運動後のスポーツアイシングの効果的活用に関する基礎的研究

—運動後の回復に対するアイシングの影響—

○大西範和（愛知みずほ大学）、山根 基（中京大学）、照屋博康（履正社学園コミュニティ・スポーツ専門学校）、斎藤 真（三重県立看護大学）、加藤象二郎（愛知みずほ大学）

Fundamental study for effective use of cryotherapy after exercise.

- Influence of cryotherapy on the recovery process after exercise.-

Norikazu Ohnishi (Aichi Mizuho College), Motoi Yamane (Chukyo University) Hiroyasu Teruya (Riseisha Gakuen Community Sports School), Shin Saito (Mie Prefectural College of Nursing), Zojiro Kato (Aichi Mizuho College)

1. はじめに

スポーツの現場で急性外傷に対して用いられるアイシングは、応急処置の重要な要素である。損傷部位の組織を冷却することで、血流や毛細血管の透過性を減少させ、充血、出血や腫脹を軽減して、周囲の組織の二次的な損傷を防止する。また、野球の投手が、登板後に肩を冷やしている姿も近年では珍しくなく、アイシングは、外傷がない場合でも、酷使した筋や腱に想定される微細な損傷に対して施されるようになり、専用の用具や器具も出てきている。最近では、熱中症対策、疲労回復やリフレッシュなどへと用途がさらに拡大し、高強度でない運動後にも適用されている。

しかし、中等度以下の強度の運動後に行うアイシングについては、その効果や生理学的意義は明らかであるとはいえない。疲労感を抑える効果があり、パフォーマンスが改善されるとの報告がある一方、血流の減少が代謝産物のwash outを阻害する可能性が示唆され、筋肉痛に対する緩和効果はないとの報告もある。さらに我々は、持久的トレーニング¹⁾や筋力トレーニング^{2) 3)}を行い、アイシングを習慣的に併用すると、有酸素的作業能や筋力の改善度が小さくなることを観察している。その要因については明らかではないが、筋や血管の適応性に違いを認めている^{2) 3)}。そこで本研究では、トレッドミルを用いたインターバル走を行い、運動後の主観的な疲労感、血漿中乳酸濃度、血清中のinterleukin-6 (IL-6)、成長ホルモン(GH) 及びvascular endothelial growth factor (VEGF)の濃度の変化を下肢の冷却の有無で比較し、運動後のアイシングが疲労回復に及ぼす影響や運動に伴う筋や血管の適応をひきおこす刺激要因に対する影響について検討し、スポーツアイシングを安全かつ有効に活用するためのガイドライン作成や製品開発に関わる基礎的な知見を得ることを目的とした。

2. 方法

被験者は健常な男子大学生10名であった。被験者の年齢は、 21.2 ± 2.2 歳(平均値±標準偏差)、身長は 173 ± 4.9 cm、体重は 66.7 ± 5.5 kgであった。

実験では、室温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度約50%の環境条件下で、被験者にトレッドミルを用いて、事前に測定した最大酸素摂取量の100%に相当する負荷強度で1分間走行するインターバル走を、1分間の歩行を挿み15セット行わせた。被験者のうち5名は、運動終了後5分以内に両側下肢の股関節の遠位5~10cmまでを攪拌した $10 \pm 1^\circ\text{C}$ の冷水に20分間浸した(冷却群)。残りの5名は冷却を行わず20分間椅子座位安静を維持した(対照群)。

インターバル走前、直後、30、60及び90分後に被験者の肘正中皮静脈または橈側皮静脈から血液を採取し、酵素法を用いて血漿中の乳酸濃度及び血清中のGH濃度、ELISA法を用いてIL-6及びVEGF濃度を測定した。また、主観的疲労感を、インターバル走前、直後、90分後及び24時間後に、10cmの直線尺度スケールで評価した。各測定値は平均値±標準偏差で表した。二元配置分散分析を用いLSD法により多重比較した。なお、危険率5%未満を有意とした。

3. 結果

運動直後には主観的疲労感は著明に高まり、運動終了90分後には低下した。運動終了90分後における主観的疲労感スケールの低下度は、対照群に比べ冷却群で統計的に有意($p < 0.05$)に大きかった。24時間後にもその傾向は続いたものの、有意な差ではなかった。血漿中の乳酸濃度、血清中のGH濃度については、運動後に一過性の上昇を示し、時間とともに低下した。冷却の有無による差異は認められなかった。IL-6及びVEGF濃度については、運動に伴う上昇は認められず、冷却の有無による差異も生じなかった。

図. 運動に伴う疲労感及び血中乳酸濃度の変化

4. 考察

本研究では、主観的な疲労の回復に対して、冷却の効果を認めたが、血中乳酸濃度の回復には有意な差を認めなかった。このことは、アイシングが運動に伴う疲労感の緩和に効果を持つことを示すが、その要因が代謝産物のwash out促進であることを示す証拠はなかった。アイシング群では、筋温が急激に低下し、代謝が低下すると考えられる。その結果アイシング群では、筋での回復期の乳酸産生が低下する可能性があるが、回復期の乳酸産生そのものが小さく影響は僅少であると考えられる。一方、温度低下は、痛みなどの感覚を低下させる効果を持つことから、疲労感の緩和は筋や皮膚の温度低下に伴う神経的な要因によるものであると考えられた。また、血流の減少により逆に代謝産物のwash outが遅れる可能性については否定的な結果であった。

GHは筋肥大を促進し、高強度の運動後には著明に増加する。本研究では、最大酸素摂取量の100%の運動強度でトレッドミル走を行った。この負荷強度は、下肢筋群への物理的負担としては最大ではないものの、呼吸循環系に対しては高強度であるといえ、本研究でも血清中のGH濃度が運動に伴い上昇した。我々は、筋力トレーニング後にアイシングを習慣的に併用することで、筋力の獲得や筋肥大の程度が小さくなること^{2) 3)}を観察している。本研究では、運動後の血清中

GH濃度に冷却に伴う差異を認めず、それが循環血中のGHを介した影響であるとは考えにくかった。IL-6やVEGFも高強度の運動で増加するといわれ、前者は多機能サイトカインで、筋や血管の増殖にも関係するといわれる、後者は内皮細胞を増殖させるサイトカインである。我々は持久的トレーニング後にアイシングを習慣的に併用することで、持久性の獲得や動脈血管径の増大の程度が小さくなることを観察している。本研究で測定したこれらの増殖因子には、運動に伴う増加が認められず、冷却の影響も観察することができなかった。活動筋量を大きくするためにトレッドミル走を用いたが、筋自体に対する運動強度が低かった可能性もある。筋や血管に対する刺激因子は他にもあり、条件を変えてさらに検討していく必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、トレッドミルを用いたインターバル走を行い、主観的な疲労感、血漿中乳酸濃度、血清中のGH、IL-6及びVEGFの濃度を下肢の冷却の有無で比較し、運動後のアイシングが疲労回復に及ぼす影響や運動に伴う筋や血管の適応に対する刺激要因に対する影響について検討した。その結果、冷却によって感覚的な疲労の回復効果は認められたが、血中乳酸濃度やGH濃度などの回復には差は認められなかった。

参考文献

- 1) 山根 基他:「持久的トレーニング後に行う活動筋冷却の影響」, 体力科学, Vol. 53, 519-526, 2004
- 2) 大西範和他:「運動後に行うアイシングの長期的な適用の影響について」, デサントスポーツ科学, Vol. 26, 51-59, 2005
- 3) Yamane M et al.: Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation. Eur. J. Appl. Physiol., Vol. 96, No.5, 572-580, 2006