

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11433

研究課題名（和文）手掌へのアイシングにより肩の投球障害は予防できるか？

研究課題名（英文）Can icing on the palm prevent throwing injuries on the shoulder?

研究代表者

宮下 浩二（MIYASHITA, Koji）

中部大学・生命健康科学部・教授

研究者番号：40403604

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、手のひらへのアイシングによって投球障害が予防できるか検証することを目的とした。実験的な測定では、手のひらを冷やすことで負荷をかけた後の肩の可動域制限や筋力低下を防止することが確認できた。さらに実際の野球の現場で大学野球選手を対象に介入研究を行った夏場の2ヶ月間、練習の後に手のひらのアイシングを実施させた。肩や肘の張りや痛みが軽減される選手も一定の割合でみられた。また、肩への直接的効果ではないが、熱中症予防や疲労対策に効果があったと感じる選手が約6割にのぼった。疲労軽減など全身のコンディションが維持されることで、投球障害を間接的に予防する効果も期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はアイシングの新たな効果を検証し、証明した意義がある。投球障害予防の観点から、アイシングの使用法については賛否がある中で、直接、肩や肘を冷やすことのリスクを避けながらも、肩の機能、投球動作を改善させる可能性が示された。さらには、実際の現場での実践研究にて一定の効果があることも証明できた。本研究は現場での疑問から出発した研究であり、現場に還元できる効果的な研究であると考えられる。この方法が適応かを個別で評価し、活用することで投球障害予防の一助となることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to verify whether throwing injury can be prevented by icing the palm. Experimental measurements have confirmed that cooling the palm prevents shoulder range of motion limitation and muscle weakness after a load is applied. Furthermore, for two months in the summer, university baseball players were asked to perform icing on their palms after practice at actual baseball sites. Some athletes were able to reduce tension and pain in their shoulders and elbows. In addition, about 60% of the athletes felt that it was effective in preventing heatstroke and preventing fatigue, although it was not a direct effect on the shoulders. By maintaining the condition of the whole body, such as reducing fatigue, it can be expected to have the effect of indirectly preventing pitching disorders.

研究分野：理学療法学

キーワード：アイシング 手掌 投球障害 予防 野球 肩 スポーツ現場 コンディショニング

## 1. 研究開始当初の背景

投球による障害(投球障害)予防のために肩や肘へのアイシングが普及している。甲子園大会や地方大会でもアイシングが励行されてきた(堀口 2017)。しかし近年、アイシングの効果を疑問視する研究や現場の声が増えてきている。高校野球投手のアイシング実施率は9割にもものぼるが、その効果を実感していない選手が4割に達する(宮下 2019)。それどころか、成長期選手ではアイシング実施群が非実施群より障害発生率が高い(吉田 2013)との報告まである。我々も日常的に野球選手のコンディショニングを行っているが、アイシングの翌日には「肩の動きが悪くなる」として実施しない選手はいる。米国ではすでに投球後にアイシングを実施する選手は少数派である(阿部 2012)。

では、なぜ日本の野球の現場ではアイシングがされ続けているのか?。その理由として、「習慣としてアイシングはすべきものだと考えていた」「なんとなく」をあげている(阿部 2012、宮下 2019)。しかし、野球の現場での肩への直接的なアイシングが投球障害予防に有効であるという学術的エビデンスはほとんどない。

一方で近年、高校野球の甲子園大会のような暑熱環境下において手のひら(手掌)を氷嚢や凍らせたペットボトルなどでアイシングすることで、身体の深部温度を下げることができ、熱中症の防止に効果があるとして注目を浴びている。手掌には動脈静脈吻合(AVA)があり、そこで熱を放散することで冷えた血液を全身に戻す作用があり、この方法はそれを利用している。Heller (2012)はトレーニング中に手掌をアイシングすることでトレーニング量が向上すると報告している。この効果は、血流量を減らすことなく、深部体温を下げることで疲労物質の蓄積を抑制するためと考えられている。

過去のアイシングの効果に関する学術研究は、「対象部位に直接」アイシングを実施して効果を分析している。その効果やメリットは、疼痛など炎症抑制、遅発性筋痛の抑制など生理学的変化を指標に示されてきた。しかし、同時に冷却部位の血管収縮、血流量の減少などのデメリットもある。野球選手の肩に直接アイシングをするデメリット、特に肩の筋力や関節可動域などの運動器機能へのリスクについてはほとんど分析されていない。投球にとって重要な肩外旋筋群への直接的アイシングの影響を分析した我々の先行研究(木村 2007)では、負荷を加えた直後にアイシングをすると、翌日の外旋筋力は回復したが、肩内旋可動域が低下していた。これはアイシングに伴う外旋筋群の粘性の上昇やその表層の皮膚、皮下組織の伸張性低下によると考えられる。肩内旋可動域制限は投球障害の重要な発生要因であり(Burkhart 2003)、肩に直接行うアイシングのリスクと考えられる。

以上の背景から、肩の投球障害予防に対するアイシング法として、肩に直接実施するのではなく、間接的効果を狙った手掌へのアイシングが考えられる。試合や練習で深部温度が上昇する場合、プレイの合間に手掌をアイシングすることで疲労物質の蓄積を防ぎ、結果的に可動域制限などが防止できる可能性がある。しかし現状ではこの方法により深部温度が下がることは明確だが、肩の機能や投球時の肩の運動への効果については全く解明されていない。つまり、①手掌に対するアイシングが肩の機能や動きにどのような影響を及ぼすか?②本方法が投球障害予防に有効か?という点については解明されていない背景がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、手掌へのアイシングによる肩の機能や運動への影響を明確にすることである。さらに本方法を野球の現場で用いて、投球障害の予防策として有効か検証する。

### (1) 研究1: 反復する肩への負荷後の手掌へのアイシングによる肩の機能の変化の検証

先行研究でみられる手掌へのアイシングの効果を利用することで肩内旋可動域制限なく、外旋筋力を回復できると仮説をたてた。研究1の目的は、肩に負荷をかけた後の手掌へのアイシングによる内旋可動域、外旋筋力などの肩機能への効果を検証することとした。

### (2) 研究2: 反復する投球動作の負荷における手掌アイシングの効果検証

研究1で得られた結果を実際の野球に活用できるか、検証することとした。野球の試合でのイニング間における手掌へのアイシングにより、試合中の疲労現象としての肩の筋力低下を防止し、ひいては投球動作の悪化を防止できるという仮説を立てて基礎的研究をすすめることとした。本研究は、試合を想定して肩に間欠的負荷を加え、その合間に手掌に冷却刺激を加えることで、肩の筋力低下や投球時の肩外転角度の減少(肘下がり)を防止できるかを検証することを研究2の目的とした。

### (3) 研究3: 野球の現場における手掌へのアイシングによる障害予防効果の検証

野球の現場で手掌へのアイシングの介入を行い、その効果を分析した。手掌へのアイシング

が、投球障害や熱中症などの障害予防、コンディショニング維持・向上に有効かを検討することを研究3の目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 研究1

対象は、肩に疼痛のない男子大学生48名とした。対象を無作為に16名ずつ以下の3群に分類した。アイシングをしない対照群、肩にアイシングを行う肩群、手掌にアイシングを行う手群の3群とした。

実験プロトコルを示す。まず始めに、投球障害肩の発生に関係する代表的な肩機能である肩内旋可動域と肩外旋筋力を分析対象として測定した。その次に、負荷を加えた運動課題を行わせた(以下、「運動前」)。運動後、対照群はそのまま15分間安静とした。安静またはアイシングの直後(以下、この時点を「運動後」とする)に、最初と同様に内旋可動域と外旋筋力を測定した。さらに24時間後(以下、「翌日」)に同様に内旋可動域と外旋筋力を測定した。

外旋筋群に定量的に負荷をかけるため、側臥位にて肩関節外旋の反復運動を課題とした。負荷は最大等尺性筋力の20%に相当するダンベルを用いた。開始肢位の肩内旋位から、肩外旋筋群の求心性収縮を前腕水平位(肩内外旋中間位)まで1秒で行わせ、遠心性収縮により開始肢位まで2秒で戻す、計3秒間を一連の運動とした。上記の運動範囲の外旋運動ができなくなった時点でオールアウトとし、運動を終了とした。

肩群、手群ともにアイシングは運動終了直後から15分間実施した。運動前と安静後または各アイシング直後の肩後面(棘下筋と三角筋の境界)における体表面温度を非接触赤外線温度にて測定した。対照群で $0.1 \pm 0.1$ 度上昇、肩群で $7.5 \pm 1.5$ 度低下、手群で $0.2 \pm 0.2$ 度上昇した。

各群の外旋筋力と内旋可動域について、運動前に対する運動後および翌日の変化量を算出し、各測定時における群間の差を一元配置分散分析および多重比較検定で分析した( $p < 0.05$ )。効果量は偏 $\eta^2$ を用いた。また外旋筋力と内旋可動域の変動を群間で比較するために、まず運動前に各群間に差がないことを確認(一元配置分散分析)した上で、運動前を100として運動後および翌日の値を正規化した値をもとに、平均値と95%信頼区間を記述統計量として算出した。

#### (2) 研究2

対象は、高校時代に3年間硬式野球の経験がある男子大学生8名とした。実験プロトコルを示す。はじめに、シャドーピッチングの動作を10秒間隔で10回行わせた。この動作を3方向からデジタルビデオカメラ(毎秒60コマ)で動画撮影した。その後、安静を保つために対象を左側臥位(右肩が上)とした。右肩の深部温度と左手掌の表在温度を測定するために投球側の右肩峰内側に深部温度測定センサーを貼付し、冷却部位となる非投球側の左手掌の第3基節骨底部に表在温度測定センサーを貼付した。以降、右肩深部温度と左手掌表在温度は継続して測定した。

次に、左手掌表在温度が安定した後、上記の肢位のまま徒手筋力測定機器を上腕遠位端に設置し、右肩20度外転位での最大等尺性外転筋力を10秒間隔で10回測定した。10回目の筋力測定後、5分間安静とした。この10回の筋力測定と安静(1分ごとに温度測定)を1セットとし、野球の試合の9イニングを想定して9セット繰り返した。

最後に、温度センサーをすべて除去した後、再度、シャドーピッチングを10回、動画で撮影してすべての測定を終了した。測定中、痛みがないことを確認した。このプロトコルを、比較対照の「冷却なし」とした。

一方、10回の筋力測定後の5分間の安静時に左手掌を氷嚢で冷却するプロトコルを「冷却あり」とした。冷却部位は手掌のセンサーに触れないようにMP関節より近位全体に接触するようにした。その他はすべて同じ手順で行った。

各プロトコルの間隔は2週間以上とした。また、対象によりプロトコルの順番は無作為に変えた。「冷却なし」と「冷却あり」の両プロトコルにおける各パラメータの変化について統計的に分析した。

いずれのプロトコルでも、肩深部温度および手掌表在温度の測定には深部温モニターを用いた。深部温度、表在温度ともに、「冷却なし」「冷却あり」のそれぞれのプロトコルの1セット目の肩外転筋力測定の終了直後の温度を基準値(0)とした。各セットの肩外転筋力測定終了直後の温度と基準値の差を増減量とし、平均値と標準偏差を記述統計量として算出した。各プロトコルにおける温度変化の動態を分析するために、2セット目から9セット目の差を一元配置分散分析( $P < 0.05$ )した。効果量は偏 $\eta^2$ を用いた。

肩外転筋力はハンドヘルドダイナモメータを用いて、最大等尺性筋力を測定した。対象の各セット10回の平均値を算出し、セットごとの代表値とした。1セット目の平均値を基準値(100)として各セットの値を正規化した。各プロトコルにおける肩外転筋力の変化の動態を分析するために、2セット目から9セット目の差を一元配置分散分析( $P < 0.05$ )した。効果量は偏 $\eta^2$ を

用いた。

シャドーピッチングの動画をもとに二次元三次元解析ソフトにより、ステップ脚（左側）の足底接地時の右肩外転角度を算出した。安静立位時の角度を0度と規定して、補正を行った。9セットの筋力測定の前と後のシャドーピッチングにおける10回の肩外転角度を求めた後、測定前と測定後で右肩外転角度の平均の差を統計学的に分析した。分析には対応のあるt検定を用い、有意水準は5%とした。測定の前後で右肩外転角度が有意に減少した場合を「有意な減少あり」とし、有意差がない場合と有意に増加した場合を「有意な減少なし」として対象をいずれかに分類した。 $\chi^2$ 検定により各プロトコルの分布の差を分析した。

(3) 研究3

対象は某大学野球部投手36名とした。選手個々に手掌アイシング用アイテム（アイスバツテリー：まつうら工業）を配布した。2022年6月～8月の2ヶ月間使用させた。使用のタイミング、使用時間等は選手の実情に応じて任意とした。8月末に選手に、googleフォームで自覚的効果（「肩・肘」と「全身」）を聴取した。

3. 研究の結果

(1) 研究1

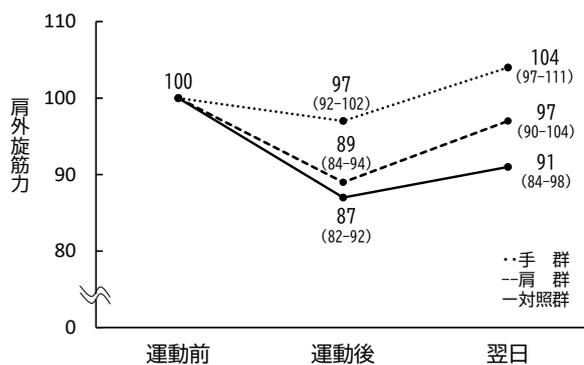


図1. 外旋筋力の変化

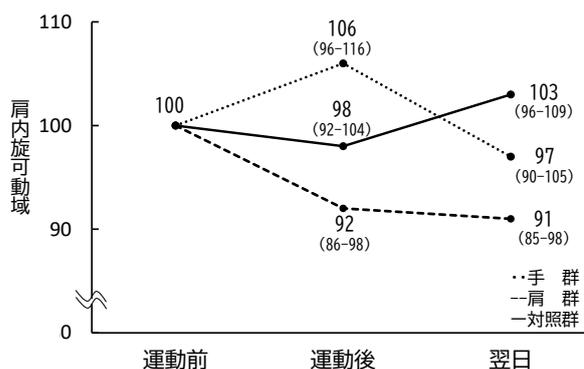


図2. 内旋可動域の変化

外旋筋力：各群の外旋筋力と運動前からの変化を図1に示す。運動前と運動後の比較について、一元配置分散分析の結果、 $F(2, 45) = 4.35, p = 0.019$ 、偏 $\eta^2 = 0.162$ 、 $P(\text{検定力}) = 0.73$ であり、群間の差は有意であった。多重比較検定の結果、手群は対照群および肩群より有意に減少量が少なかった。また、運動前と翌日の比較については、一元配置分散分析の結果、 $F(2, 45) = 3.53, p = 0.038$ 、偏 $\eta^2 = 0.135$ 、 $P = 0.63$ であり、群間の差は有意であった。多重比較検定の結果、手群は対照群より有意に減少量が少なかった。

内旋可動域：各群の内旋可動域と運動前からの変化を図2に示す。運動前の内旋可動域には三群間に有意な差はなかった ( $p > 0.05, F(2, 45) = 1.53$ )。運動前を100として正規化した外旋筋力の平均値の推移と各値の95%信頼区間を図3に示す。運動前と運動後の比較について、一元配置分散分析の結果、 $F(2, 45) = 7.14, p = 0.002$ 、偏 $\eta^2 = 0.241$ 、 $P = 0.92$ であり、群間の差は有意であった。多重比較検定の結果、手群は肩群より有意に減少量が少なかった。また、運動前と翌日の比較については、一元配置分散分析の結果、 $F(2, 45) = 4.06, p = 0.024$ 、偏 $\eta^2 = 0.153$ 、 $P = 0.69$ であり、群間の差は有意であった。多重比較検定の結果、肩群は対照群より有意に減少量が多かった。

り、群間の差は有意であった。多重比較検定の結果、肩群は対照群より有意に減少量が多かった。

(2) 研究2

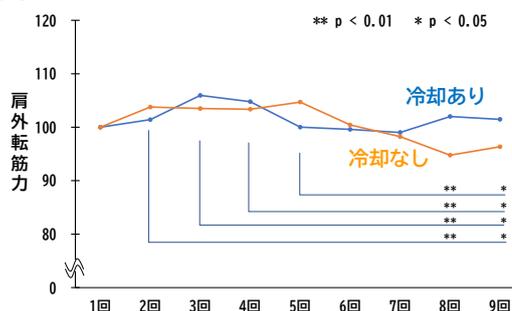


図3. 肩外転筋力の変化

	有意な減少あり	有意な減少なし	合計
冷却なし	8	0	8
冷却あり	3	5	8
合計	11	5	16

図4. 投球時の外転角度の変化

肩外転筋力:「冷却なし」は、一元配置分散分析の結果、セット間の差は有意であった [F (7, 56) = 3.02,  $p < 0.01$ , 偏  $\eta^2 = 0.21$ ]。「冷却あり」は、一元配置分散分析の結果、セット間の差は有意でなかった [F (7, 56) = 1.27,  $p = 0.27$ , 偏  $\eta^2 = 0.08$ ]。それぞれの多重比較検定の結果を図 4 に示す。「冷却なし」は 2~5 セット目と比較して、8、9 セット目は有意に減少していた。

投球時の外転角度の変化:「冷却なし」は 8 名全員が筋力測定前より測定後の方が有意に減少していた。一方、「冷却あり」は、3 名が筋力測定前より測定後の方が有意に減少しており、5 名は有意な減少はなかった。「アイシングあり」が「アイシングなし」より肩外転角度が低下する人数が有意に少なかった ( $p < 0.05$ , Cramer's  $V = 0.67$ )。

### (3) 研究 3

表1. 手掌へのアイシングによる主観的効果(肩・肘)

表2. 手掌へのアイシングによる主観的効果(全身)

主観的効果：肩・肘			主観的効果：全身		
	人数	割合		人数	割合
肩、肘の「張り」が出にくい	5	14%	熱中症になりにくい	24	67%
肩、肘の可動域が制限されにくい	3	8%	全身の疲労がとれる・たまらない	17	47%
肩、肘の痛みが出にくい	2	6%	全身の熱が抜ける感じ	10	28%
肩、肘の筋力低下が生じにくい	1	3%	快適に眠れる	3	8%
その他	5	14%			

投球障害に関連する運動器への効果は決して多くはないが、一定の効果はみられた。熱中症予防や疲労回復など、全身のコンディションに対しては多くの選手で効果がみられた。「効果なし」は 22% だった。

### 4. 研究成果

1 年目の基礎研究、2 年目の応用研究、そして 3 年目の実践研究のいずれにおいても、手掌によるアイシングが肩の機能や、投球動作に好結果をもたらす可能性が示された。そして、その結果をもって実践研究に臨み、一定の効果を得ることができた。

これらのことから、肩の投球障害予防に対するアイシング法として、肩に直接実施するのではなく、間接的に行う手掌へのアイシングには有効性があると考えられる。

ただし、効果には個人差もあり、個別に適応を評価して用いることが望まれる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 宮下浩二・播木孝・小山太郎・岡棟亮二・堀部寛太	4. 巻 8
2. 論文標題 投球障害予防を目的とした手掌へのアイシング効果の基礎的研究 第2報 ~ 野球の試合でのイニング間におけるアイシング活用に向けて~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本アスレティックトレーニング学会誌	6. 最初と最後の頁 57-64.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24692/jsatj.8.1_57	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮下浩二・播木孝・堀部寛太	4. 巻 7
2. 論文標題 肩外旋運動後の手掌へのアイシングが肩外旋筋力と肩内旋可動域に及ぼす影響 ~ 投球障害予防を目的とした手掌へのアイシング効果の基礎的研究 ~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本アスレティックトレーニング学会誌	6. 最初と最後の頁 33-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24692/jsatj.7.1_33	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮下浩二・播木孝・堀部寛太	4. 巻 8
2. 論文標題 間欠的反復負荷運動を行う肩に対する反対側手掌へのアイシングの効果 ~ 投球障害予防を目的とした手掌へのアイシング効果の基礎的研究 第2報 ~	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本アスレティックトレーニング学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 宮下浩二・播木孝・堀部寛太
2. 発表標題 手掌へのアイシングが間欠的負荷に対する肩関節外転筋力の維持に及ぼす影響 ~ 投球障害予防を目的とした手掌へのアイシング効果の基礎的研究 第2報 ~
3. 学会等名 第10回日本アスレティックトレーニング学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下浩二・播木孝・堀部寛太
2. 発表標題 手掌へのアイシングが投球動作の肩外転角度に及ぼす影響
3. 学会等名 第18回肩の運動機能研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下浩二・播木孝・堀部寛太
2. 発表標題 投球障害予防を目的とした手掌へのアイシングは肩の機能回復に有効か？
3. 学会等名 第9回日本アスレティックトレーニング学会学術大会
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

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