

## 携帯型循環式寒冷装置の検討

織田 修輔<sup>1)</sup>, 井下 将太<sup>1)</sup>, 上田 敦仁<sup>1)</sup>, 小原 真治<sup>1)</sup>, 片岡 純平<sup>1)</sup>, 木村 彩人<sup>1)</sup>,  
澤田 優大<sup>1)</sup>, 白尾 拓磨<sup>1)</sup>, 吉原 昌平<sup>1)</sup>, 喜多 宣彦<sup>2)</sup>

### Study of portable circulating cooling device

Shusuke Orita, Shota Inoshita, Atuhito Ueda, Shinji Ohara, Junpei Kataoka,  
Ayato Kimura, Yuta Sawada, Takuma Shirao, Shohei Yoshihara, Yoshihiko Kita

#### Abstract:

The purpose of this paper is to develop a new Circulating cooling device which is superior to existing ones in convenience and portability. We tried to make it possible for those who do not have expertise or technique in Cold therapy to use the new product easily and simply. As a result, we could examine an appliance which is highly efficient in refrigeration keeping the bloodstream and portability.

**Keywords** : 寒冷装置, 健康, アイシング

#### 要旨

寒冷療法の知識や技術を要しない方でも簡易に使用できる操作性と既存のものよりも高い性能また小型化による持ち運びが可能な装置開発を目指して、本研究は利便性や携帯性に優れた循環式寒冷装置の開発を目的とした。その結果、血流を阻害しない範囲での高い冷却能力と簡単に持ち運びが可能な装置の検討をすることができた。

## 1. はじめに

歩行は多くの人が一般的に行っている日常生活動作である。歩行により高血圧の改善や心肺機能の強化、骨の強化、肥満の解消、脂質異常症と動脈硬化の改善、肝機能の改善、有酸素能力向上などの効果がある<sup>[1]</sup>。その歩行を1日1時間以上行うだけで、平均余命は1.5年長くなり、生涯医療費は70.9万円削減できるということが明らかになっている<sup>[2]</sup>。このことから、運動による健康寿命の延伸が示唆される。

しかし、運動により外傷や慢性的な傷害のリスクが発生する。これらを防ぐためには運動後のアフターケアとしてセルフコンディショニングを実施する必要がある、主なものに

---

織田修輔, 井下将太, 上田敦仁, 小原真治, 片岡純平, 木村彩人, 澤田優大, 白尾拓磨,  
吉原昌平\* : 大阪ハイテクノロジー専門学校, 喜多宣彦\*\* : 本学

はアイシングやストレッチが挙げられる<sup>[3, 4, 5]</sup>。本研究では、スポーツ現場における応急処

置やクーリングダウンに最も頻繁に使われている寒冷療法<sup>[4]</sup>の中のアイシングに焦点を当てることとする。アイシングには代謝の低下や一次的血管収縮，毛細血管透過性の低下，神経活動の低下，筋紡錘活動の低下などの生理学的作用があり，これら作用から炎症抑制や疲労回復，疼痛緩和，早期回復の効果が期待される<sup>[9, 10, 11, 12, 13]</sup>。しかし，そのアイシングも専門的な知識や技術を有さなければ，期待する効果が得られないばかりか凍傷や血行障害といった危険性も考えられる。これらのことから，知識や技術がない一般の方でも簡単にセルフコンディショニングが出来るアイシングの機器があれば，運動による外傷や慢性的な傷害の予防と健康寿命の延伸につながるのではないかと考えた。

また，実用性としてスポーツ現場でも使用することを想定し，現在一般的に流通しているアイシング機器（クライオカフ）の特徴である手動循環による冷却温の維持や曲面への接着による全体冷却などスポーツ現場でも使用できる携帯性を上回る機能を有する装置開発を目指し，本研究では既存のものよりもアイシングの効果並びに利便性や携帯性に優れた循環式寒冷装置の新規開発を目的とした。

## 2. 方法

### 2. 1 Pre 実験 1（装置検証時に実施するアイシングの部位決め）

大阪城ナイトランの参加者 38 名（男性 20 名，女性 18 名）を対象に問診調査（年齢，性別，運動習慣，運動時間，運動歴，下肢の痛み）を実施した。

### 2. 2 Pre 実験 2（装置検証時に実施するアイシングの時間決め）

本校に所属する男性 14 名を対象に，カーフレイズを all out まで至らしめた後に氷嚢を用いてアイシングを施し①主観的麻痺感覚（VAS 法で 10 段階評価にて下腿部の主観的麻痺感覚を問診にて測定）②表在感覚検査（打腱槌に付属している知覚針を用いて下腿部の感覚の有無を評価）の 2 項目を測定した。

### 2. 3 装置開発

アイシングの知識，技術を要さない方でも簡単に使用できることを前提に携帯型循環式寒冷装置の開発を行った。利便性の面では，凍傷予防や冷却温の持続，接着面全体への冷却，患部への圧迫に着目し氷水，循環ポンプ，氷嚢を利用した装置の開発を目指し，携帯性の面では，小型化を意識し容易に持ち運びが可能な装置の開発を目指した。簡易な操作性を実現する為に装置の自動化を図り，マイコンを使用したモード選択機能とタイマー機能また循環機能を制御する基盤を作成した。

### 2. 4 装置検証

本校に所属する男性 14 名を対象に以下の項目にて装置の検証を実施した。なお，右下腿部に携帯型循環寒冷装置を使ってアイシングを行う群（以下：装置足）と，左下腿部には氷嚢を使った通常のアイシングを行う群（以下：Control）との 2 群に分け比較を行った。

#### 2. 4. 1 主観的冷却感覚

VAS 法にて 10 段階評価にて下腿部の主観的冷却感覚を 3 分毎に測定する。

2. 4. 2 踵部皮膚温度

腹臥位姿勢で足底部から 2m の間隔でサーモグラフィーを設置し踵部温を 3 分毎に測定。

2. 4. 3 経皮的動脈血酸素飽和度

パルスオキシメーターを拇趾に装着し 1 分毎に測定する。

2. 4. 4 使用感調査

装置検証の被験者とは別のスポーツの知識を持たない一般の成人 16 名を対象者が本研究で開発した装置と一般的なアイシングを実施し、「簡単」か「簡単でない」という 2 つの選択肢でアンケート調査を行い使用感の比較する。

3. 結果

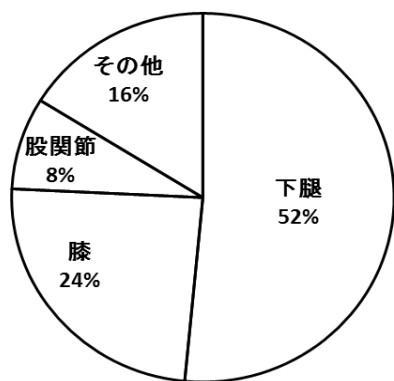


図 1 問診調査の結果

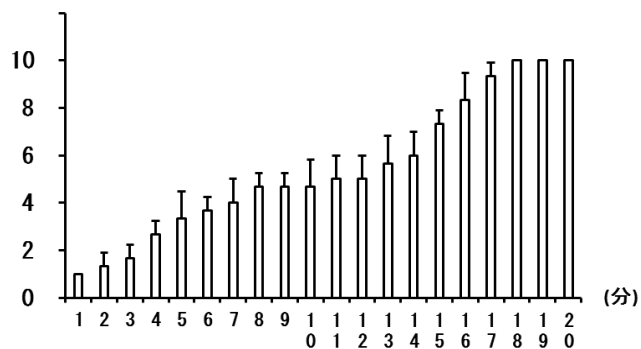


図 2 寒冷療法の痛みの経過に関して

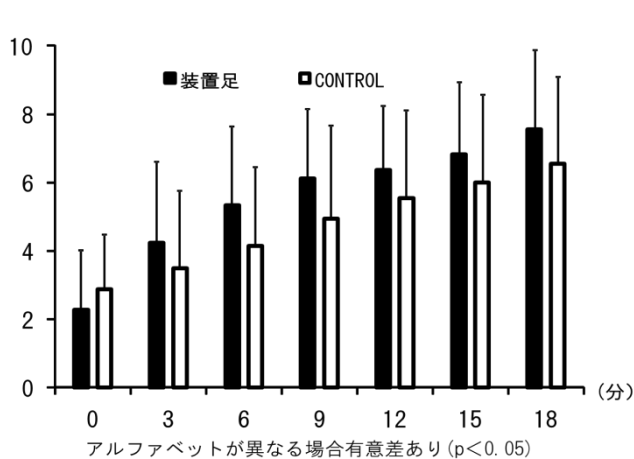


図 3 主観的冷却感覚の経過に関して

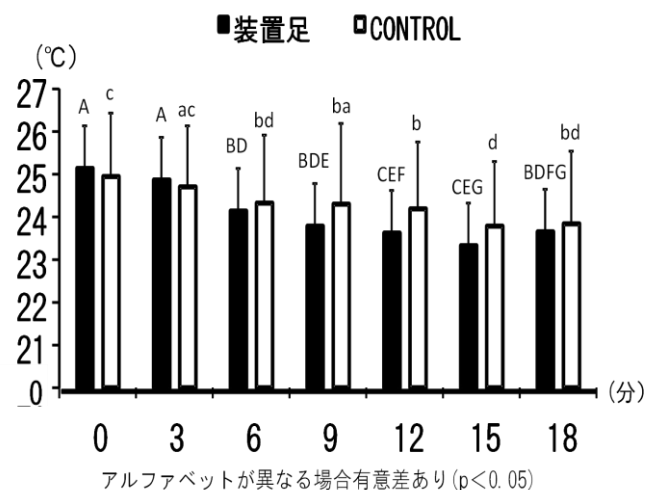


図 4 踵部皮膚温度の経過に関して

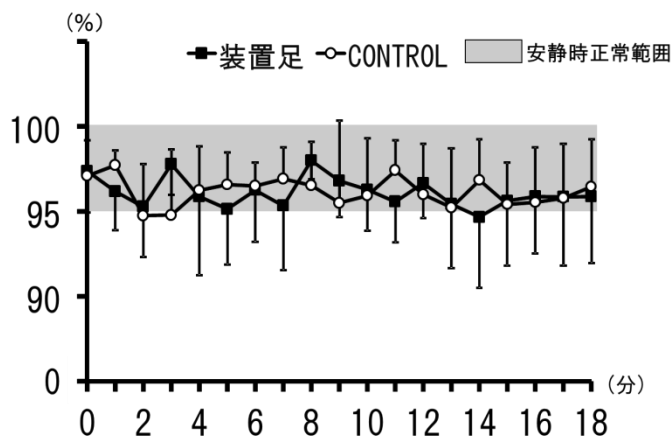


図5 経皮的動脈血酸素飽和度の経過に関して

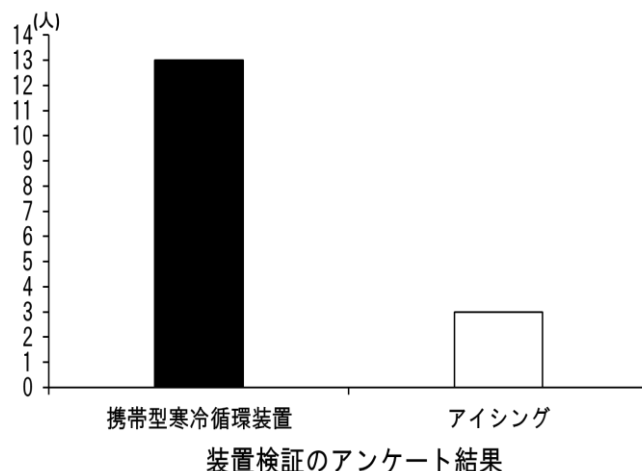


図6 使用感に関して

### 3. 1 Pre 実験 1

問診の結果、下肢の痛みが下腿部 51%、膝 24%、股関節 8%、その他 16%に発生していることが判明し、被験者の半数以上が下腿部に痛みを訴えていることから装置検証でのアイシング部位を下腿三頭筋に決定した (図 1)。

### 3. 2 Pre 実験 2

時間の経過とともに主観的麻痺感覚が上昇していき、すべての被験者が 18 分経過時に冷却感が最高点に到達し表在感覚が麻痺したことから装置検証時のアイシング時間を 18 分と決定した (図 2)。

### 3. 3 VAS 法による主観的冷却感覚の測定

図 3 の結果から 0~3 分時は、Control の方が装置足より高い値を示したが、それ以降は、装置足が高い値を示した。

### 3. 4 踵部皮膚温度の測定

図 4 の結果から 0~3 分時は、装置足と Control の温度はほぼ同じだった。6 分時より、装置足の方が低い温度を示しており、最後まで Control が装置足より温度が低くなることはなかった。左右での温度差は平均して 1℃程度であった。

### 3. 5 経皮的動脈血酸素飽和度の測定

経皮的動脈血酸素飽和度は、装置足と Control で変化の動きに小さな差異はあるが左右ともに常時 95%以上の濃度を示している (図 5)。

### 3. 6 使用感調査

本研究で作成した装置と一般的なアイシングの使用感の比較では、16 名中 13 名が装置の方が簡単に使用できると感じていた (図 6)。

## 4. 考察

日常生活における基本的動作である歩行には、健康寿命の延伸という身体への健康的な面と医療費削減という社会的な面への2つの好影響が明らかとなっている<sup>2, 7, 8)</sup>。本研究ではその好影響を背景にして、歩行による外傷や慢性的な障害を予防することが一般の方の日常的な歩行時間の増加に繋がるのではと考えた。そこで、スポーツ現場で最も頻繁に使用されている寒冷療法に着目して、その中でも疲労回復や疼痛緩和また早期回復の効果があり運動後のクーリングダウンとしてのセルフコンディショニングに最適なアイシングを既存のものよりも優れた装置の開発により簡単で効果的に実施できることを目指した。

開発した循環式寒冷装置は、装置検証により既存のものよりも高い冷却能力と簡便な操作性を有していることが示された。また、この結果と装置の特徴としての電池式自動循環や小型化による携帯性、常時循環による冷却の持続、圧迫による接着面全体への冷却から、前述したアイシング機器（クライオカフ）の特徴よりも利便性や携帯性に優れている装置であると示唆される。

今後は、本研究の結果をもとにして、一般企業の支援を受け企業の開発力によってより性能の優れた装置の商品化を実現することを理想とする。そこからの一般家庭への普及により、セルフコンディショニングの啓発と運動での外傷や慢性的な障害の予防に繋がるのではないかと考える。そして、その効果から健康寿命の延伸や医療費削減また生涯スポーツへの参加を実現させていき、これからの超高齢化社会問題に直面している日本の未来に本装置が貢献できることを期待したい。

## 5. まとめ

本校に所属する男性14名（使用感調査は一般の成人16名）を対象に研究を実施した結果、開発した装置は既存のものよりも血流を阻害しない範囲で患部が冷却されていること及び装置の簡単な操作性が明らかとなった。また、装置の小型化を実現させたことから、既存のものよりも利便性や携帯性に優れた装置を開発できたと考える。これにより、本研究が健康寿命延伸や医療費削減の要因となることが示唆された。

## 6. 参考文献

- [1] 公益財団法人健康・体力づくり事業財団, 健康運動実践指導者養成用テキスト, 2010.
- [2] 柿崎真沙子: 生活習慣病が医療費・介護保険給付費に及ぼす効果に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)総合研究報告書, pp7-12, 2011.
- [3] 公益財団法人日本体育協会, 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト 6, 2007.
- [4] 公益財団法人日本体育協会, 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト 7, 2007.
- [5] 公益財団法人日本体育協会, 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト 8, 2007.
- [6] 平沢彌一郎: 新しい人体論, 放送大学教育振興会, 1985.
- [7] ケネス・L・ナイト: クライオセラピー, ブックハウス・エイチディ, 1997.
- [8] 長谷川博: リカバリーの科学, ナップ, 2014.
- [9] 山本利春, 吉永孝徳: スポーツアイシング, 大修館書店, 2001.
- [10] 山本利春: リカバリー –アスリートの疲労回復のために–, ナップ, 2013.
- [11] 中山明善, 萩田剛志: 実践スポーツケア, 山海堂, 2003.
- [12] 照屋博康, 山根基, 色摩正雄, 大西範和: 運動後の冷却が筋力トレーニングの効果に及ぼす影響, 瀬木学園紀要(1), 6, pp135-138, 2007.
- [13] 吉永孝徳: スポーツアイシング, ナツメ社, 2002.