

## 寒冷療法の膝と腰部への効果

—体表面および深部温度からの検討—

平野 孝行・赤木 充宏・  
伊東 佑太・青木 一治

### 要 約

膝と腰部に対して寒冷療法の効果をみるため、健常成人11名に氷と食塩を混合した冷凍療法と極低温療法の2種類の寒冷療法を実施し、体表温と膝関節包内および腰部深部温度から検討した。体表温度では、膝にて冷凍療法によって反応性の温度上昇がみられたが、極低温療法および腰部の冷凍療法・極低温療法ではみられなかった。膝関節包内温度は、冷凍療法・極低温療法によっても著明な温度変化はなかった。腰部深部温度は冷凍療法・極低温療法による温度低下がみられた。

### はじめに

寒冷療法は保存的療法の一手段として古くから行われており、特に極低温ガス発生装置の開発以来、慢性関節リウマチを中心として、有痛性筋スパズムや腰痛疾患等にも積極的に用いられてきた。寒冷療法の生理的作用は局所温の低下であり、その生理的効果は二次的な血管拡張による血流改善、温度上昇、浮腫の軽減、鎮痛、消炎、痙攣抑制などである。寒冷療法による四肢の局所温度変化の測定は、多く報告されているが体幹のそれは少ない。それ故我々は、軟部組織構造の異なる、膝と腰部に寒冷療法を施行し、その影響を検討したので報告する。

### 対象と方法

健常男子9名、女子2名計11名を対象とした。年齢は21～30歳で平均24.4歳であり、身長は148～173cm、平均167.2cm、体重43～91kg、平均62.2kgであった。膝・腰部表面温

度測定は8名に行い、膝関節包内・腰部深部温度測定は4名に行った。

被検者を室温25℃、湿度60%に調節した恒温恒湿室に約30分間安静臥床にて馴化させた後に施行した。

寒冷療法としては、極低温ガス発生装置を用いた極低温療法あるいは、水嚢に氷500gと食塩250gを混ぜ合わせた冷凍療法を3分間行った(図1, 2)。施行部位は右膝と下位腰椎の左傍脊柱筋部とし時間をおいて施行した。温度の測定は施行中、施行後ともに1分毎に行い、原則として施行後40分まで測定した。インフラアイ150サーモグラフィ装置により膝・腰部全体の体表面温度の変化を測定し、デジタル温度計熱電対で局所体表面温度を測定した。深部温度については、サーミスター針状プローブで膝関節包内および腰部の深部温度を測定した。測定部位として、膝表面温度は内側関節裂隙部で行い、関節包内温度は一般に外側関節穿刺を行う部位からプローブ針を刺入して行った(図3-5)。腰部は表面・深部温度測定をL4棘突起



図1 極低温療法装置

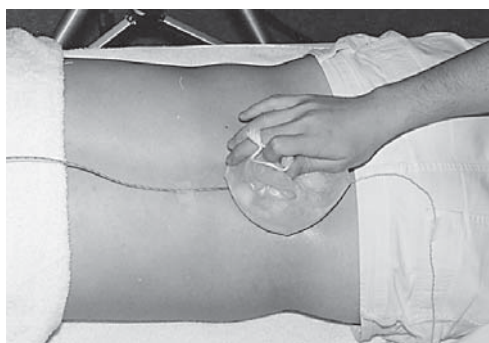


図2 腰部への冷凍療法



図3 サーマスター針状プローブ



図4 サーマスター針状プローブの関節刺入

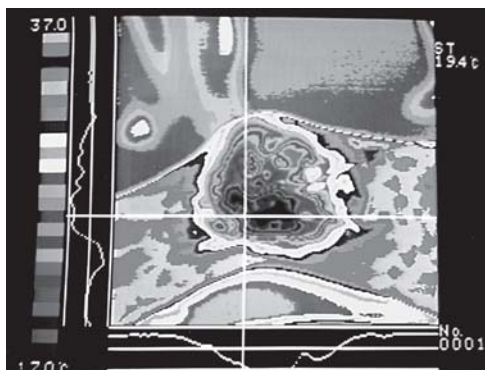
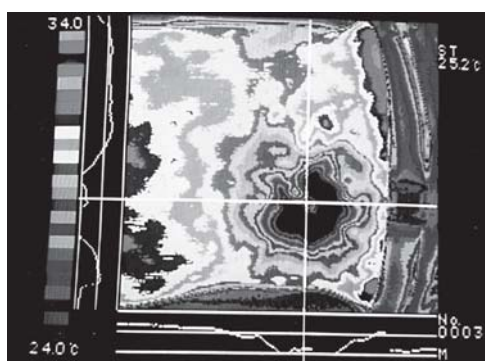


図5 寒冷療法直後のサーモグラム

外側3cmの傍脊柱筋部で行い、深部温はそれぞれに刺入の深さを変えて測定した。

医学研究としての倫理については、本研究は現行の倫理規定への対応を求められる以前に実施したもので、学術資料として価値を鑑み投稿することを理解願いたい。

## 結果

膝・腰部表面温度測定安静時の温度変化をみるため、3名を用い安静をとらせた後、30分間膝と腰部の温度変化を測定した。膝表面温度は $0.5^{\circ}\text{C}$ 、腰部表面温度 $0.4^{\circ}\text{C}$ 以内の変化であった。膝関節包内・腰部深部温度では、ともに

寒冷療法の膝と腰部への効果

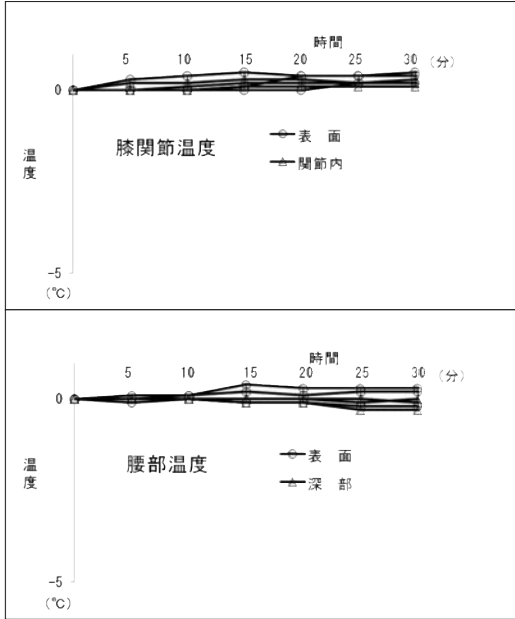


図6 安静時の温度変化

0.3°C以内の変化であった (図6)。

寒冷療法施行時の体表面温度の変化では、温度低下の様子は膝と腰部、冷凍療法と極低温療法ともに同様の傾向を示した。施行前温度は、膝では平均32.5°C、腰部では平均33.1°Cであったものが、寒冷療法3分後には十分な冷却が得られていた (図7)。

冷凍療法において、膝表面温度は施行直後平均30.7°C低下し、ほとんどが施行後15分で施行前温度に回復し、それ以後では1名を除いて反応性温度上昇がみられた。反応性温度上昇は、0.8~2.8°Cの内、施行後30分では平均1.4°Cの上昇であった。反応性温度上昇の起こらなかった1名は、施行後35分では-0.1°Cであり、ほぼ施行前温度に回復した (図8)。腰部表面温度は、1名に反応性温度上昇がみられただけであり、40分以内に施行前温度に回復したのも2名にすぎなかった (図9)。

膝関節包内温度および腰部の深部温度につ

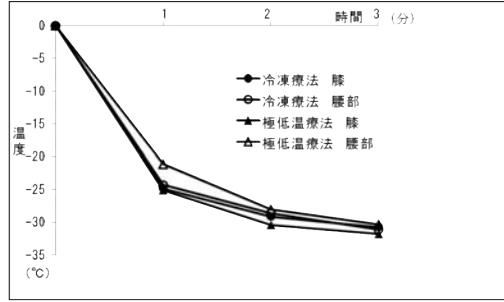


図7 寒冷療法施行時の表面温度の変化

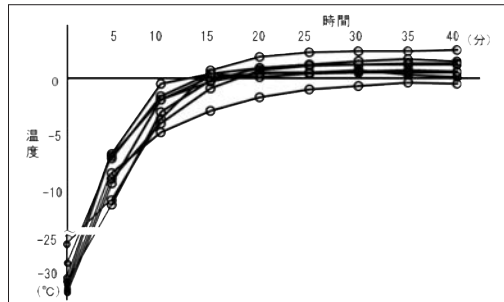


図8 冷凍療法施行後の膝表面温度の変化

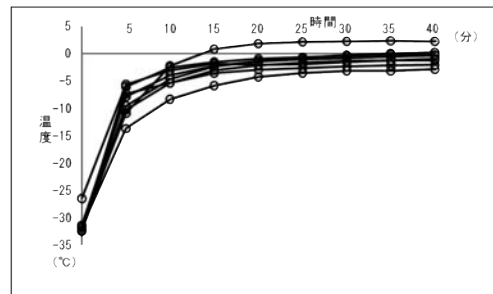


図9 冷凍療法施行後の腰部表面温度の変化

いては、関節包内温度は全対象で0.3°C以内の変化であり、コントロールの安静時温度変化との差異はみられなかった (図10)。腰部の深部温度では、-4.6~-0.8°Cの変化であり、皮下3.5cmでもその変化は少ないものの影響を受けていることが分かった (図11)。

極低温療法による膝表面温度の変化は、施行直後平均-31.8°Cの低下であり、施行後40分でも全例において施行前温度に回復しなかつ

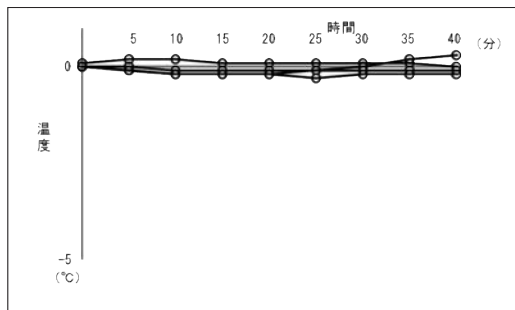


図10 冷凍療法後の膝関節包内温度の変化

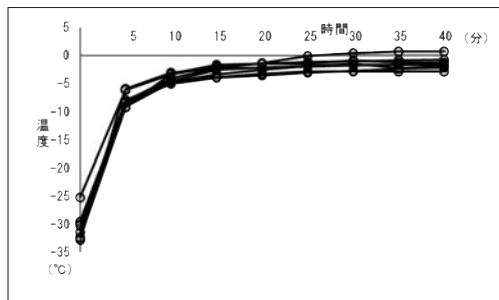


図13 極低温療法施行後の腰部表面温度の変化

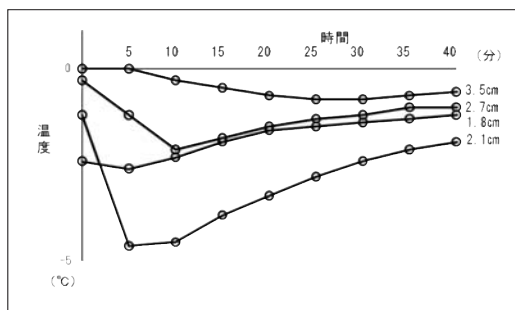


図11 冷凍療法施行後の腰部深部温度の変化

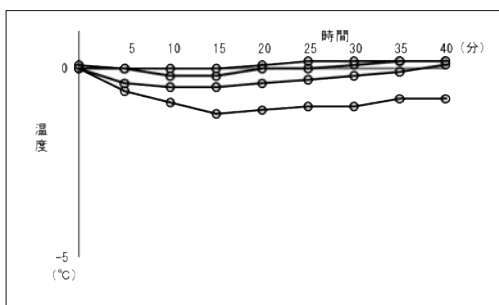


図14 極低温療法施行後の膝関節包内温度の変化

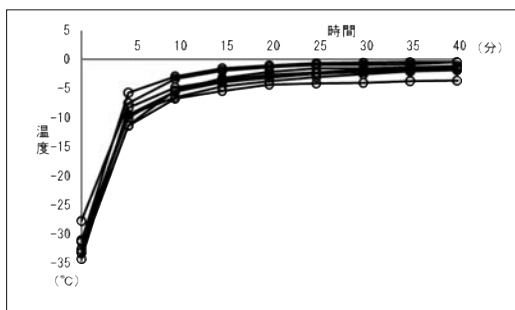


図12 極低温療法施行後の膝表面温度の変化

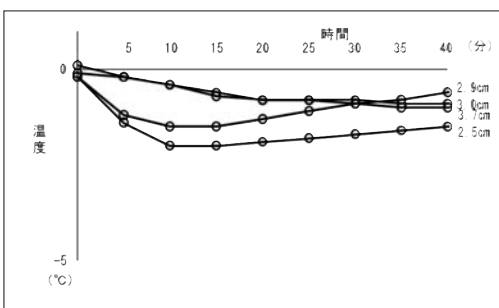


図15 極低温療法施行後の腰部深部温度の変化

た(図12)。腰部表面温度では施行直後平均 $-30.3^{\circ}\text{C}$ 低下し、1名を除いて40分でも元の温度に回復しなかった。1名は25分後に回復し、わずかであるが反応性温度上昇がみられた(図13)。膝関節包内温度と腰部深部温度において、関節包内温度は1名に $-1.2^{\circ}\text{C}$ の低下がみられたが他3名はコントロール群と差はなかった(図14)。腰部深部温度は、 $-2.0\sim-0.9^{\circ}\text{C}$ の変化で深層ほど温度低下が少なく、影響を受

け難い傾向であった(図15)。

冷凍療法・極低温療法について、膝と腰部における表面温度の変化の概要をみるため平均値で表した。施行直後の温度には差はないが、冷凍療法の膝でのみ反応性温度上昇がみられ、 $1.2^{\circ}\text{C}$ の上昇が維持された(図16)。

同様に関節包内および腰部深部温度の変化を平均値で示した。腰部深部温度に比べ関節包内温度は変化がみられなかった(図17)。

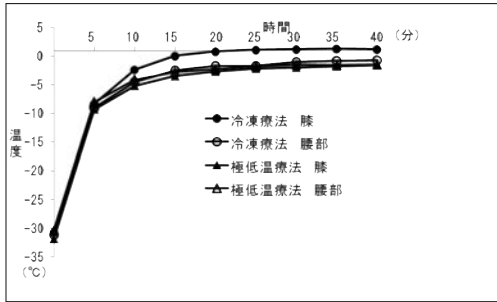


図 16 寒冷療法施行後の表面温度の変化

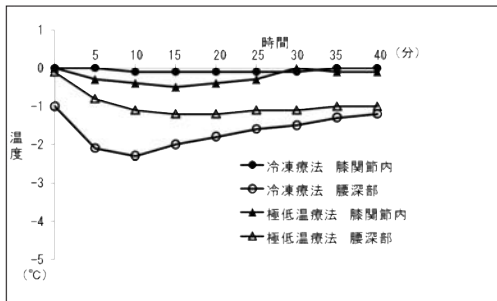


図 17 寒冷療法後の関節包内・腰部深部温度の変化

## 考察

### 1. 寒冷療法の方法

寒冷療法は筋スパズムの軽減や外傷直後の応急処置として最も適用され、冷却と運動療法を併用する寒冷運動療法も行われてきた。慢性関節リウマチの寒冷療法の効果については、本邦で開発された極低温療法を用いることで積極的な運動療法も展開されてきた。寒冷療法の方法にはアイスマッサージ、クリッカー、アイスパック、コールドパック、冷水浴、コールドスプレー、持続的冷却装置、携帯用急冷パック、極低温療法などが挙げられるが各種寒冷療法の効果比較や最適な寒冷療法の選択指針などには十分な科学的根拠が得られていないのが実情である。寒冷療法の臨床効果の研究については、そのほとんどが膝関節や足関節および手部など

の四肢遠位の関節が多く、今回対象とした腰部についての報告は極めて少ない。

寒冷療法は熱の伝導形態により、伝導冷却、気化冷却、対流冷却に大別され、今回の冷却方法は伝導冷却の代表例として氷嚢を用いたアイスパックによる冷凍療法、気化冷却として極低温療法を選択した。

### 2. 寒冷療法の体表面温度への効果

一般に冷却方法を決める際には、身体部位と冷却剤での熱移動速度が速くかつ安全な温度変化が求められる。今回実施の冷凍療法および極低温療法は、3分間の施行にて膝と腰部の体表面温度は平均30°Cをこえる温度低下を示し、十分な冷却効果を得ることができた。延永、山内らは慢性関節リウマチ患者への寒冷療法において、冷刺激温度が低いほど効果的であることを指摘しており、一般的な水のみを使用したアイスパックやアイスマッサージ、クリッカーなどでは十分な冷却効果が得られないと報告した<sup>1)</sup>。坂本らによれば、アイスパック、コールドパック、持続的冷却装置の3種の方法による体表面温変化では、30分の冷却にて最も低下したアイスパック施行でも18.3°Cまでの低下にとどまっている<sup>2)</sup>。

本研究での施行後の温度変化については、冷凍療法と極低温療法の施行直後では差はないが、その後には冷凍療法では膝に反応性温度上昇がみられた。これは、血管の第一次収縮に続いて二次的な血管拡張反応が生じたことによる血行促進として理解される。慢性関節リウマチの寒冷療法治療においては、この反応性温度上昇が筋力や歩行能力、痛みやROM改善などと同様に、治療効果の指標としても考えられてきた<sup>3,4)</sup>。

一方、急性炎症を抑えるための寒冷療法で

は、炎症性発熱を低下させ血管収縮と血流減少、毛細管透過性低下を生じ炎症による発赤や浮腫などを減少させ、痛覚を伝えるA $\delta$ 線維活動の低下により痛みへも直接的に作用する。これらの目的を考えると、上記の反応性温度上昇による血管拡張や循環増加は逆に防ぐべき反応と考えられ、症例に応じて冷却の程度を考慮する必要がある。

### 3. 寒冷療法の関節包内・深部温度への効果

関節内温度についての諸家の研究では、寒冷により低下する報告と上昇する報告が混在し一定の結果が示されていない<sup>1,5-8)</sup>。最近では、運動負荷による関節内温度の変化も報告され外気温にも左右されている<sup>9)</sup>。

炎症関節への寒冷効果として、コラゲナーゼやエラスターゼなどの軟骨分解酵素の活性は関節温度の低下により抑制され、関節温度が30℃以下になるとほとんどが止まると報告されており、炎症性関節疾患である変形性関節症や慢性関節リウマチでのコラーゲン破壊の予防と抑制が期待される。

本研究結果では、冷凍療法と極低温療法において1名を除いて関節包内温度は変化しなかった。今回のような冷却媒体を用いる際には、治療時間の延長や治療面積の拡大など実施方法を考慮すべきである。

軟部組織の深部温度への効果については、一般的に筋スパズムや痛みの改善が期待される。今回の結果では、腰部深部温度は冷凍療法・極低温療法ともに低下を示しかつ長く持続していた。深部温度変化は体表面の温度変化とは異なり、体表面温度が寒冷施行後すぐに温度回復に向かうのに比べ、深部温度は施行後しばらく経ても低下傾向を示し、寒冷療法の十分な効果が期待できると考えた。

### 謝辞

本研究にご指導ご協力いただきましたNTT西日本東海病院 鈴木信治名誉院長に深謝いたします。

本研究の一部は、2010年度名古屋学院大学研究奨励金による研究成果である。

### 文献

- 1) 山内寿馬, 他: 神経・筋疾患のリハビリテーションに関する研究. 昭和51年度実績報告書 68-77, 1976
- 2) 坂本雅昭, 渡辺純, 増永正幸, 小西啓子, 斉藤明義: 寒冷療法と皮膚温の変化. 理学療法科学 14(1): 25-28, 1999
- 3) 山内寿馬, 他: 神経・筋疾患のリハビリテーションに関する研究. 昭和52年度実績報告書 120-136, 1977
- 4) 坂本隆弘, 藤木秀男, 西川博文, 川村次郎, 辻本正記: 局所超低温療法. 理学療法・作業療法 18(2): 122-126, 1984
- 5) Horvath SM, Hollander JL: Intra-articular temperature as a measure of joint reaction. J Clin Invest 28: 469-473, 1949
- 6) 木村貞次: 理学療法士のための物理療法臨床判断ガイドブック. 文光堂: pp362-364, 2007
- 7) Young-Ho Kim, Seung-sug Baek, Ki-Sub Choi, Sang-Gun Lee, Si-Bog Park: The Effect of Cold Air Application on Intra-Articular and Skin Temperatures in the Knee. Yonsei Med J 43(5): 621-626, 2002
- 8) F. G. J. Oosterveld, J. J. Ransker, J. W. G. Jacobs, H. J. A. Overmars: The Effect of Local Heat and Cold Therapy on the Intraarticular and Skin Surface Temperatures of the Knee. Arthritis and Rheumatism 35(2): 146-151, 1992
- 9) Christoph Becher, Jan Springer, Sven Feil,

寒冷療法の膝と腰部への効果

Guiliano Cerulli, Hans H Paessler: Intra-articular temperatures of the knee in sports-

An in-vivo study of jogging and alpine skiing.  
BMC Musculoskeletal Disorders 2008, 9: 46