同程度の出現率で維持された。温泉群は対照群と温水群とは異なり、潰瘍の出現は圧迫解除後36時間であった。また、潰瘍出現率が最大となったのは圧迫解除後4日目であった。

表2. 潰瘍出現数および潰瘍出現率の経過

潰瘍出現数	圧迫解除後											
	12時間	24時間	36時間	48時間	60時間	72時間	4日	5日	8日	10日	12日	
対照群	30 (0)	2 (6.7)	16 (53.3)	17 (56.7)	21 (70.0)	21 (70.0)	21 (70.0)	21 (70.0)	21 (70.0)	20 (66.7)	20 (66.7)	
温水群	32 (0)	1 (3.1)	2 (6.3)	3 (9.4)	4 (12.5)	4 (12.5)	4 (12.5)	4 (12.5)	4 (12.5)	4 (12.5)	3 (9.4)	
温泉群	28 (0)	0 (0)	1 (3.6)	1 (3.6)	1 (3.6)	1 (3.6)	2 (7.1)	2 (7.1)	2 (7.1)	2 (7.1)	1 (3.6)	
カイ二乗検定	ns	ns	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	$p<0.01$	

潰瘍出現数 (カッコ内は出現率, %)

3群それぞれの圧迫(対照群30個, 温水群32個, 温泉群28個)に対して、各測定ポイントで潰瘍が出現した数を経時的に示す。圧迫数に対する潰瘍出現数の割合を潰瘍出現率(カッコ内の数字, %)で示す。圧迫解除後36時間から12日まで、3群内で対照群は潰瘍出現数が有意に多く、温水群と温泉群は潰瘍出現数が有意に少なかった ( $p<0.01$ )。ns: not significantで、有意差を認めない。

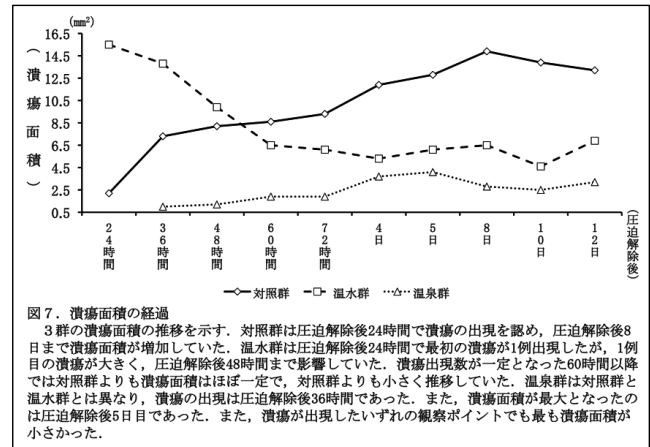


図7. 潰瘍面積の経過  
3群の潰瘍面積の推移を示す。対照群は圧迫解除後24時間で潰瘍の出現を認め、圧迫解除後8日まで潰瘍面積が増加していた。温水群は圧迫解除後24時間で最初の潰瘍が1例出現したが、1例目の潰瘍が大きく、圧迫解除後48時間まで影響していた。潰瘍出現数が一定となった60時間以降では対照群よりも潰瘍面積はほぼ一定で、対照群よりも小さく推移していた。温泉群は対照群と温水群とは異なり、潰瘍の出現は圧迫解除後36時間であった。また、潰瘍面積が最大となったのは圧迫解除後5日目であった。また、潰瘍が出現しつづける観察ポイントでも最も潰瘍面積が小さかった。

表3. 潰瘍面積および潰瘍出現数の経過

潰瘍出現数	圧迫解除後											
	12時間	24時間	36時間	48時間	60時間	72時間	4日	5日	8日	10日	12日	
対照群	30	2.2±0.5 (2)	7.3±7.1 (16)	8.2±9.3 (17)	8.6±7.1 (21)	9.3±8.8 (21)	11.9±8.9 (21)	12.8±9.3 (21)	14.9±10.7 (21)	13.9±8.3 (20)	13.2±9.8 (20)	
温水群	32	0	15.5 (1)	13.8±15.6 (2)	9.9±12.0 (3)	6.5±8.7 (4)	6.1±7.7 (4)	5.3±6.8 (4)	6.1±11.4 (4)	6.5±8.3 (4)	4.6±6.4 (3)	
温泉群	28	0	0	1.0 (1)	1.2 (1)	1.9 (1)	1.9 (1)	3.7±1.9 (2)	4.1±1.9 (2)	2.8±0.8 (2)	2.5±2.8 (1)	

(mean±SD, mm², 平均潰瘍面積, カッコ内は潰瘍出現数)

3群それぞれの各測定ポイントでの潰瘍面積を経時的に一覧表。平均値±標準偏差で示す。カッコ内の数字は潰瘍出現数を示す。対照群は圧迫解除後24時間で潰瘍が出現し、潰瘍面積は圧迫解除後8日まで増加した。温水群も圧迫解除後24時間で潰瘍が出現し、圧迫解除後60時間～10日は潰瘍出現数が4個となった。潰瘍出現数が4個となった圧迫解除後60時間以降では潰瘍面積は6.0mm²前後で推移した。温泉群は、圧迫解除後36時間で潰瘍が出現したが、全観察期間を通じて潰瘍出現数が2個以下であった。潰瘍面積は圧迫解除後5日目まで最大となった。

考察

本研究は、圧迫性皮膚障害に対する温浴の効果を明らかにするため、肉眼所見、潰瘍面積を指標に検討を行った。

潰瘍出現数の結果より、対照群において圧迫解除後24時間で潰瘍が出現し、圧迫解除後60時間以降は潰瘍の出現数が一定となっており、圧迫解除後24時間から60時間が潰瘍の形成される時期であると考えられる。

圧迫部の肉眼所見では、温水群と温泉群は対照群よりも有意に創の程度が軽度であった。また、温水群と温泉群の間では創スコアでは有意差は認められなかったが、測定したいずれの期間でも温泉群は温水群よりも創スコアが軽度であることが示された。これらは温浴により圧迫性皮膚障害に対する重症化抑制が得られたと考える。さらに、2箇所測定ポイントでしか有意差を得られなかったが、その他の測定ポイントでも温泉群は温水群よりも創スコアが低い状態で経過していた。このことは、温泉浴が温水浴よりも重症化抑制に対して上積み効果がある可能性を示唆していると考えられる。

潰瘍出現数および潰瘍出現率では、温水群と温泉群が対照群よりも著明に潰瘍の出現率が低いことが示さ

2. 創の面積 (図7, 表3)

対照群は圧迫解除後24時間で最初の潰瘍が出現 (2個) し、潰瘍面積は約2.2mm<sup>2</sup>であった。圧迫解除後36時間 (潰瘍数16個, 約7.3mm<sup>2</sup>) から8日目 (潰瘍数21個, 約14.9mm<sup>2</sup>) まで潰瘍面積が増大し続けた。温水群では最初の潰瘍 (1個) の面積が非常に大きなもの (15.5mm<sup>2</sup>) であったが、それ以降に発症した潰瘍 (3個) を含めた結果では6mm<sup>2</sup>程度で潰瘍面積が推移しており、対照群のような増大傾向は認めなかった。温泉群では圧迫解除後36時間で最初の潰瘍 (1個) が出現し、潰瘍面積は1.0mm<sup>2</sup>であった。温泉群では潰瘍出現数が最大でも2個で、圧迫解除後5日で最大 (約4.1mm<sup>2</sup>) となった。創面積の平均値は、温泉群では対照群や温水群とは異なり5.0mm<sup>2</sup>を越えなかった。最大創面積の平均値は、対照群が最も大きく (約14.9mm<sup>2</sup>)、次に大きかったものは温水群 (約6.9mm<sup>2</sup>) で、最も小さかったものは温泉群 (約4.1mm<sup>2</sup>) であった。

れた(図6, 表2)。温水群と温泉群では、潰瘍が形成される時期(圧迫解除後36時間)に7%未満の潰瘍形成率であった。

さらに温泉群では、温水群よりも潰瘍出現数および潰瘍出現率は、概ね半数程度で経過していた。また、最も初期の潰瘍発生時期が対照群と温水群は圧迫解除後24時間であったのに対し、温泉群では圧迫解除後36時間であった。温泉群は、対照群と温水群よりも圧迫性皮膚障害の発症を遅延させる効果がある可能性が示唆されたと考えられる。

潰瘍面積の解析では、温泉群では潰瘍の出現数が各測定ポイントで1個または2個と非常に少数であったため、各測定ポイントで有意差の検討をおこなうことができなかった。各群で潰瘍数がほぼ一定となった期間(図6, 表2)における平均潰瘍面積の最大値は、潰瘍が最も重症化した状態を反映していると考えられる。本研究では潰瘍数がほぼ一定となった時期の最大潰瘍面積が、対照群は14.9mm<sup>2</sup>であったのに対し、温水群は6.5mm<sup>2</sup>、温泉群4.1mm<sup>2</sup>となっていた。温水群と温泉群は対照群の50%以下になっていることから、温浴による潰瘍の重症化抑制が示唆されたと考えられる。さらに、温泉群は温水群よりも潰瘍面積が4割程度小さいことが示されたため、温泉群は温水群よりも圧迫性皮膚障害の重症化を抑制する効果がある可能性が示唆されたと考えられる。

温浴を実施していない対照群よりも温浴を実施した温水群と温泉群では、潰瘍の出現数や創スコアが軽度であった。しかしながら、予備加温のみ実施した場合でも同様の結果が得られるのか、また、予備加温なし(皮膚圧迫解除後からの温浴)でも同様の結果が得られるのかは不明である。そのため、予備加温のみ実施した場合や予備加温なしでの結果がどのようになるのかを今後検討する必要があると考える。

潰瘍の発症が少なかったため統計的有意差は解析できなかったが、温泉群は温水群よりも潰瘍の発症予防や重症化抑制に対して上積み効果が期待される可能性があると考えられる結果となった。そのため、圧迫処理する数を増やして上積み効果の可能性を再度検討する必要があると考える。

温浴により潰瘍の発症予防や重症化が抑制された

ことは熱ショックタンパク質が関与していると考えられる。熱ショックタンパク質の発現は、虚血傷害に対する防衛反応である(Plumier JC et al, 1996)ことから、褥瘡の発生過程では、生体の防御反応と組織の傷害のバランスが傷害に傾くことで生じる(鷺見ら, 2012)と報告されている。つまり、このバランスが生体の防御反応に傾くことで褥瘡の発生が抑えられるということである。熱ショックタンパク質を誘導させるためにはストレス刺激を細胞に加えればよく、温熱ストレスは安全に利用できるため温熱療法を推奨している(伊藤, 2004)。加温することにより熱ショックタンパク質の誘導が高まるため、術後の回復や褥瘡の治癒などの疾患の回復過程などで効果が促進する(伊藤, 2004)。本研究でも42℃に温めた温水または温泉を利用した結果、潰瘍の発生が抑制されており、これは温熱ストレスを与えたことにより熱ショックタンパク質が増加したと考えられる。また、予備加温により傷害性ストレスが防御され、その傷害は軽度で回復も早い(伊藤, 2004)と報告されている。本研究では圧迫性皮膚障害を作成する前から温浴を行っており、伊藤らが報告した予備加温の効果が本研究でも影響していると考える。

さらに、熱ショックタンパク質は、NK細胞の活性化や樹状細胞の抗原提示能を増強するなど免疫系にも関与し免疫力を増強している(伊藤, 2004)。このことから、温浴により圧迫性皮膚障害の炎症が抑えられたとも考えられる。

今回の研究では、統計学的には温泉浴の効果は示されなかったが、潰瘍出現数、潰瘍面積では、温泉群はいずれも温水群の半数程度であることが示された。我々のグループではドライスキンを作成した動物に対して、泉質の異なる長野県内の5種類の温泉を用いて温浴させ、ドライスキンに対してどの温泉が最も効果的であるのかを検討しており、5温泉の中では松代温泉がドライスキンに対して保湿などの皮膚保護効果が最も強いことが分かった(学会発表のみ)。そのため、本研究でも圧迫性皮膚障害に対して松代温泉が最も有効であるのではないかと考え、松代温泉を用いた。

圧迫性皮膚障害に対して温泉群は温水群よりも良い効果がある可能性が得られたため、温泉の含有してい

る成分ごとの効果や成分の相乗効果を追求していくことで、どのような成分が温水浴よりも上積み効果を得られたのかが判断できるものと考えられる。また、松代温泉以外の温泉も今回のような可能性があるのか、また、松代温泉よりも良い温泉があるのかなどの検討も必要であると考えられる。さらに、潰瘍のより詳細な観察、あるいは熱ショックタンパク質などの分子の推移状況についてもさらなる研究が必要であると考えられる。

褥瘡の治療では創部を洗浄することなどにより清潔を維持し、感染症などの発生をコントロールすることが必要である（浅野ら、2017）。本研究では温浴を実施することにより、創部が洗浄した状態と類似した状態となったと考えられる。そのため温浴したことにより重症化が抑制された一因となったと考える。

温浴ではなく、乾いた状況で温熱を与えるのみで今回のような結果が得られるのかは、今後検討を行う必要があると考える。

### 結論

温浴を行うことにより、圧迫性皮膚障害の発症予防や重症化抑制に対して効果があることが示された。また、温泉浴は、温水浴よりも圧迫性皮膚障害の発症予防や重症化抑制に対して上積み効果が期待される可能性があることが示唆された。

### 利益相反

本研究に関連し、著者らに開示すべき利益相反関係にある企業などはありません。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご協力を下さった国民宿舎松代荘の徳永昭行前支配人、小柳司支配人、山崎あけみ副支配人をはじめとした皆様に感謝の意を表します。

### 文献

浅嘉延，吉山直樹編（2017）．看護のための臨床病

態学 改訂第3版．南山堂，748.

Currie R. W., Karmazyn M., Kloc M., et al. (1988) . Heat-shock response is associated with enhanced postischemic ventricular recovery. *Circulation Research*, Sep;63 (3) :543-549.

環境省自然環境局長／環境省（2014.7.1）．「温泉法第18条第1項の規定に基づく禁忌症及び入浴又は飲用上の注意の掲示等の基準」及び「鉱泉分析法指針（平成26年改訂）」について．<http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/kyokucho.pdf>（2016.12.02）．

久保田一雄（2006）．補完・代替医療 温泉療法．金芳堂，9-28.

井上紳太郎（2003）．皮膚に有用な温泉水成分を探る．*日本温泉気候物理医学会雑誌*，67，12-13.

伊藤要子（2004）．全身加温による運動能力の向上：温熱療法により誘導されるHSP70を利用した温熱トレーニング．*日本温泉気候物理医学会雑誌* 68（1），28-29.

前田真治（2010）．温泉の禁忌症・適応症および注意事項について，温泉医学の立場から．*日本温泉気候物理医学会雑誌*，74（1），21-22.

日本褥瘡学会用語集「潰瘍」．<http://www.jspu.org/jpn/journal/yougo.html#kaiyou>（2018.12.01）．

Plumier J. C., Currie R. W., (1996) . Heat shock-induced myocardial protection against ischemic injury: a role for Hsp70?. *Cell Stress Chaperones*, 1 (1) : 13-17.

田中マキ子（2009）．事例で学ぶ褥瘡トータルアセスメント TIMEコンセプトとDESIGN-Rのコラボレーション．*学習メディカル秀潤社*，2-6.

鷺見麻衣子，高田直子（2012）．褥瘡初期病変の組織学的特徴と血管拡張因．*褥瘡会誌*，14（2），121-28.



【Original】

## Investigation of the effects of warm baths on Pressure Skin Injuries

Daiji MIURA<sup>1)</sup>, Yukina SHINOHARA<sup>1)</sup>, Kozue SHIMABUKURO<sup>1)</sup>,  
En TAKASHI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Nagano College of Nursing, Division of Basic & Clinical Medicine

【Abstract】 Bathing in spas has long been considered good for skin because hot spring bathing has numerous medical benefits. Therefore, hot spring bathing is possibly effective against pressure injuries. In this study, we investigated whether warm bathing is effective in preventing the onset of pressure injury and in inhibiting the increase in the severity of the disease. We established a rat model of compression dermatitis by exerting pressure on rat skin using magnets. Rats were divided into three groups (control, warm water, and hot spring water), and measurements were obtained at different time points. Between 36 h and 12 days following pressure release, wound scores of the warm water and hot spring water groups were significantly lower than those of the control group at all measured time points. The maximum incidence rate of compression dermatitis in the control group (70.0%) was markedly higher than that in the warm water (12.5%) and hot spring water (7.1%) groups. Further, the maximum surface area of pressure injuries was 14.9mm<sup>2</sup> in the control group compared with 6.5 and 4.1 mm<sup>2</sup> in the warm water and hot spring water groups, respectively. These results showed that for the warm bathing groups, bathing was clearly effective in preventing the onset of pressure injuries and inhibiting the increase in the severity of the disease. These effects can possibly increase by hot spring bathing. A warm bath prior to pressure application to skin may prevent the onset of compression dermatitis and inhibit the increase in the severity of the disease.

【Keywords】 pressure ulcer, pressure skin injury, warm bath, prevention of pressure injury, suppression of progression

---

三浦大志  
〒399-4117  
長野県駒ヶ根市赤穂1694番地  
長野県看護大学 基礎医学・疾病学分野  
Tel: 0265-81-5155 Fax: 0265-81-5155  
E-mail:miura-daiji@nagano-nurs.ac.jp  
Daiji Miura  
NaganoPrefecture  
Nagano College of Nursing  
1694Akaho,Komagane,Nagano,399-4117JAPAN  
TEL: +81-0265-81-5155 FAX: +81-0265-81-5155  
E-mail:miura-daiji@nagano-nurs.ac.jp