

投球後に行う肩関節周囲へのアイシングの検討

笠原政志¹、山本利春¹、剣持佑起²、竹田京平²、遠藤誠治²、中谷香織²

¹国際武道大学体育学部、²国際武道大学大学院

要旨

本研究は投球時の肩関節周囲筋の筋温に着目し、投球動作に伴う肩関節周囲筋の筋温上昇を基にした肩関節に対するアイシング部位を検討することを目的とした。被験者は野球経験者6名とした。研究内容はⅠ．投球時における肩関節周囲筋の皮膚表面温度について、Ⅱ．投球時における筋温について、そしてⅢ．投球後の肩関節アイシング方法の検討について、の3つの課題について行った。被験者は18.44mの距離をストレートの球種で全力投球した。なお、投球は20球を1セットとし、5セット～9セット実施した。測定項目は皮膚表面温度、筋温とし、各20球投球後に計測をした。結果として投球後に皮膚表面温度の上昇が高かったのは上腕三頭筋、三角筋後部、三角筋中部、前鋸筋、僧帽筋下部、広背筋、僧帽筋中部、三角筋前部、棘下筋、大胸筋の順であった。投球時の筋温は上腕三頭筋の筋温上昇が最も高くなった。そして、投球後に実施するアイシングにおいては、アイシングなしに比べてアイシングをした方が有意に肩関節可動域の減少を抑制、ならびに主観的疲労感の抑制をすることができた。また、上腕三頭筋にアイシングを実施した場合にのみ肩関節90度外転位での外旋可動域の有意な可動域減少を抑制することができた。以上により、投球後に実施する肩関節へのアイシングは肩関節の可動域低下を抑制するコンディショニングとして有効であり、更には上腕三頭筋を含めてアイシングを実施した方が肩関節の外旋可動域維持に有効な可能性があると考えられた。

1. はじめに

野球選手の（特に投手）においては、投球後に肩関節のコンディショニングを目的としたアイシングの実施が大衆化しており、肩肘関節障害予防に役立っている。このアイシングの目的は繰り返しの投球動作に伴う肩関節内の炎症抑制と考えられている。しかし、繰り返しの投球動作では肩関節内に炎症が生じるだけでなく、肩関節周囲筋に対してはエキセントリックな負荷が加わるため、筋組織には微細損傷などのダメージも生じていると考えられる。アイシングの効果は炎症症状の抑制だけに限らず、組織の微細損傷の抑制、2 次的低酸素障害の抑制等が挙げられる。すなわち、投球後に実施する肩関節のアイシングにおいては、関節のみならず、肩関節周囲筋も考慮したアイシングの実施が肩関節のコンディショニングとしては有効であると考えられる。

筋に対するアイシングを考える際には、投球動作の主働筋や疲労がたまりやすい部位を考慮することが必要である。しかし、実際どの筋がどの程度の活動をしているか、あるいは、どの程度負担がかかっているかを判別することは困難である。一方、筋温とパフォーマンスに関する報告が近年散見され、特に筋温上昇に伴いパフォーマンスは高くなるという報告がある。しかし、パフォーマンスには適切な筋温があるとの報告もあり、過剰な筋温上昇は逆にパフォーマンスを低下させると考えられている。つまり、筋温コントロールが競技パフォーマンスのコンディショニングのにとって必要であると考えられる。そこで本研究は投球時の肩関節周囲筋の筋温に着目し、投球動作に伴う肩関節周囲筋の筋温上昇を基にした肩関節に対するアイシング部位を検討した。

2. 方法

2-1 研究 I：投球時中の肩関節周囲筋の表面皮膚温度について

2-1-1. 目的

筋温とパフォーマンスに関する報告は散見され、競技パフォーマンスには適した筋温があり、いかに筋温を上昇させるか、あるいは過剰な筋温上昇をいかに抑制させるかといった筋温コントロールが競技パフォーマンスのコンディショニングには必要であると考えられている。しかし、投球時における肩関節周囲筋の温度変化に関する報告はない。そこで投球時における肩関節周囲筋の各皮膚温上昇を明らかにし、筋温測定部位を検討する基礎資料を得ることを目的とした。

2-1-2. 方法

野球経験者 6 名（身長 171.2 ± 4.1 cm、体重 64.3 ± 5.7 kg）を対象とし、投球時の肩関節皮膚表面温度を計測した。肩関節周囲筋の表層温度として計測した皮膚温は僧帽筋（中部）、僧帽筋（下部）、大胸筋、三角筋（前部）、三角筋（中部）、三角筋（後部）、広背筋、前鋸筋、上腕三頭筋、棘下筋とした。また、投球時の筋温は棘上筋、小円筋を計測した、皮膚温の計測方法は赤外線皮膚温度計を用い、筋温の計測方法は深部温計（Core temp CM-210、TERUMO 社製）を用いて計測した。実験環境は気温 $29.5 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、湿度 $71.4 \pm 5.3\%$ の室内環境で実施した。投球方法は 20 球を 1 セットとし、5 セットの計 100 球とした。投球距離は 18.44m とし、球種はストレートとした。なお、分析は各皮膚表面温度の安静時の値を基準として、各投球後の各皮膚表面温度を変化率にして比較検討した。

2-1-3. 結果

100 球後における各種皮膚表面温度上昇率は上腕三頭筋、三角筋後部、三角筋中部、前鋸筋、

僧帽筋下部、広背筋、僧帽筋中部、三角筋前部、棘下筋、大胸筋の順に高かった。また、深部温については、棘上筋の筋温は $103.6 \pm 0.8\%$ 、小円筋の筋温は $103.2 \pm 1.1\%$ であった (図 1、2)。

2-1-4. 考察

投球中における皮膚表面温度においては、投球動作の主働筋となる部位および、フォロースルー期においてエキセントリック収縮が生じる筋表層の温度上昇が高くなった。皮膚温と筋温との関係については、様々な諸説があるが、今回実験対象部位である肩関節周囲筋と皮膚温の間には下肢や体幹のように脂肪層は厚くはない。よって、筋温の上昇が皮膚温の上昇に反映されやすいと考えられる。また、上昇した皮膚温に該当する筋は投球時にエキセントリック収縮が加わる筋であったり主働筋であったりするため上腕三頭筋、三角筋後部に該当する皮膚温の上昇が高くなったと考えられる。

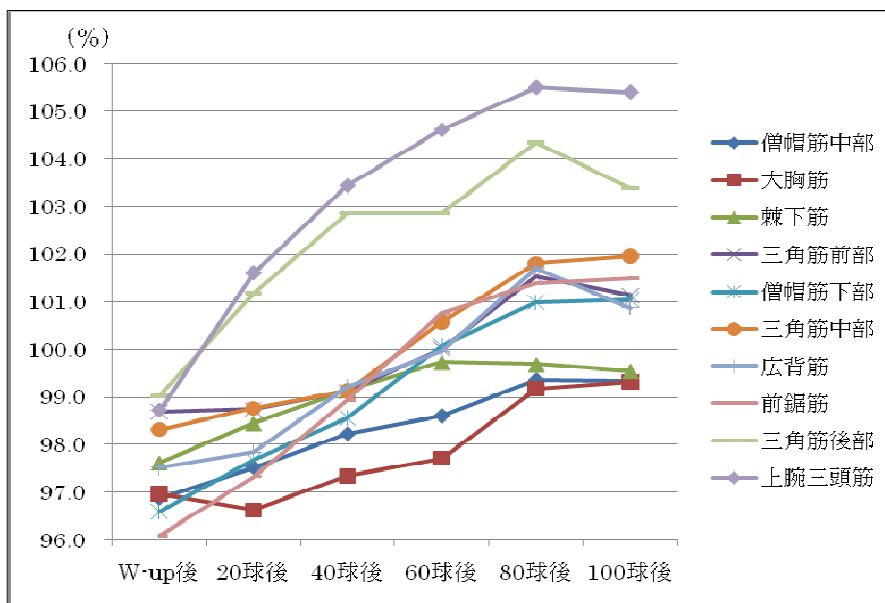


図 1 投球時の各筋表面温度の推移

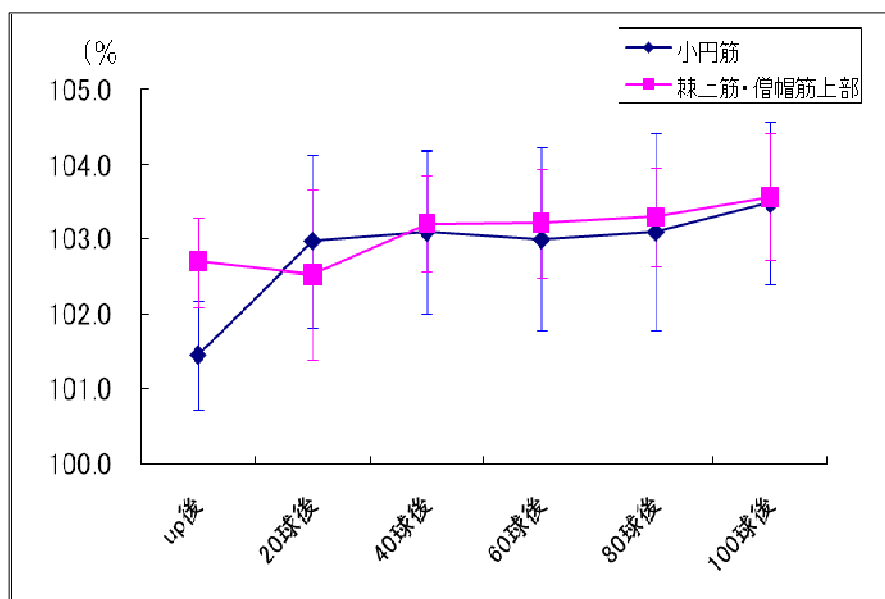


図 2 投球時の深部温度の推移 (棘上筋、小円筋)

2-2 研究Ⅱ：投球時中の肩関節周囲筋温について

2-2-1 目的

研究Ⅰにより得られた結果から、投球時の筋温上昇が高いことが想定される上腕三頭筋、三角筋後部に着目し、投球時における筋温変化について検討し、肩関節周囲筋に対するアイシング部位を検討する基礎資料を得ることを目的とした。

2-2-2. 方法

野球経験者6名（身長 171.2 ± 4.1 cm、体重 64.3 ± 5.7 kg）を対象とし、投球時の上腕三頭筋、三角筋後部の筋温を計測した。なお、筋温は深部温計（Core temp CM-210、TERUMO 社製）を用いて投球中継続して計測した。実験環境は気温 $33.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、湿度 $64.1 \pm 6.5\%$ の室内環境で実施した。投球方法は20球を1セットとし、5セットの計100球とした。投球距離は18.44mとし、球種はストレートとした。なお、分析は安静時の筋温値を基準として、各投球後の筋温の変化率で比較検討した。

2-2-3. 結果

上腕三頭筋の100球後の筋温は安静時に比べ $105.1 \pm 1.0\%$ 上昇し、up後に比べて40球後、60球後、80球後、100球後に有意な筋温上昇がみられた。三角筋後部の100球後の筋温は安静時に比べて $103.3 \pm 0.6\%$ 上昇したが、up後から各投球後に有意な筋温上昇はみられなかった（図3）。

2-2-4. 考察

研究Ⅰと研究Ⅱの投球時中の筋温結果から、投球時の筋温の上昇が最も高いのは、上腕三頭筋であった。上腕三頭筋は投球時中の主働筋であるため、投球時における筋活動が最も高くなり、筋温上昇が高くなったと考えられる。

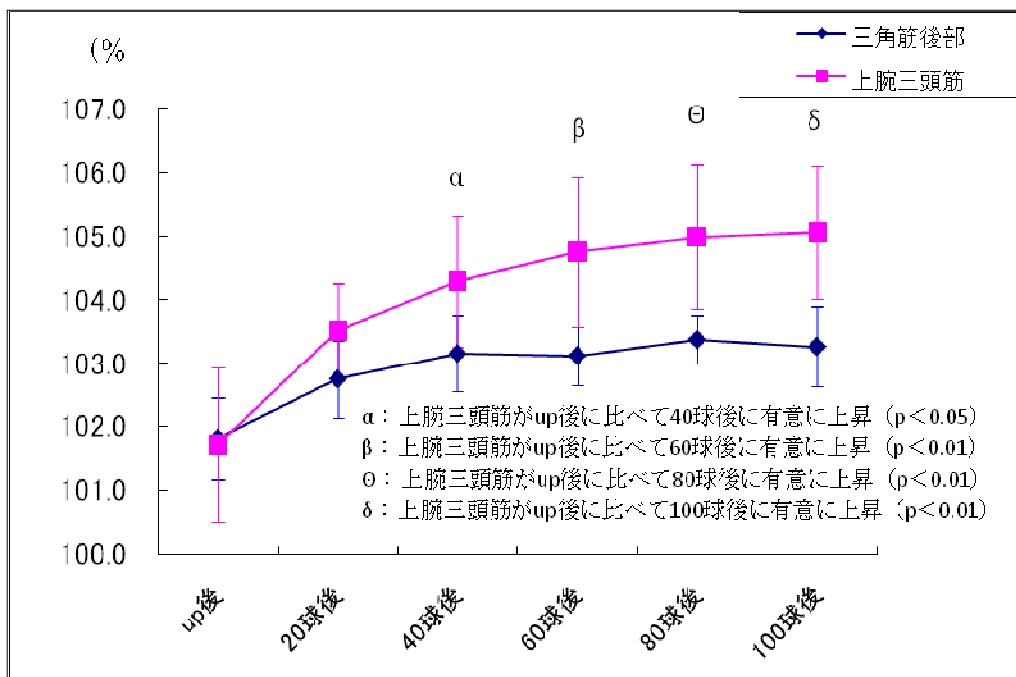


図3 投球時の深部温度の推移（上腕三頭筋、三角筋後部）

2-3 研究Ⅲ：投球後における肩関節周囲筋に対するアイシングの有効性

2-3-1. 目的

研究Ⅱにより得られた結果から、投球後に実施する肩関節周囲筋へのアイシングの有効性とその部位を検討することを目的とした。

2-3-2. 方法

対象者は男性野球経験者6名（身長 171.3 ± 3.6 cm、体重 69.3 ± 8.4 kg）とした。対象者は180数投球し（20球×9セット、球種はストレート、セット間の休息時間は5分間）、その後肩関節に対するアイシングを行った。実験環境は気温 18.3 ± 1.4 °C、湿度 28.2 ± 3.1 %の室内環境で実施した。アイシング方法は肩関節前面と後面にアイシングをする条件（以下上腕三頭筋なし）、肩関節前面と後面と上腕三頭筋にアイシングをする条件（以下上腕三頭筋あり）条件、投球後アイシングをしない条件（以下アイシングなし）の3条件とした。なお、同一被験者で3条件実施するため、条件間の実験間隔は2週間以上空けて実施した。測定項目は主観的疲労感（以下VAS）、肩関節90度外転位での肩関節内旋（以下IR）、外旋（以下ER）、指椎間距離（以下FVD）の柔軟性を測定した。

2-3-3. 結果

上腕三頭筋なし、上腕三頭筋ありに比べてアイシングなしの方が全ての測定項目において有意な可動域の低下およびVASの上昇がみられた。また、上腕三頭筋なしでは、ERにおいてウォーミング前と翌日に有意な可動域の減少がみられたが、上腕三頭筋ありではウォーミングアップ前と翌日の可動域の間に有意差は認められなかった（図4～図8）。

2-3-4. 考察

肩関節に対するアイシングの実施が投球後の肩関節可動域および主観的疲労感にとって良好な結果を示した。これは野球選手の投球後において従来から実施されている肩関節前面・後面のアイシング方法の有効性を示す結果であった。つまり、肩関節周囲筋へのアイシングにより、肩関節内の炎症抑制だけに限らず、肩関節周囲筋に対するアイシングは肩関節の可動域の減少を抑制するコンディショニングにとって有効であることを示す結果である。そして、上腕三頭筋にアイシングしない場合においては、翌日のER可動域の有意な減少がみられた。一方、上腕三頭筋にアイシングをした場合は翌日にER可動域の有意な減少がみられなかった。これにより、投球後の肩関節のアイシング方法においては、上腕三頭筋も含めたアイシングを行うことが有用であることを示す結果である。実際、被験者の感覚としては上腕三頭筋も含めたアイシングの方が上腕三頭筋に対してアイシングを実施しないよりも良好な印象を持っているも者は少なくない。しかし、全ての測定項目において上腕三頭筋にアイシングをした方が有意に肩関節可動域の減少を抑制できたわけではない。更に今回は、翌日の投球パフォーマンスに及ぼす影響までは検討をしていない。今後は投球後にアイシングを実施した翌日の投球パフォーマンスの検討や被験者を増やすことや投球パフォーマンスレベル等も考慮した中での肩関節アイシング方法の有用性について検討していく必要があると考えられる。

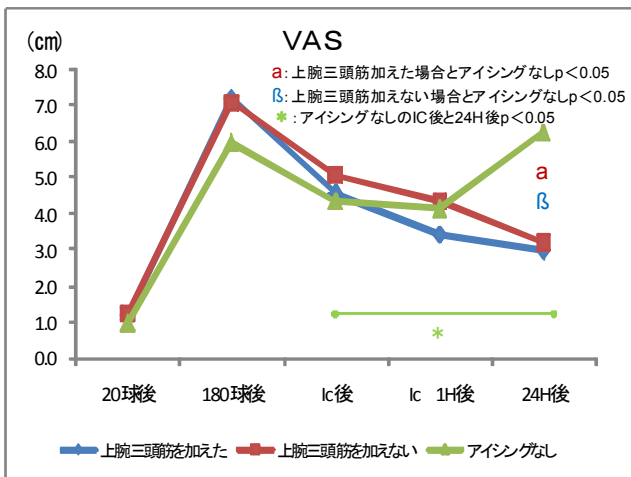


図 4 VAS の結果

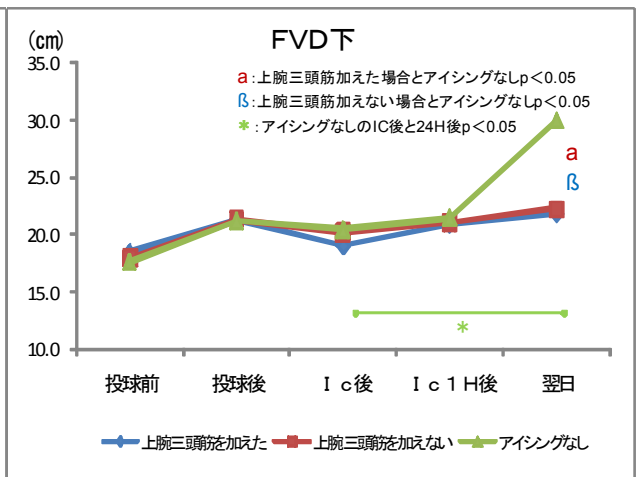


図 5 FVD (下) の結果

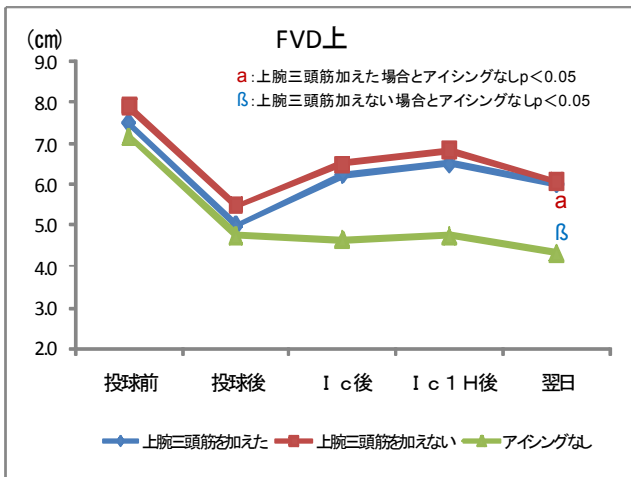


図 6 FVD (上) の結果

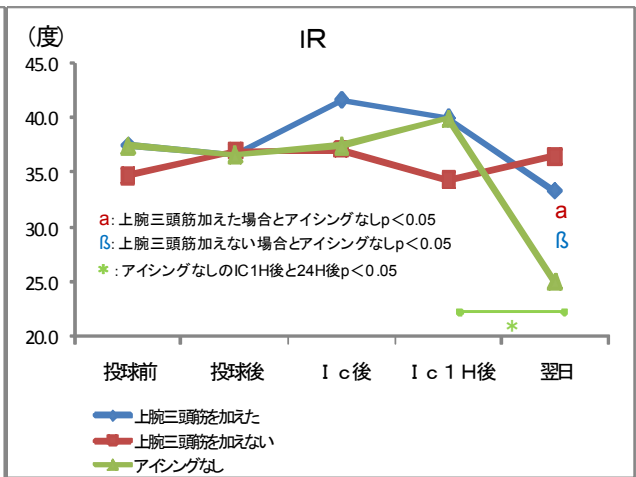


図 7 IR の結果

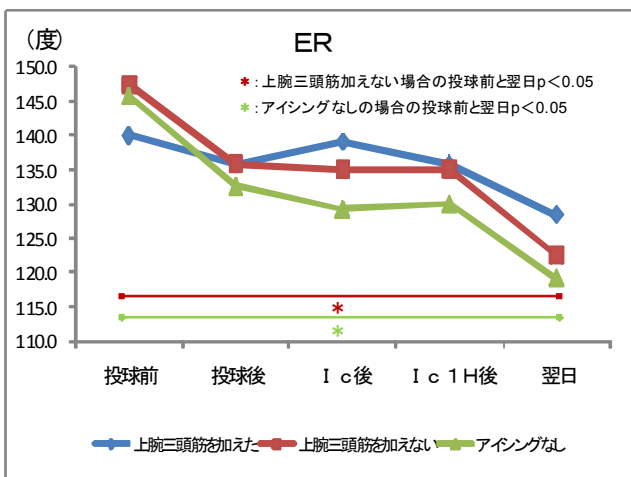


図 8 ER の結果

3. まとめ

投球時の肩関節周囲筋の筋温に着目し、その結果を踏まえて投球後に対する肩関節に対するアイシング方法を検討した。以上の結果から以下のことが導かれた。

- 1) 投球時の皮膚温上昇では、上腕三頭筋、三角筋後部、三角筋中部、前鋸筋、僧帽筋下部、

広背筋、僧帽筋中部、三角筋前部、棘下筋、大胸筋の順に温度上昇が高かった。

- 2) 投球時の筋温上昇では、上腕三頭筋が最も高かった。
- 3) 投球後に実施する肩関節へのアイシングでは、アイシングを実施しないよりも実施した方が肩関節の可動域および主観的疲労度において有意な改善がみられた。
- 4) 投球後に実施する肩関節へのアイシングでは上腕三頭筋を含めない場合では、翌日の肩関節外旋可動域の有意な減少を示したが、上腕三頭筋にアイシングを実施した場合は、翌日の肩関節外旋可動域の減少は示さなかった。

以上により、投球後に実施する肩関節へのアイシングは肩関節の可動域低下を抑制するコンディショニングとして有効であり、更には上腕三頭筋を含めたアイシングの方が肩関節の外旋可動域維持に有効な可能性があると考えられた。今後は投球時中に着目し、投球イニング間における肩関節周囲筋の筋温コントロールを目的としたアイシングの有効性について検討することで、更なる投球パフォーマンスの維持および肩関節のコンディショニングとしてのアイシングの方法を導き出すことができると考えられる。

文献

1. 山本利春ら：筋のコンディショニングを目的としたアイシングの効果、武道・スポーツ科学研究所年報第1号：70-79, 1995.
2. David B: Warm up -performance changes following active warm up and how to structure the warm up-. Sports Med, 33(7):483-493.
3. Mohr M et al: Muscle temperature and sprint performance during soccer matches -beneficial effect of re-warm-up at half-time-, Scand J Med Sci Sports, 14(3):156-162, 2004.
4. Crowley GC et al: Effects of cooling the legs on performance in a standard Wingate anaerobic power test, Br J Sports Med, 25(4), 200-203.
5. Blomstand E et al: Influence of low muscle temperature on muscle metabolism during intense dynamic exercise, Acta Physiol Scand, 120:229-236, 1984.
6. 笠原政志ら：投球イニング間のアイシングが肩関節に及ぼす影響、日本整形外科スポーツ医学会 27 (1) : 69、2007.
7. 長谷川亮ら：イニング間におけるアイシングの有効性、体力科学 55 (6) : 876、2006.
8. 笠原政志ら：投球傷害肩における 180 度の法則の有効性、臨床スポーツ医学会誌 16 (3) : 375-379、2008.